



Um guia simples e divertido para  
entender o corpo humano

# Anatomia & Fisiologia

PARA

# LEIGOS<sup>®</sup>

FOR  
DUMMIES<sup>®</sup>

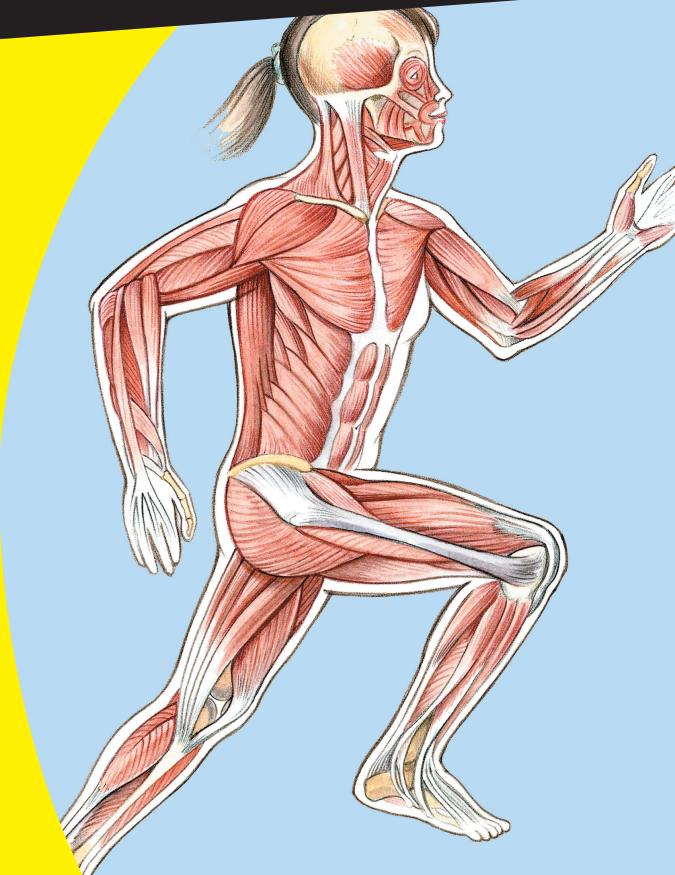
**Saiba como:**

- Dividir as cavidades corporais
- Nomear e distinguir os sistemas de orgãos do corpo
- Obter a saúde necessária para um melhor desempenho

**Tornando tudo  
mais fácil**

**Donna Rae Siegfried**

Autora de Biologia para Leigos



# Anatomia & Fisiologia Para Leigos®

Folha  
de Cola

## A Posição Anatômica

Posição ereta (em pé), face voltada para frente, olhar dirigido ao horizonte, membros superiores estendidos ao lado do corpo com as palmas voltadas para frente.

## Termos Anatômicos

- ✓ **Anterior ou ventral:** na parte anterior (frente) do corpo
- ✓ **Posterior ou dorsal:** referente ao dorso do corpo
- ✓ **Cranial:** perto da cabeça
- ✓ **Caudal:** perto do cóccix
- ✓ **Superior:** uma parte que se encontra por cima de alguma outra parte
- ✓ **Inferior:** uma parte que se encontra por baixo de alguma outra parte
- ✓ **Medial:** mais próximo ao plano mediano do corpo
- ✓ **Lateral:** mais distante do plano mediano do corpo, aos lados
- ✓ **Proximal:** a parte mais próxima do ponto de referência do corpo
- ✓ **Distal:** a parte mais distante do ponto de referência do corpo
- ✓ **Profundo:** na direção do interior do corpo
- ✓ **Superficial:** na direção do exterior do corpo
- ✓ **Parietal:** uma membrana que reveste uma parede interna do corpo
- ✓ **Visceral:** uma membrana que reveste um órgão

## Os Planos do Corpo

- ✓ **Sagital:** esse plano divide o corpo verticalmente em duas partes, direita e esquerda.
  - **Plano Sagital mediano** é a linha mediana que atravessa o plano mediano e divide o corpo ao longo da linha de simetria.
  - **Parassagital** é paralelo à linha mediana, mas não divide o corpo em partes (esquerda e direita) iguais.
- ✓ **Coronal (frontal):** o plano perpendicular ao plano sagital, que divide o corpo numa parte anterior e posterior (frente e atrás).
- ✓ **Transversal:** plano horizontal que divide o corpo numa parte superior e inferior; também chamado de axial ou longitudinal.

**Para Leigos®:** a série de livros para iniciantes que mais vende no mundo.

# Anatomia & Fisiologia Para Leigos®

Folha  
de Cola

## Os Sistemas de Órgãos do Corpo

- ✓ **Esquelético:** ossos e tecidos conjuntivos
- ✓ **Muscular:** músculo esquelético estriado
- ✓ **Tegumentar:** pele, unhas, cabelo, glândulas na pele, terminações nervosas e receptores na pele
- ✓ **Nervoso:** cérebro, medula espinhal, gânglios, nervos, órgãos sensoriais
- ✓ **Circulatório:** coração, vasos sanguíneos, sangue
- ✓ **Linfático:** amígdalas, baço, timo, linfonodos, vasos linfáticos e linfo
- ✓ **Digestivo ou Digestório:** boca, esôfago, estômago, intestino delgado e grosso (todos no trato gastro-intestinal); os órgãos associados incluem as glândulas salivares, o pâncreas, o fígado e vesícula biliar
- ✓ **Respiratório:** nariz, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões
- ✓ **Urinário:** rins, ureteres, bexiga e uretra
- ✓ **Endócrino:** glândula pituitária ou hipófise, tireoide, paratireoide, glândulas supra-renais, a parte endócrina do pâncreas, ovários e testículos (todos secretam hormônios no sangue)
- ✓ **Reprodutor:** ovários, trompas uterinas, útero, vagina e vulva nas mulheres; testículos, vesículas seminais, pênis, uretra, próstata e as glândulas bulbouretrais nos homens.

## As Cavidades do Corpo

- ✓ **Cavidade dorsal:** os ossos cranianos e a coluna vertebral, localizada próxima à parte dorsal (posterior) do corpo.
  - **Cavidade craniana:** contém o cérebro
  - **Canal vertebral:** contém a medula espinhal, que é uma extensão do cérebro
- ✓ **Cavidade ventral:** superfície anterior (frente) do tórax; dividido pelo músculo do diafragma numa cavidade superior (cavidade torácica) e inferior (cavidade abdominopélvica).
  - **Cavidade torácica:** tórax; contém a traqueia, os brônquios, os pulmões, o esôfago, o coração e os principais vasos sanguíneos, o timo, nodos linfáticos e nervos. Também contém várias cavidades menores:
    - As **cavidades pleurais** em torno de cada pulmão.
    - A **cavidade pericárdica** em torno do coração. A cavidade pleural envolve tanto as cavidades pleurais como as pericárdicas.
- ✓ **Cavidade abdominopélvica:** uma linha imaginária que passa pelos ossos do quadril e divide o corpo numa cavidade abdominal e pélvica.
  - **Cavidade abdominal:** contém o estômago, fígado, vesícula biliar, pâncreas, baço, rins, intestinos (delgado e grosso), ovários (nas mulheres); a cavidade peritoneal (peritônio) envolve os órgãos abdominais
  - **Cavidade pélvica:** contém o cólon, reto, bexiga urinária e útero (nas mulheres)

# *Anatomia & Fisiologia*

PARA

LEIGOS<sup>®</sup>



# *Anatomia & Fisiologia*

PARA

LEIGOS<sup>®</sup>

por Donna Rae Siegfried



ALTA BOOKS

EDITORA

Rio de Janeiro, 2012

**Anatomia e Fisiologia Para Leigos®** Copyright © 2012 da Starlin Alta Editora e Consultoria Ltda.  
ISBN: 978-85-7608-442-6

Translated From Original Anatomy & Physiology For Dummies ISBN: 978-0-7645-5422-3. Original English language edition Copyright © 2004 by Wiley Publishing, Inc. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc. Portuguese language edition Copyright © 2010 da Starlin Alta Editora e Consultoria Ltda. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

*"Willey, the Wiley Publishing Logo, for Dummies, the Dummies Man and related trad dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley and Sons, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries. Used under license.*

Todos os direitos reservados e protegidos por Lei. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida.

**Erratas:** No site da editora relatamos, com a devida correção, qualquer erro encontrado em nossos livros.

**Marcas Registradas:** Todos os termos mencionados e reconhecidos como Marca Registrada e/ou Comercial são de responsabilidade de seus proprietários. A Editora informa não estar associada a nenhum produto e/ou fornecedor apresentado no livro.

Impresso no Brasil

Vedada, nos termos da lei, a reprodução total ou parcial deste livro

**Produção Editorial**

Editora Alta Books

**Gerência Editorial**

Anderson da Silva Vieira

**Supervisão Editorial**

Angel Cabeza

Augusto Coutinho

Leonardo Portella

**Controle de**

**Qualidade Editorial**

Sergio Luiz de Souza

**Editoria Para Leigos**

Daniel Siqueira

Iuri Santos

Leonardo Portella

Patrícia Fadel

**Equipe Editorial**

Adalberto Taconi

Andrea Bellotti

Andreza Farias

Bruna Serrano

Cristiane Santos

Eliane Chagas

Gianna Campolina

Isis Batista

Jaciara Lima

Jéssica Vidal

Juliana de Paulo

Lara Gouvêa

Licia Oliveira

Lorraine Martins

Marcelo Vieira

Milena Souza

Heloisa Pereira

Paulo Roberto

Pedro Sá

Rafael Surgek

Thiê Alves

Vanessa Gomes

Vinicius Damasceno

**Tradução**

Alexandre Vries

**Revisão Gramatical**

Fátima Felix

**Revisão Técnica**

Aline Coline

Rafael Bastos

**Diagramação**

Abreu's System Ltda

**Marketing e Promoção**

Daniel Schilkaper

marketing@altabooks.com.br

**1ª Reimpressão, 2012**



Rua Viúva Cláudio, 291 – Bairro Industrial do Jacaré

CEP: 20970-031 – Rio de Janeiro – Tels.: 21 3278-8069/8419 Fax: 21 3277-1253

[www.altabooks.com.br](http://www.altabooks.com.br) – e-mail: [altabooks@altabooks.com.br](mailto:altabooks@altabooks.com.br)

[www.facebook.com/altabooks](http://www.facebook.com/altabooks) – [www.twitter.com/alta\\_books](http://www.twitter.com/alta_books)

# Sobre a Autora

**Donna Rae Siegfried**, autora do livro *Biologia para Leigos*, tem 14 anos de experiência em escrever e editar textos médicos. Ela se matriculou na faculdade de Moravian College em Bethlehem, Pennsylvania, Estados Unidos, com o objetivo de estudar medicina, então descobriu seu talento para escrever sobre biologia e medicina. A área de jornalismo científico ainda estava no inicio, mas quando trabalhava na Lehigh University, descobriu que a faculdade oferecia um curso chamado “science writing” (jornalismo científico). Foi nesse momento que ela encontrou a sua futura carreira. Além de biologia, ela estudou jornalismo, fez cursos em redação para ciência e ética médica em Lehigh, e começou a escrever.

Donna concluiu seu estágio de jornalismo na editora Rodale Press em Emmaus, Pennsylvania, onde trabalhou junto com o editor de livros sobre jardinagem. Mesmo antes de se formar, já tinha sido contratada em tempo integral pela revista *Organic Gardening*.

Porém, mesmo apaixonada pelo mundo de editoras e pela biologia, o assunto de jardinagem (pelo menos antes de comprar uma casa com jardim) não era bem sua praia. Em seguida, Donna se tornou uma analista de informação na editora Rodale, onde mensalmente lia em torno de 500 publicações médicas (bem mais a praia dela), selecionava e resumia os artigos importantes para os arquivos de Rodale, desenvolvia um boletim bimestral e escrevia relatórios especiais (por exemplo, como o fornecimento de vitamina A aos países do terceiro mundo pode diminuir dramaticamente a incidência de cegueira nesses países). Ela também começou a escrever artigos curtos para a revista *Runner's World* e deixou a Rodale Press para trabalhar numa editora médica, cursar um mestrado em ciências e comunicação técnica e casar.

Donna estudou na Drexel University, Philadelphia e trabalhou na editora Williams & Wilkins, Inc. em Media, Pennsylvania, que agora é Lippincott/Williams & Wilkins (Philadelphia). Nesta empresa Donna atuava como editora de desenvolvimento, trabalhando diretamente com os autores dos livros para acrescentar, mudar ou corrigir os textos, adequando as publicações aos critérios e à formatação exigida pelo National Medical Series (NMS). Ela viajou para participar de congressos médicos e conduziu grupos de pesquisa com estudantes de medicina para coletar mais informações e melhorar os livros do NMS e ainda acompanhava todas as mudanças no United States Medical Licensing Examination (USMLE; exame nacional de medicina nos EUA).

Depois de trabalhar 5 anos como funcionária na editora Williams & Wilkins, Donna, seu marido, e o filho de 18 meses se mudaram para um pequeno vilarejo nas montanhas de Germania (Potter County), Pennsylvania, para tentar um estilo de vida diferente, trabalhando em casa. Foi lá que Donna iniciou sua carreira como autônoma e fundou sua empresa Synergy Publishing Services. Ela desenvolve e edita livros para várias editoras médicas e escreve artigos sobre assuntos

como os remédios Avonex e Copaxone para pessoas que sofrem de esclerose múltipla uma técnica para cirurgia cardíaca chamada de revascularização transmiocárdica a laser, e tratamentos de medicina alternativa.

Ela também editou dezenas de livros e artigos científicos sobre medicina clínica (além de responder milhares de perguntas sobre o USMLE). Ela se orgulha de ter trabalhado com alguns dos melhores médicos e cientistas do país.

Donna também deu aulas de anatomia e fisiologia no Pennsylvania College of Technology em Wellsboro, Pennsylvania. Ela descobriu que gostava tanto de ensinar ciências como escrever ou editar informações sobre este assunto, e estava prestes a começar um mestrado em educação quando ela, o marido e agora os três filhos e dois cachorros se mudaram para Alpharetta, um subúrbio de Atlanta, Geórgia. Lá, Donna joga tênis em duas equipes e toca flauta num grupo musical de sopro. Ela ainda pretende cursar o mestrado em educação e se empenha para promover a educação científica e o bem-estar e tornar a ciência divertida para os jovens e incentivá-los a pensar numa futura carreira em ciência.

# Dedicatória

Era uma linda manhã de terça-feira quando ia começar a escrever esse livro. O meu primeiro livro, *Biologia para Leigos*, já estava na gráfica, e tinha chegado a hora de começar este segundo livro. Foi quando meu telefone tocou. Era o meu marido para me dizer que tinha que ligar a televisão porque o World Trade Center tinha acabado de ser atingido por um avião. Quando liguei a televisão vi o segundo avião atingir a outra torre. Senti uma sensação tão estranha naquele momento. Agora em retrospecto, acho que sabia que a partir daquele momento a nossa vida jamais seria a mesma. Estava vendo as notícias quando a minha irmã, Melissa Jurnock, ligou e disse, “parece que houve outra explosão.” Lembro que falei, sem poder acreditar, “Não. Não vejo mais o prédio. Acho que desabou.”

Fui criada próxima de Nova York e conhecia várias pessoas que estavam nas torres quando o avião bateu. Alguns sobreviveram, mas estão traumatizados. E também soube de muitos outros conhecidos de pessoas na minha vida que morreram naquela manhã que, pelo incrível que pareça, era tão bonita. Também soube de bombeiros que atenderam às primeiras chamadas e sobreviveram, e outros que ofereceram seus serviços para remover os destroços e resgatar os corpos. O meu marido já atua há quase 20 anos como bombeiro voluntário, então conheço bem essa sensação de angústia que a esposa sente quando o seu marido, e o pai dos seus filhos, atende uma chamada perigosa. Eu só posso imaginar a apreensão e medo que as esposas daqueles bombeiros sentiram naquele dia. Simpatizo com as famílias das vítimas inocentes, e sinto o orgulho das famílias cujos amados foram ajudar.

Então dedico este trabalho, que começou algumas semanas depois do que tinha sido planejado, às vítimas e heróis das tragédias do dia 11 de setembro. Dedico este livro a dois amigos de longa data: Michael Escott, que, felizmente, não estava em Nova York naquela manhã, mas conhece muitos que morreram; e Michael Deegan, cujo irmão teve que evacuar Manhattan e cujo padrasto e tio são dois dos bombeiros corajosos que foram tão além dos seus deveres. Essa tragédia me levou a reencontrar essas duas pessoas maravilhosas, ambos tiveram uma influência muito grande na minha vida. Dedico esse livro à Jo-Ann Fleishman, com quem eu compartilhava um escritório e responsabilidades, mas que foi muito mais do que uma colega. Ela se tornou uma amiga querida e tem sido uma inspiração ao longo dos anos. O seu cunhado estava no World Trade Center quando o primeiro avião bateu. Felizmente, ele sobreviveu. Peter Fleishman ainda tem o seu irmão; Haley e Andrew ainda têm o seu tio.

Como a maioria dos americanos, derramei muitas lágrimas sobre a imensidão da destruição naquele dia. Sinto uma dor no coração quando penso nas crianças – da mesma idade que os meus filhos – que estavam naqueles aviões ou que perderam a mãe, o pai ou alguma outra pessoa querida. Dedico os meses de trabalho deste livro a eles e àquela menina na minha igreja que arrecadou 1.400

bichos de pelúcia e os enviou às crianças em Nova York que estavam sofrendo. Dedico esse livro ao espírito reforçado dos americanos e ao bem que pode resultar desta terrível tragédia.

Dedico o meu trabalho aos meus filhos — Abby e Ryan — que não entenderam por que mamãe chorava tanto em setembro, e a Steven, que demonstrou um grande espírito de patriotismo, mesmo quando temia que algo ruim pudesse acontecer com alguém da nossa família. Dedico este livro à minha sobrinha, Marissa, que colocou um gesso no braço no dia 11 de setembro. Espero que ela lembre o dia 11 de setembro de 2001 como o dia em que ela partiu o braço, e não como o dia em que partiu o coração dos Estados Unidos.

Dedico este trabalho à esperança de realizar a verdadeira paz mundial — não apenas um cessar-fogo ou trégua temporária, mas tolerância e respeito por outras culturas e opiniões, e procurar a conciliação onde houver diferenças. E entender que todos rezam ao mesmo Deus, mesmo que as formas em que os humanos organizaram as religiões dedicadas a esse mesmo Deus sejam diferentes — não erradas, apenas diferentes. E para entender que as mulheres e pessoas de etnias diferentes não são menos humanas ou menos importantes do que qualquer outro grupo.

Posso explicar as partes que estão dentro do corpo humano e como funcionam, mas não consigo imaginar o que tem dentro dos corações e almas dos terroristas que acham que estão certos em matar pessoas inocentes em nome de Deus. Posso explicar como funcionam os seus cérebros, mas não as suas mentes. Posso apenas esperar, como todos, no mundo civilizado, que se tornem menos ardorosos e mais racionais para que os problemas sejam resolvidos em discussões e não em guerra. Só posso esperar que logo eles percebam como a vida é maravilhosa e como cada vida humana é algo muito especial. Deus abençoe os Estados Unidos — e o mundo inteiro.

— *Donna Rae Siegfried*

# *Agradecimentos do Autor*

Primeiramente agradeço a minha família, que mais uma vez sacrificou a sua esposa e mãe para eu poder escrever este livro. Muitos leitores nem imaginam quanto tempo leva para escrever e produzir um livro. Os livros da série *Para Leigos* tem prazos muito curtos, o que significa que você passa quase dia e noite escrevendo, do começo ao fim. Durante alguns meses, meus filhos ficaram sem o chamego da mãe, sem uma história antes de dormir, sem um passeio no parque depois da escola, sem a comida da mamãe, ou sem poder brincar comigo durante o dia. Como sempre, o pai deles assumiu todas as tarefas e geralmente já estava dormindo quando eu terminava de trabalhar de madrugada. Ele também ficou muitas noites sem ouvir o meu “obrigada”. Agora é a minha oportunidade para agradecer todos: o meu marido, Keith, e os meus filhos, Steven, Ryan, e Abby. Também agradeço os meus vizinhos (e amigos) Vicky King, Kathryn Ericson, e Jan Pix que cuidaram dos meus filhos para eu poder trabalhar; e agradeço todos os vizinhos que ofereceram ajuda. Também agradeço os meus amigos A.J. Peiffer, Lynn Reinhart, Beverly Gray, Colleen Marx, Patty Reiss, Kristin Weger, Kelly Totten, e Elise Armstrong; todos os membros da minha equipe de tennis Medlock Bridge; o diretor musical da nossa igreja, John O’Neal, que diminuiu o meu estresse de trabalho com lindas músicas para tocar na flauta; a minha irmã, Melissa Jurnock; minha mãe, Gail Bonstein; meu pai, Ray Male; minha tia, Barbara Barr; minhas cunhadas Christine Siegfried e, pelo incrível que pareça, Christine Siegfried, todos me ajudaram com palavras de apoio e compreensão quando eu mais precisava. Que rede de apoio maravilhoso!

Profissionalmente, gostaria de agradecer minha agente, Sue Mellen, que me aturou mais uma vez num desses projetos, e sua assistente Barb Cahoon, que me manteve sempre informada. Meus agradecimentos a todas as pessoas maravilhosas de Hungry Minds, da empresa Wiley: Roxane Cerda, que iniciou o projeto e me ajudou em encontrar recursos gráficos; Linda Brandon e Marcia Johnson, por cuidarem da editoração; John Langdon, que foi responsável pela revisão técnica; e Katherine Born, que preparou algumas figuras. E também gostaria de agradecer a alguns editores excelentes com quem eu trabalhei no passado. Todos contribuíram para o desenvolvimento das minhas habilidades como escritora e editora e gostaria de dizê-los quanto apreciei trabalhar com eles e desejar-lhos tudo de bom: Claire Kowalchik, Jo-Ann Fleishman, Jane Velker, Debra Dreger, Jane Edwards, Susan Keller, Melanie Cann, Amy Dinkel, Beth Goldner, Laurie Forsyth, Susan Kelly, Matt Harris, e Jim Harris.



# Sumário Resumido

---

*Introdução* ..... 1

*Parte I: A Posição Certa para Estudar Anatomia* ..... 9

Capítulo 1: Soma das Partes .....	11
Capítulo 2: Ao Longo do Tempo: a Vida do seu Corpo .....	29
Capítulo 3: Formando a Fundação .....	51

*Parte II: Anatomia da Cabeça aos Pés* ..... 65

Capítulo 4: Os Ossos do Ofício: O Sistema Esquelético .....	67
Capítulo 5: Fortalecendo o seu Conhecimento Muscular .....	91
Capítulo 6: A Grande Fachada: A Pele .....	115

*Parte III: Focando na Fisiologia* ..... 133

Capítulo 7: Testando os Nervos: O Sistema Nervoso .....	135
Capítulo 8: Lamentando os Hormônios: O Sistema Endócrino .....	157
Capítulo 9: Abrindo o Coração: O Sistema Circulatório .....	177
Capítulo 10: Respirando Aliviado: O Sistema Respiratório .....	199
Capítulo 11: Decompondo: O Sistema Digestório .....	217
Capítulo 12: Faxina Geral: O Sistema Urinário .....	237
Capítulo 13: A Força do Bem: O Sistema Imunológico .....	255

*Parte IV: Criando Novos Corpos* ..... 275

Capítulo 14: Que Mega Produção! A Reprodução .....	277
Capítulo 15: Grandes Acontecimentos: Nascimento e Desenvolvimento .....	299

*Parte V: A Parte dos Dez* ..... 321

Capítulo 16: Dez Dicas para Cuidar da Saúde do Seu Corpo .....	323
Capítulo 17: Sites Excelentes Sobre Anatomia e Fisiologia .....	331

*Índice* ..... 335



# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
Sobre Este Livro.....	1
Convenções Usadas Neste Livro .....	2
O Que Você Não Precisa Ler .....	2
Como Este Livro está Organizado .....	3
Parte I: A Posição certa para estudar anatomia.....	4
Parte II: Anatomia dos pés à cabeça.....	4
Parte III: Focando na Fisiologia .....	5
Parte IV: Criando novos corpos .....	5
Parte V: A Parte dos Dez .....	5
Ícones Utilizados Neste Livro .....	6
Onde Ir a Partir Daqui.....	6
<b>Parte I: A Posição Certa para Estudar Anatomia .....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 1: Soma das Partes .....</b>	<b>11</b>
Dissecando a Anatomia, Fisiologia e a Fisiopatologia .....	11
Ana Tomia e os seus parentes .....	12
A função da fisiologia .....	13
Construindo o Corpo: dos Átomos aos Órgãos .....	14
Combinando átomos para construir as moléculas.....	16
Só células: a essência da vida.....	17
Tecendo os tecidos .....	17
Órgãos (não os musicais) .....	18
Organizando os seus sistemas de órgãos .....	18
Classificando as Suas Partes.....	18
Veja Bem! .....	20
Assumindo a posição.....	20
Dividindo a anatomia.....	22
Mapeando as suas regiões .....	22
Vai fundo; explore as cavidades.....	24
Nada é Perfeito: Quando as Coisas dão Errado.....	26
Saber o que Faz Bem.....	27
<b>Capítulo 2: Ao Longo do Tempo: a Vida do seu Corpo .....</b>	<b>29</b>
O Motor do seu Corpo: o Metabolismo .....	29
Por que as suas células metabolizam.....	30
Como as suas células metabolizam .....	30
Transferindo Energia: o Lugar de um Corpo no Mundo .....	35
Mantendo o Corpo em Equilíbrio: Homeostase .....	36
O Corpo em Movimento; Você não é uma Árvore .....	37

Dando Continuidade à Espécie: Reprodução .....	38
Crescimento: Substituindo e Desenvolvendo Células .....	39
Material genético: DNA, cromossomos e genes .....	40
Criando mais DNA e cromossomos .....	41
Os componentes que compõem você .....	46
<b>Capítulo 3: Formando a Fundação .....</b>	<b>51</b>
A Importância das Células (nada de Telefone ou Prisões) .....	51
Você animal! .....	52
Observando o interior da célula .....	52
Organizando as Células em Tecidos .....	58
Continuando com o tecido epitelial: A pele .....	58
Conectado com o tecido conjuntivo .....	59
O máximo sobre o tecido muscular .....	61
Já está nervoso com o tecido nervoso? .....	63
<b>Parte II: Anatomia da Cabeça aos Pés.....</b>	<b>65</b>
<b>Capítulo 4: Os Ossos do Ofício: O Sistema Esquelético .....</b>	<b>67</b>
Informação Dura .....	67
Pronto para servir: as tarefas dos seus ossos .....	68
Classificando os ossos do esqueleto .....	68
Descrevendo a estrutura do osso .....	69
Concentrando no Seu Eixo: Os Ossos do Esqueleto Axial .....	73
De cabeça erguida: O crânio .....	73
Desdobrando a coluna vertebral .....	76
Ser encaixotado tem suas vantagens .....	78
Conectando as Partes: O Esqueleto Apendicular .....	80
Usando cinta: todo mundo usa duas .....	80
Ao extremo: os braços e as pernas .....	82
Articulando as Articulações .....	84
As articulações em ação .....	85
Conhecendo a capacidade das suas articulações .....	86
A Fisiopatologia do Sistema Esquelético .....	87
Você é uma mulher enrolada? .....	88
A gota é a última gota? .....	88
Percebendo a osteoporose .....	89
<b>Capítulo 5: Fortalecendo o seu Conhecimento Muscular .....</b>	<b>91</b>
Massa Muscular .....	91
Tratando dos Tipos de Tecidos .....	92
Concentrando nas Contrações dos Músculos Esqueléticos .....	93
Conhecendo os componentes que causam a contração .....	94
Entrando em ação .....	96
Entrando em não-ação .....	98
Tonificando o seu tono muscular .....	98

---

Conferindo os Grupos Musculares .....	98
Trabalhando com sinergia .....	99
A oposição: os Antagonistas .....	100
Localizando os Músculos Esqueléticos do Corpo.....	100
Entendendo os músculos .....	100
Denominando os músculos da cabeça aos pés .....	101
Fisiopatologia do Sistema Muscular .....	112
Espasmos musculares .....	112
Distrofia muscular .....	113
<b>Capítulo 6: A Grande Fachada: A Pele .....</b>	<b>115</b>
A Tripla Proteção .....	115
Tocando a epiderme .....	116
Mexendo no meio: a derme .....	118
Por baixo da pele: a camada subcutânea .....	119
Um assunto cabeludo .....	120
Enfeitando a Sua Pele .....	120
Crescendo as unhas .....	121
As glândulas a flor da pele .....	122
Salvando a sua pele .....	123
Produzindo vitamina D .....	124
Curando suas feridas .....	124
Controlando seu termostato .....	126
Sentindo as sensações .....	126
Doenças e Condições da Pele .....	127
Câncer de pele .....	127
Queimaduras .....	129
<b>Parte III: Focando na Fisiologia .....</b>	<b>133</b>
<b>Capítulo 7: Testando os Nervos: O Sistema Nervoso .....</b>	<b>135</b>
Tecendo uma Rede Bem Conectada .....	135
Navegando no sistema nervoso .....	136
Integrando as mensagens recebidas com as enviadas .....	137
A estrutura de uma célula nervosa .....	139
Transmitindo Impulsos .....	140
Pensando Sobre o Seu Cérebro .....	144
Mantendo o consciente: Seu cérebro .....	144
Embelecendo a vida: seu cerebelo .....	146
Firme e forte: o tronco cerebral .....	146
Verificando os ventrículos .....	148
Os sistemas regulatórios: o diencéfalo .....	148
O Bom Senso dos Sentidos .....	149
Audição .....	150
Visão .....	151
Olfato .....	152
Paladar .....	153

A Fisiopatologia do Sistema Nervoso .....	153
Esclerose múltipla .....	154
Degeneração macular .....	154
Mal de Alzheimer .....	155

## **Capítulo 8: Lamentando os Hormônios: O Sistema Endócrino ...157**

Honrando os Hormônios .....	157
Os tipos de hormônios .....	158
Como os hormônios funcionam .....	161
Alterar para normalizar: homeostase .....	162
Agrupando as Glândulas do Sistema Endócrino .....	163
Os gerentes: o hipotálamo e as glândulas hipófises.....	164
Tirando as dúvidas da tireoíde .....	166
Você precisa conhecer seu timo .....	167
Parando no pâncreas.....	167
Você tem estômago para mais uma glândula? .....	169
Testando os intestinos .....	169
Superando os rins: suas glândulas supra-renais .....	170
As gloriosas gônadas .....	171
Fisiopatologia do Sistema Endócrino .....	173
Diabetes melito .....	173
Hipotireoidismo versus a doença de Graves .....	174

## **Capítulo 9: Abrindo o Coração: O Sistema Circulatório .....177**

Carregando a Carga: o Conteúdo do Seu Sangue .....	177
Diluindo o seu sangue: o plasma .....	178
Transportando o oxigênio: as células vermelhas .....	179
Mantendo a saúde: células brancas .....	180
Tampando com plaquetas .....	181
Espremer sangue de osso .....	181
Entendendo a Anatomia Cardíaca: Seu Coração .....	182
Seguindo o Seu Coração: a Fisiologia do Coração .....	184
Passando batido: A trajetória do sangue pelo coração e corpo...185	
Gerando eletricidade: o ciclo cardíaco .....	187
Pulsando o pulso .....	188
Os Seus Vasos Sanguíneos .....	188
Analizando as artérias e veias .....	189
Trocando oxigênio: seus capilares .....	190
A Fisiopatologia do Sistema Circulatório .....	192
Pressão alta .....	193
Doença cardíaca e derrame .....	195
Anemia Falciforme .....	196

## **Capítulo 10: Respirando Aliviado: O Sistema Respiratório .....199**

Conhecendo a Sua Anatomia Respiratória .....	200
Metendo o nariz .....	200
Engolindo alguns fatos .....	201

Traçando a traqueia .....	203
O revestimento dos pulmões .....	203
Inspirando o seu corpo .....	204
Atravessando a Membrana Respiratória .....	206
As Trocas Gasosas entre o Sangue e as Células .....	208
O Que Pode Dar Errado .....	209
Asma .....	209
Bronquite .....	210
Pneumonia .....	212
Tuberculose .....	213
Enfisema .....	214
Câncer de pulmão .....	214
<b>Capítulo 11: Decompondo: O Sistema Digestório .....</b>	<b>217</b>
Seguindo o Caminho da Comida .....	218
De boca cheia! .....	219
Não, a faringe e esôfago não são atrações turísticas do Egito .....	220
Revirando o estômago .....	221
Testando sua tenacidade intestinal .....	223
A Decomposição Química .....	225
Emplacando o pâncreas .....	226
Infiltrando o fígado .....	227
Avistando a vesícula biliar .....	227
A bile hábil .....	228
Doenças e Distúrbios do Sistema Digestório .....	228
Atrapalhando o apêndice: Apendicite .....	228
Falta de água: a constipação .....	229
A desgraçada doença de Crohn .....	230
A corrida da diarréia .....	230
Caramba: Cálculos Biliares .....	231
Evitando a hepatite .....	232
Síndrome do intestino irritável .....	233
Pancreatite dolorosa .....	233
Colite ulcerativa .....	234
Úlceras ultrachatas .....	235
<b>Capítulo 12: Faxina Geral: O Sistema Urinário .....</b>	<b>237</b>
Cuidando do Lixo .....	237
Esvaziando a lixeira: os rins .....	239
Removendo a ureia das células .....	241
Formando urina nos rins .....	242
Descendo pelos ureteres .....	244
Armazenando urina na bexiga .....	245
Eliminando a urina pela uretra .....	246
Mantendo a Homeostase .....	246
Um equilíbrio delicado .....	246
Monitorando a sua pressão arterial .....	247
Regulando seu pH .....	249

Doenças e Distúrbios do Sistema Urinário .....	250
Infecção do trato urinário (ITU) .....	250
Calculando cálculos renais .....	251
Problemas de próstata .....	252
Incontinência através dos continentes .....	252
<b>Capítulo 13: A Força do Bem: O Sistema Imunológico .....</b>	<b>255</b>
Louvado seja o Sistema Linfático .....	256
O baço brilhante .....	260
O timo coloca o “T” nas células T .....	261
Caçando e Atacando: Células do Sistema Imunológico .....	261
A Inflamação é o Máximo .....	263
Os neutrófilos em ação! .....	264
Os monócitos vão à luta .....	264
Defendendo a Sua Saúde Contra Invasores .....	264
O sistema complemento .....	265
Imunidade mediada por anticorpos .....	265
Imunidade mediada por células .....	267
Garantindo Imunidade .....	269
Vacinas .....	269
Imunidade passiva .....	270
O Que Pode Dar Errado Com o Seu Sistema Imunológico .....	270
Doenças autoimunes .....	270
Alergias .....	272
HIV e AIDS .....	272
<b>Parte IV: Criando Novos Corpos .....</b>	<b>275</b>
<b>Capítulo 14: Que Mega Produção! A Reprodução .....</b>	<b>277</b>
Das Gônadas aos Genitais .....	277
Primeiro as Damas: o Sistema Reprodutor Feminino .....	278
Desmistificando a menstruação .....	279
Invaginando a vagina .....	283
A vulva .....	283
Segundo as Damas: o Sistema Reprodutor Masculino .....	284
Por dentro do sistema reprodutor masculino .....	285
O exterior do sistema reprodutor masculino .....	288
Criando uma Gravidez .....	289
Evitando uma Gravidez .....	290
Para os cavalheiros .....	291
Para as damas .....	291
A Fisiopatologia do Sistema Reprodutor .....	292
Doenças sexualmente transmissíveis .....	293
Infertilidade .....	295
Câncer .....	296

---

<b>Capítulo 15: Grandes Acontecimentos: Nascimento e Desenvolvimento .....</b>	<b>299</b>
Trabalhando em Trimestres .....	299
Onde tudo começa: o primeiro trimestre .....	300
Aos trancos e barrancos: o segundo trimestre .....	303
A luz no final do túnel: o terceiro trimestre .....	304
Complicações .....	306
A Doce Dor do Parto .....	307
A descida: 1º Estágio .....	308
Rumo ao mundo: 2º Estágio .....	309
Uma faxina geral: 3º estágio .....	311
Um começo difícil .....	312
O Desenvolvimento ao Longo da Vida: O Verdadeiro “Pós Parto” ....	313
Começar do zero: A infância .....	313
Penando pela puberdade .....	314
Crescendo e deteriorando .....	315
<b>Parte V: A Parte dos Dez .....</b>	<b>321</b>
<b>Capítulo 16: Dez Dicas para Cuidar da Saúde do Seu Corpo .....</b>	<b>323</b>
Beber Água .....	323
Comer Verduras (e Legumes e Frutas) .....	324
Fazer Exercícios Regularmente (Não Esporadicamente) .....	325
Usar e Abusar do Protetor Solar .....	326
Dormir pelo menos Sete a Nove Horas por Noite .....	327
Relaxar .....	327
Comer Aveia e outros Grãos .....	328
Lavar as Mãoes .....	328
Fazer Autoexame nas Mamas ou Testículos .....	329
Fazer Exames Preventivos Regularmente .....	330
<b>Capítulo 17: Sites Excelentes Sobre Anatomia e Fisiologia .....</b>	<b>331</b>
Anatomia e Fisiologia Humana .....	331
Anatomia Humana .....	332
Merck .....	332
Anatomia Humana - Laboratório de Anatomia .....	332
Sociedade Brasileira de Anatomia .....	332
Fisiologia HP.....	333
Innerbody.com .....	333
Aula de Anatomia .....	333
Atlas de Anatomia Humana 3d (em inglês) .....	333
Fisiologia e Biologia Geral .....	334
<b>Índice.....</b>	<b>335</b>



# Introdução

---

**B**em-vindo à *Anatomia e Fisiologia Para Leigos®*, o seu manual de proprietário sobre você mesmo! Todo mundo deveria ter um manual como esse. Você provavelmente tem um manual do seu carro, do seu grill, do seu aparelho de DVD e até do seu telefone. Por que não um manual do seu próprio corpo? Afinal, o seu corpo é a única máquina que você usará continuamente durante a sua vida inteira. Você deveria entender onde ficam todas as peças, quais são as funções e como os sistemas trabalham em conjunto.

Claro, quanto mais você ler sobre anatomia e fisiologia, mais fácil será para entender as informações. Todos os dias o seu corpo passa por ciclos e processos recorrentes para manter o funcionamento. Depois de analisar esses ciclos e processos algumas vezes, o funcionamento do nosso corpo parece algo tão simples - e ao mesmo tempo tão incrível. Porém, há muito mais além dos ciclos e processos para entender como funciona o seu corpo. A estrutura e a localização das partes também desempenham um papel importante.

O corpo humano é fascinante - uma verdadeira obra de arte. Entre no corpo e descubra como o seu funciona. Espero que este conhecimento faça com que aprecie como é especial, e porque (e como) deveria cuidar do seu corpo.

## Sobre Este Livro

À primeira vista, o corpo humano parece muito complicado, mas analisando o sistema por sistema, parte por parte, já simplifica bastante. Estudando o seu corpo, dessa forma, você vai entender as atividades que o seu corpo exerce diariamente, como respirar, comer, eliminar restos, circular sangue e curar feridas. Cada sistema tem uma função específica e muitos sistemas trabalham em conjunto. A maioria dos capítulos deste livro foca num sistema específico do corpo. Os últimos dois capítulos apresentam, respectivamente, dez maneiras para cuidar do seu corpo e dez sites com mais informações.

## Convenções Usadas Neste Livro

A maioria dos livros tradicionais de anatomia segue o seguinte padrão: capítulos sobre os sistemas do corpo e explicações sobre a localização das estruturas importantes e como funcionam. Nesse sentido, este livro é bem convencional. Os livros de anatomia são organizados dessa forma porque o corpo humano é organizado desta forma. Não tenho o direito de mudar nenhum dos dois.

Mas posso animar o assunto um pouco. Não uso muitos *termos anatômicos* – aquela linguagem chata e diretiva, típica dos livros mais tradicionais sobre anatomia. Os clássicos explicam tudo e muito mais do que você gostaria de saber e de brinde ainda oferecem um efeito sonífero com frases como: “... está posicionado na parte posterior do osso... permite a inserção do músculo occipitofrontal, é perfurado por numerosos forames, transmite a veia ao seio lateral e uma pequena artéria do occipital para prover a dura mater...”

Eu uso linguagem simples. Quando ensinava cursos básicos de anatomia e fisiologia para adultos, aprendi que o uso desta linguagem “diretiva” não ajudava os alunos a entender em que parte do corpo estavam as estruturas. Seria como usar um mapa antigo para explicar como encontrar um tesouro perdido — os estudantes dormiam antes do fim da lição! Por isso, uso linguagem e descrições comuns: *em frente de, embaixo, à direita*, etc. O uso deste tipo de linguagem vai facilitar a sua compreensão sobre a localização das estruturas. Porém, quero que você me prometa duas coisas. Para melhor aproveitar essa linguagem simples você precisa (1) pensar no sentido da posição anatônica (veja capítulo 1); e (2) analisar as figuras. Cumprindo essas duas tarefas básicas, você vai aproveitar muito mais esse livro.

Também tentei não exagerar no uso de palavras em latim. Anatomia e fisiologia estão cheias de termos em latim e grego, ou termos derivados de palavras latinas ou gregas. Então em alguns momentos apropriados explico a raiz latina ou grega das palavras para você entender melhor os termos usados. Isso também vai facilitar a sua leitura sobre a anatomia e tornar a experiência mais agradável.

## Só um Detalhe

Não sinta-se obrigado a ler tudo que escrevi (só se você for a minha mãe). Os quadros, por exemplo, não são leitura obrigatória e não são essenciais para você entender o resto do capítulo.

## *Penso que...*

Você se encaixe em um desses três perfis:

- ✓ um estudante de segundo grau preparando-se para um vestibular ou algum outro teste
- ✓ estudante universitário tentando entender ou retomar uma grande quantidade de informação apresentada num curso de anatomia e fisiologia
- ✓ um adulto já matriculado num curso de anatomia e fisiologia, pensando em fazer um curso de anatomia e fisiologia ou tentando concluir um curso.

Talvez você não se enquadre em nenhum desses perfis. Talvez você seja apenas um orgulhoso proprietário de um corpo humano e gostaria de saber como essa máquina fantástica funciona. Ou talvez você tenha reparado na grande variedade de corpos humanos e está curioso para entender essas diferenças. Talvez você queira saber como a sua alimentação, a quantidade de bebida e exercício afetam a sua saúde. Ou, quem sabe, o ciclo da vida parece tão findável e ao mesmo tempo tão infinito, que você se interessa em saber como ele continua.

Não importa qual seja o motivo de você ter escolhido esse livro, me empenhei para explicar anatomia e fisiologia de uma forma simples e eficaz. Espero que você aproveite.

## *Como Este Livro está Organizado*

Este livro de capa amarela e preta que você está lendo tem uma estrutura simples. Antes de entrar na essência do assunto, a primeira parte deste livro inclui alguns capítulos sobre os princípios da anatomia e fisiologia, a posição anatômica, aspectos do corpo cada vez mais ampliados, como o corpo funciona para sobreviver e as divisões do corpo. Em seguida, a parte sobre anatomia — seguindo a ordem do interior do corpo humano — explora os ossos, os músculos e a pele que os cobre. A parte sobre fisiologia mostra cada sistema dos órgãos do corpo, incluindo suas partes. Em ambas partes sobre anatomia e fisiologia você aprende *como* essas estruturas funcionam e como elas se relacionam com as outras partes do seu corpo. Uma parte do livro é dedicada à continuidade do ciclo da vida com capítulos sobre reprodução, nascimento e crescimento. A última parte do livro inclui informações úteis para aproveitar melhor o seu corpo e dicas interessantes para continuar o seu aprendizado sobre o corpo humano.

## *Parte I: A Posição certa para estudar anatomia*

Antes de começar a explicar em que parte do corpo estão certas estruturas, você precisa de um ponto de referência. É importante saber que sempre observamos o corpo humano como se estivéssemos olhando no espelho com as palmas viradas para frente. Assim você não confunde a esquerda com a direita. Eu não quero que você ache que o seu fígado fica do lado esquerdo!

Nesta parte do livro você vai analisar o corpo como um *organismo* humano completo. No primeiro capítulo, você descobre que o ser humano é um organismo, da mesma maneira que a minhoca é um organismo. Os sistemas de órgãos gerenciam os organismos — todos os organismos — e esses sistemas de órgãos são compostos de órgãos, que são compostos de tecidos, que são compostos de células, que são compostas de moléculas, que são compostas de átomos. Todos os organismos celulares são basicamente iguais; explico passo a passo como os organismos “se diferenciam” — como se tornam diferentes um do outro.

O capítulo 2 apresenta um resumo dos demais capítulos sobre fisiologia no livro. Descrevo os processos celulares básicos que ocorrem em cada organismo — inclusive os humanos. Esses processos incluem a metabolização, homeostasia (manter o equilíbrio), crescimento, transferência de energia, mobilidade e reprodução. Neste capítulo também há informações básicas sobre a genética, explicando como os cromossomos transferem o material genético durante a divisão celular.

O capítulo 3 ajuda você a desenvolver uma perspectiva anatômica. Explico os conceitos básicos dos planos do corpo, as cavidades, as secções e membranas, para você poder ler Parte II ou Parte III e aprender tudo sobre as estruturas e funções específicas do nosso corpo.

## *Parte II: Anatomia dos pés à cabeça*

Os capítulos na segunda parte apresentam o esqueleto do corpo, os músculos que possibilitam o movimento do esqueleto, e a pele que protege os músculos e órgãos. Também a partir desta parte do livro cada capítulo inclui uma seção de fisiopatologia. A fisiopatologia é o ramo da fisiologia que estuda como se desenvolve uma doença através das alterações na estrutura ou função da parte do corpo ou sistema. Esta seção inclui as doenças e condições mais comuns que afetam o sistema do corpo discutido em cada capítulo. A fisiologia explica como as estruturas funcionam em conjunto e como os processos do corpo funcionam; a fisiopatologia explica o que acontece quando algo dá errado.

## *Parte III: Focando em fisiologia*

Esta parte do livro entra nos sistemas do corpo, o lado fisiológico do curso sobre anatomia e fisiologia. Os cursos de anatomia e fisiologia sempre explicam primeiro como funcionam os ossos e músculos, mas a maior parte do curso ensina como os sistemas do corpo funcionam em conjunto. Esta seção é longa porque o corpo possui muitos sistemas diferentes. Um dos principais temas do livro é mostrar como os sistemas do corpo sempre trabalham em conjunto. Por isso faz sentido apresentar a fisiologia numa parte só, que inclui todos os sistemas do corpo. A única exceção é o sistema reprodutivo, que está incluído na parte dedicada à criação de um novo organismo.

## *Parte IV: Criando novos corpos*

As partes II e III focam nas estruturas e nos processos que mantêm um organismo (homem ou mulher) vivo, respirando e funcionando. Esta parte do livro fala da continuação do ciclo da vida; isso quer dizer como um novo organismo (um bebê) é criado. Nesta parte aparecem os processos de reprodução, nascimento e desenvolvimento. Desenvolvimento se refere às mudanças que ocorrem num organismo, e capítulo o 15 fala do desenvolvimento do ser humano desde antes do nascimento até a morte. As fases de desenvolvimento humano incluem zigoto, embrião, feto, bebê, criança, adolescente e adulto. Você descobre as mudanças que ocorrem quando o adulto envelhece a caminho da morte. Pode parecer mórbido, mas é muito natural.

Espero sinceramente que lendo esse livro você entenda que faz parte da natureza e que você aprecie o seu corpo agora e aproveite o tempo para curtir todas as suas capacidades antes de completar o seu ciclo de vida.

## *Parte V: A Parte dos Dez*

Essa parte divertida inclui dois capítulos úteis. O primeiro apresenta dez maneiras para manter seu corpo saudável. Espero que depois de entender como seu corpo funciona, você queira cuidar bem dele. O outro capítulo inclui excelentes sites para você pesquisar mais informações sobre anatomia e fisiologia ou testar o seu aprendizado. Divirta-se!

# Ícones Utilizados Neste Livro

Neste livro, você encontrará ícones nas margens. Eles existem para ajudá-lo a encontrar facilmente os tipos certos de informação. Eis uma lista dos ícones que você verá:



Quando você vir este ícone, estarei tentando enfatizar uma informação que pode ser útil algum dia.



Este ícone aponta informações mais técnicas – geralmente quando, onde e/ou como as coisas eram feitas e como foram feitas. Por exemplo, este ícone marca parágrafos que informam qual sociedade inventou o papel e quem criou uma bússola mais precisa.



As informações deste ícone são dados interessantes sobre o corpo. Esses ícones fornecerão alguns fatos para que você impressione (ou deixe de queixo caído) pessoas ou colegas.



Este ícone marca os principais conceitos históricos que devem ser lembrados durante a leitura. Ele também aponta que você pode precisar recorrer novamente ao trecho apontado durante a leitura do livro.

## Onde Ir a Partir Daqui

Na maioria dos livros *Para Leigos*, você pode pular qualquer parte do livro e ler os trechos que mais interessam. Você poder fazer isso com esse livro também. Mas mesmo assim aconselho ler por ordem. O corpo é composto de estruturas cada vez mais complexas — células formam tecidos, que formam órgãos, que formam sistemas e em seguida organismos completos. Da mesma maneira, as informações sobre anatomia e fisiologia são baseadas nas informações anteriores. É muito difícil entender como funciona o sistema imunológico sem entender como funciona o sistema respiratório. Também é complicado entender como seu corpo transforma nutrientes e oxigênio em restos e dióxido de carbono se você não entende por que seu corpo precisa fazer isso. Se você já tem um conhecimento básico do metabolismo e da organização das estruturas do corpo, você pode ler o livro em qualquer ordem. Outra sugestão seria ler o livro mais de uma vez; da primeira vez ler os capítulos por ordem e depois ler na ordem que você quiser.

Quanto mais você ler sobre anatomia, mais você vai entender sobre fisiologia. E com tempo, o corpo nem parece mais tão complicado e complexo e passa ser um grupo de sistemas lógicos, organizados de uma forma elegante e artística.



# Parte I

# A Posição Certa para Estudar Anatomia

A 5<sup>a</sup> Onda

Por Rich Tennant



## *Nesta parte...*

**A**ntes de começar a explorar onde ficam as partes do corpo e quais são suas funções, é preciso entender como o corpo funciona. O capítulo 1 revela o interior do seu corpo, desde o menor (os átomos) até o maior (os sistemas dos órgãos). O capítulo 2 passa por uma lista de tarefas — as funções que o seu corpo exerce regularmente para sobreviver e continuar a espécie: metabolizar nutrientes e oxigênio; manter o equilíbrio entre os sistemas e com o ambiente externo; desenvolver e substituir células quando envelhecemos; movimentar e reproduzir. A seção sobre a substituição de células explica os conceitos básicos da genética. O capítulo 3 mostra como observar e pensar sobre o corpo humano para poder entender a estrutura e função.

## **Capítulo 1**

# **Soma das Partes**

### **Neste Capítulo**

- Compreender o que é o estudo de anatomia
- Conhecer o objetivo da fisiologia e da fisiopatologia
- Entender os processos que o corpo precisa realizar para sobreviver
- Observar a anatomia: regiões e cavidades

**“p**artes são partes”, o velho comercial do frango que foi ao ar, onde partes de uma galinha morta são prensadas em um risole, talvez não tenha importância para algumas pessoas (mas é importante para mim!), mas quando você está falando sobre a vida, a respiração dos animais, as partes não são apenas partes. Uma parte é uma porção de um todo e nem sempre damos muita importância às partes. Mas quando se trata do nosso corpo, cada parte merece uma explicação à parte.

Cada parte do corpo exerce uma função importante e específica, sem a qual o corpo não funciona como deveria. Muitas partes trabalham em conjunto para manter o seu corpo em pleno funcionamento.

O estudo da estrutura e do posicionamento destas partes é chamado de *anatomia*; o estudo da função destas partes é chamado de *fisiologia*. Por exemplo, quando estudamos a anatomia do coração, analisamos as válvulas, ventrículos e vasos sanguíneos. Visualizando as estruturas do coração fica mais fácil entender a fisiologia do coração, como por exemplo, o coração circula o sangue pelas válvulas, ventrículos e artérias. Este capítulo apresenta uma visão geral da anatomia e fisiologia e explica por que muitas vezes são apresentadas juntas. Este capítulo também mostra a perspectiva correta para observar o corpo, enquanto você lê sobre anatomia. Você também vai ver as camadas que compõem o corpo.

## ***Dissecando a Anatomia, Fisiologia e a Fisiopatologia***

Resumindo, a anatomia é o estudo das partes do corpo. Bom, isso seria como dizer que arte é apenas o uso de tinta ou dirigir é somente uma questão de ligar o carro.

A fisiologia sempre acompanha a anatomia. Já ouviu a frase “a forma segue a função”? Pois é, explica em termos gerais porque a anatomia e fisiologia são inseparáveis. Fisiologia se concentra na função das partes do corpo, desde as grandes até as microscópias. A anatomia se concentra na forma do organismo; quer dizer, em todas as partes que compõem este organismo. “A forma segue a função” significa que as partes do corpo têm certa aparência por causa da função que precisam exercer. Em geral isso é verdade. Várias partes evoluíram para executar tarefas específicas para as quais são muito bem adequadas.

A próxima seção oferece uma breve explicação dos conceitos básicos de anatomia e fisiologia para entender como essas duas ciências juntas ajudam você a entender o corpo humano. Também vou falar da *fisiopatologia*, a ciência que analisa a sequência de eventos que resultam de uma doença. Assim, os fisiopatólogos podem sugerir como melhorar a saúde do paciente.

## Anatomia e os seus parentes

Se você sabe que a mão está conectada ao braço, e o braço está conectado à escápula, e a escápula está conectada à clavícula, e a clavícula está conectada às costelas, você sabe tudo da anatomia — certo? Até certo ponto, sim. A anatomia é um tema amplo e há pessoas que passam a vida inteira tentando compreender apenas uma ou duas pequenas partes dela. Portanto, a disciplina de anatomia contém várias subdisciplinas — podemos chamá-las de parentes da “Ana Tomia”. Veja os seguintes exemplos:

- ✓ **A anatomia de desenvolvimento** se concentra em como um indivíduo se desenvolve desde o óvulo fecundado até a pessoa adulta. Os anatomistas do desenvolvimento analisam como certas partes do corpo ou *sistemas* (grupos de partes que trabalham juntos) mudam ao longo da vida (veja capítulo 15).
- ✓ **A anatomia macroscópica** estuda as grandes partes do corpo que são visíveis a olho nu. Os cientistas observam cuidadosamente cada detalhe dos órgãos, músculos, ossos, nervos e vasos sanguíneos.
- ✓ **A anatomia histológica** trata dos diferentes tipos de tecido e as células que os compõem. Anatomistas histológicos utilizam vários tipos de microscópios para estudar as células e os tecidos que formam as partes do corpo. (veja capítulo 3 para mais informações sobre a histologia).

O radical *histo* - refere-se a tecidos, como no ramo da ciência que se dedica ao estudo de células. É derivado da palavra grega *histos*, que significa tela ou tear. Os tecidos são como uma malha feita de células.



## Os benefícios da bioengenharia

Se você ou algum conhecido tem um braço ou uma perna protética, pode agradecer o anatomicista por ter viabilizado o movimento de um membro danificado ou enfermo. Sem os anatomicistas, o ramo da bioengenharia — que aplica os princípios da engenharia para fins biológicos ou médicos — não existiria.

Antes de tudo, os cientistas precisavam ter um conhecimento profundo de cada estrutura do corpo humano, tanto interna como externamente, para criar partes substitutas.

Hoje em dia, as próteses não consistem apenas de braços ou pernas. Quadris, corações, válvulas e partes cada vez menores podem ser substituídas também. Nem os óculos ou lentes de contato, de uso tão comum, existiriam se os anatomicistas não tivessem descoberto como funciona o olho. Cada nova descoberta dos anatomicistas é repassada aos outros cientistas, como os bioengenheiros, para continuar criando novas formas de melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Todos esses ramos da anatomia não se concentram apenas nos seres humanos, apesar de alguns anatomicistas se especializarem na anatomia humana. Os anatomicistas do desenvolvimento, macroscópios e histológicos também podem estudar os corpos e partes de animais, e esses estudos são importantes. O trabalho dos anatomicistas contribui para os avanços na medicina, como a melhoria de técnicas cirúrgicas ou o desenvolvimento de próteses projetadas pelos bioengenheiros. Neste livro você encontra mais informações sobre os principais ramos da anatomia.

## A função da fisiologia

Apesar da impressão que as partes do corpo funcionam ou se movimentam sozinhas, cada parte costuma acionar outra parte — isso é o estudo da fisiologia. Por exemplo, tirar a mão do fogão quente não envolve apenas o movimento da mão e do braço, mas exige também a função do cérebro e dos nervos; correr envolve não somente os músculos das pernas, mas também a função dos pulmões para respirar. Se observar as partes menores do corpo — dos órgãos aos tecidos, dos tecidos às células, das células às moléculas — você começa a entender como mais e mais partes do corpo trabalham em conjunto.



Da mesma forma que várias partes e sistemas do corpo trabalham em conjunto para alcançar um único objetivo (como mover, digerir e reproduzir), as estruturas ou sistemas individuais do corpo também podem exercer mais de uma função. Por exemplo, os vasos sanguíneos funcionam como uma rede de rodovias, e o sangue e suas células seriam os caminhões carregando e descarregando material. As células sanguíneas não só fazem parte do sistema circulatório, mas também são um componente essencial dos sistemas respiratório, digestório e imunológico, onde exercem várias funções fisiológicas descritas na Tabela 1-1.

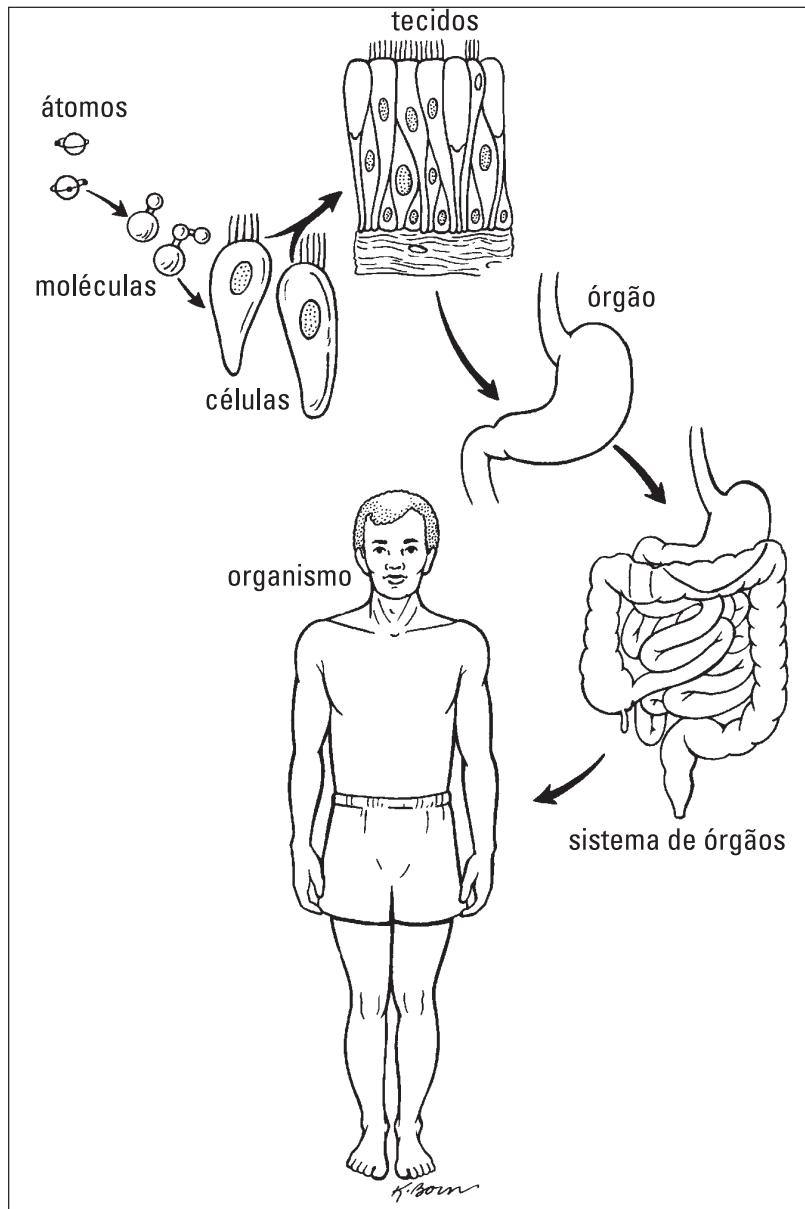
Tabela 1-1:	As funções das células sanguíneas
Processo	A contribuição do sangue
Respiração	Leva o oxigênio dos pulmões a todas as células do corpo
Digestão	Transporta os nutrientes derivados dos alimentos ingeridos a todas as células do corpo
Excreção e urinação	Transporta os restos excretados pelas células que filtram o sangue para remover os restos
Imune	Transporta as células que combatem organismos que invadem o corpo

O sangue e as células sanguíneas trabalham em conjunto com vários outros sistemas no corpo para assegurar o seu funcionamento correto. O sangue é uma entidade anatômica, mas consiste de vários tipos de células diferentes, com muitas funções fisiológicas.

A próxima seção deste capítulo explica quais são os componentes básicos que compõem o seu corpo e suas funções fisiológicas. A parte II deste livro apresenta detalhadamente as estruturas anatômicas, e a parte III foca na fisiologia, mostrando como os sistemas do corpo trabalham em conjunto.

## *Construindo o Corpo: dos Átomos aos Órgãos*

O seu corpo como um todo forma um organismo. Porém, muitas e muitas partes compõem este todo. Se pensarmos nos diferentes níveis do corpo (veja Figura 1-1), percebemos que muitas partes fazem parte de outras partes. É como um pinheiro. Primeiro, vemos a árvore inteira — um organismo inteiro — mas, olhando de perto podemos ver os galhos. E observando os raminhos em cada galho reparamos em cada agulha. Milhares, ou provavelmente milhões, de agulhas existem neste pinheiro. Essa mesma analogia se aplica ao corpo humano ou animal. Primeiro, vemos o corpo inteiro. Mas o corpo inteiro é composto de partes e órgãos, e cada parte e órgão é composto de vários tecidos. E, se você examinar, como os patologistas fazem, uma mostra de algum tecido humano através do microscópio, observará milhões de células. E ainda podemos aumentar a magnificação e reparar que as células contêm moléculas formadas de componentes ainda menores, os *átomos*.





## Que tal uma pitada de química na sua anatomia?

Aposto que você não esperava encontrar uma aula de química no seu livro de anatomia. Bom, aproveita porque é de graça. Mas se você realmente entende de bons negócios, já sabe que a minha oferta não é nada especial. Afinal, a química desempenha um papel central em muitas disciplinas científicas; obviamente nas ciências químicas, mas também na física e biologia. Como o meu professor de química sempre dizia, “a química é a ciência essencial. Por isso os laboratórios de química estão localizados no segundo andar, entre o andar da física e biologia.”

Os seres vivos são compostos de substâncias químicas; animais e plantas são recipientes lindos e incríveis de milhões de reações químicas. Por isso preciso explicar um pouco sobre estas substâncias químicas e como elas reagem dentro do seu corpo. Você está pronto?

Aposto que quando falei em substâncias *químicas* você logo pensou naqueles elementos encontrados na *tabela periódica* (aquele tabela enorme que contém os dados essenciais sobre cada substância encon-

trada dentro, sobre e em volta da Terra). Cada substância da tabela periódica é um elemento encontrado em algum lugar neste planeta — no ar, na água, no solo ou enterrado embaixo da terra. Pode até parecer que estou levando essa discussão para o lado da geologia, mas fica tranquilo porque tem tudo a ver com a anatomia.

Há bilhões de anos atrás, o planeta estava coberto de muitos e muitos vulcões ativos que formaram a terra após a solidificação da lava. Os gases contidos nas erupções vulcânicas se tornaram moléculas inorgânicas na terra. Durante este período, o hidrogênio liberado nas erupções vulcânicas se juntou com o oxigênio na atmosfera para criar água. Depois as matérias primas (água, terra e energia) formaram a base das células. E ao longo de bilhões de anos, os organismos vivos se desenvolveram a partir destas células. (veja *Biologia Para Leigos*®, de Donna Rae Alegriense [Editora Alta Books]). Portanto, essas matérias-primas que deram inicio à vida ainda estão presentes em cada ser vivo na terra — tanto nos animais como nas plantas. Essas matérias brutas são o que chamamos de *elementos*.

Átomos, moléculas, células, tecidos, órgãos e sistemas de órgãos são os componentes básicos que compõem o corpo. Neste sentido, também são os componentes do resto deste livro. Vale a pena conhecer esses componentes mais básicos para entender como as suas funções afetam as demais partes do corpo.

### **Combinando átomos para construir as moléculas**

Um *átomo* é a menor parte possível de um elemento que ainda retém todas as propriedades daquele elemento. Por exemplo, um átomo de hidrogênio reage da mesma forma que um barril cheio de hidrogênio. Cada átomo é um componente básico. Se você combinar dois átomos de hidrogênio ( $H$ ), eles formam uma molécula ( $H_2$ ).

Se adicionar essa molécula de hidrogênio a um átomo de oxigênio ( $O$ ), criamos a *molécula* de água. Uma *molécula* é uma conglomeração de átomos. Entendeu?

Seu corpo contém muitas moléculas diferentes que formam partes ativas como células (veja a próxima seção) e substâncias produzidas por algumas dessas partes, como hormônios (veja capítulo 8). O resto deste livro se dedica a mostrar todas as suas partes e explicar detalhadamente como funcionam.

## Só células: a essência da vida

Suas células exercem muitas funções importantes que são essenciais para o seu dia-a-dia. Enquanto você respira, suas células substituem o ar *sujo* pelo ar *limpo*. Enquanto você come, as células produzem *enzimas* (proteínas que aceleram uma reação química) que digerem a comida e convertem os nutrientes numa energia utilizável. Resumindo, as suas células são como minimotores que movimentam o seu corpo.

Cada célula no corpo exerce as mesmas tarefas que o seu corpo exerce como todo:

- ✓ Converter energia
- ✓ Digerir comida
- ✓ Excretar restos
- ✓ Reproduzir
- ✓ Ingerir oxigênio

A célula é o menor componente que exerce todas essas funções importantes. Por isso a célula é a “unidade fundamental da vida”. Todo ser vivo tem células, e essas células exercem basicamente as mesmas funções, seja no ser humano, num cavalo ou numa flor. Veja capítulo 3 para uma explicação mais detalhada sobre as células.

## Tecendo os tecidos

O corpo contém vários tipos de células diferentes, como células sanguíneas, nervosas e musculares. Quando as células do mesmo tipo “se encontram” e exercem a mesma função, elas formam um *tecido*. O primeiro tipo de *tecido* que provavelmente vem à mente é a pele, ou talvez em alguma peça de algodão ou seda. Na verdade, o seu corpo contém quatro tipos de tecido.



- ✓ **tecido conjuntivo**, que é encontrado no sangue e nos ossos, serve para sustentar e unir as partes do corpo.
- ✓ **tecido epitelial** é o tipo de tecido que reveste os órgãos e cobre o corpo.
- ✓ **tecido muscular** — surpresa! — é encontrado nos músculos e permite a movimentação das partes do seu corpo através das ações de contração e relaxamento.
- ✓ **tecido nervoso** transmite impulsos e forma nervos.

Para mais informações sobre os tipos de tecido e o que eles fazem, leia o capítulo 3.

## *Órgãos (não os musicais)*

Os átomos compõem as moléculas; as moléculas compõem as células; as células compõem os tecidos e dois ou mais tipos de tecidos trabalhando juntos formam um órgão.

Um órgão é uma parte do corpo que exerce uma função fisiológica especializada. Por exemplo, o estômago contém tecido epitelial, tecido muscular, tecido nervoso e tecido conjuntivo, e o estômago tem a função fisiológica específica de digerir comida. (O capítulo 11 explica o funcionamento do estômago no sistema digestório; os órgãos são explicados na segunda e terceira partes do livro.).

## *Organizando os seus sistemas de órgãos*

Um *sistema de órgãos* é um grupo de órgãos especializado que trabalha junto para alcançar uma meta fisiológica importante. Por exemplo, a boca, o esôfago, o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso são todos órgãos do sistema digestório. O sistema digestório é o sistema de órgãos responsável por digerir e transformar comida em nutrientes que podem ser transportados pelo sangue. (Veja capítulo 11 para mais informações sobre o sistema digestório).

Os capítulos na Parte III explicam como funcionam os principais sistemas de órgãos e descrevem as suas estruturas e funções fisiológicas, e também o que pode dar errado com esses sistemas e órgãos.

## *Classificando as Suas Partes*



A ciência está repleta de termos em latim, e como a anatomia é uma ciência, não é muito diferente. Cada parte do corpo tem um nome científico em latim. Mas em vez de sobrecarregar você com nomes científicos, a Tabela 1-2 apresenta uma lista útil com as raízes das palavras em latim mais comuns. Quando você encontrar essas raízes, vai ser mais fácil decifrar o significado do termo.

**Tabela 1-2 As Raízes Latinas de Termos Anatômicos Comuns**

<i>Raiz em latim</i>	<i>Significado</i>	<i>Exemplo</i>
Aden-	glândula	adenopatia (doença numa glândula)
Angi-	vaso	angioplastia (técnica para abrir o tecido que reveste o vaso sanguíneo)
Artr-	articulação	artrite (inflamação na articulação)
Bronco-	traquéia	bronquite (inflamação do tubo que leva o oxigênio da traquéia ao pulmão)
Carcin-	câncer	Carcinógeno (substância que causa câncer)
Cardi-	coração	parada cardíaca (parada do batimento do coração)
Carp-	punho	síndrome do tunel do carpo (condição dolorosa causada pela compressão do nervo entre os ossos do punho)
Col-	bílis	colesterol (produzido no fígado junto com o bílis)
Derm-	pele	dermatite (inflamação da pele)
Eritro-	vermelho	eritrócito (glóbulo vermelho do sangue)
Gastr	estômago	suco gástrico (ácidos e enzimas que digerem a comida quimicamente)
Hemat-	sangue	hematócrito (volume de hemácias presentes numa amostra)
Histo-	tecido	histocompatibilidade (compatibilidade entre o tecido de um doador e o receptor)
Pato-	doença	patógeno, patologia
Sept-	contaminação	choque séptico (queda de pressão causada pela contaminação do sangue)

## Veja Bem!

Quero ter certeza que você me entende quando eu usar certos termos. Se você não estudar o seu corpo da perspectiva correta, pode confundir esquerda com direita. Essa seção mostra as posições anatômicas, os planos, as regiões e cavidades, e as principais membranas que alinham o corpo e o dividem em seções.

### Assumindo a posição

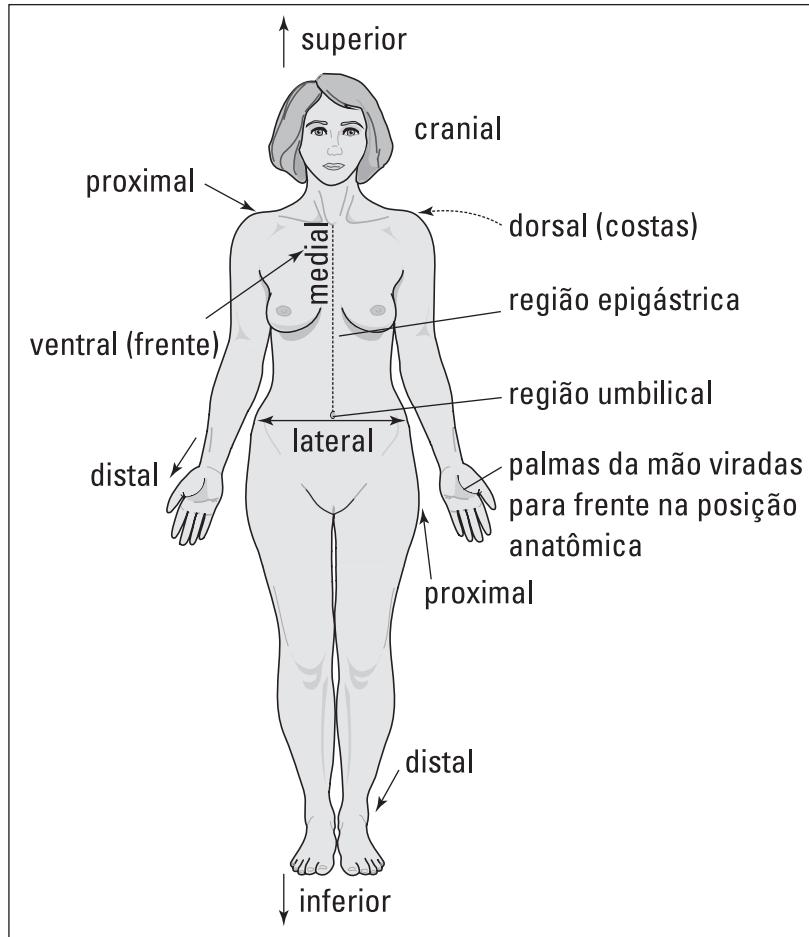
Pare de ler um pouco. Levante e olhe para frente. Estenda os seus braços ao longo do corpo com as palmas viradas para frente. Essa é a *posição anatômica* (veja Figura 1-2). Sempre quando observamos um desenho anatômico, o corpo está nessa posição. Usar essa posição como padrão evita confusão. Se um anatomista observar o corpo por trás e se referir ao lado direito, e outro anatomista observar o corpo de frente e também fala do lado direito, pode gerar confusão. A posição anatômica evita esse tipo de problema.

Essa lista contém os termos descritivos anatômicos mais comuns usados neste livro e em qualquer outro livro sobre este assunto:



- ✓ **Anterior:** na frente ou parte dianteira do corpo
- ✓ **Posterior:** atrás ou parte detrás do corpo
- ✓ **Dorsal:** parte posterior do corpo
- ✓ **Ventral:** parte anterior do corpo
- ✓ **Caudal:** próximo ou na direção do cóccix
- ✓ **Prona:** deitado de bruços, com o rosto virado para baixo
- ✓ **Supina:** deitado de costas, com o rosto virado para cima
- ✓ **Lateral:** de lado ou próximo a parte lateral do corpo
- ✓ **Medial ou Mediano:** no centro do corpo
- ✓ **Proximal:** mais próximo do ponto de referência ou do tronco (lembra próximo)
- ✓ **Distal:** mais distante do ponto de referência ou do tronco (lembra distância)
- ✓ **Superficial:** próximo a superfície do corpo

- ✓ **Profundo:** mais distante da superfície do corpo
- ✓ **Superior:** localizado mais alto ou acima de outra parte
- ✓ **Inferior:** localizado mais baixo ou embaixo de outra parte
- ✓ **Central:** próximo ao centro (mediano) do corpo ou no centro de um órgão
- ✓ **Periférico:** distante do centro do corpo ou do órgão



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Dividindo a anatomia

Se você já estudou geometria, sabe que planos são superfícies planas e uma linha reta pode conectar dois pontos nesta superfície plana.

Planos geométricos podem ser posicionados em qualquer ângulo. Na anatomia, três planos dividem o corpo em seções. A Figura 1-3 mostra cada plano. Separamos o corpo em seções –também chamados de *cortes* – para identificar a qual *metade* do corpo nos referimos.

Os planos anatômicos são:



- ✓ **Plano frontal ou coronal:** divide o corpo em parte anterior e parte posterior.
- ✓ **Plano mediano ou sagital:** esse plano vertical divide o corpo verticalmente num lado esquerdo e direito. Se o plano vertical cortar o corpo exatamente no meio, ele é chamado de plano *sagital mediano*. O plano sagital também pode cortar o corpo verticalmente em qualquer outro ponto, criando uma seção *longitudinal*.
- ✓ **Plano transversal:** divide o corpo horizontalmente, numa parte superior e inferior. A divisão horizontal não divide o corpo necessariamente em duas partes iguais; isso quer dizer, um plano transversal nem sempre corta na cintura para separar o corpo numa parte superior e inferior. Planos transversais podem cortar o corpo em qualquer ponto para criar *seções transversais*. Quando observamos uma seção transversal de uma parte do corpo, imaginamos o corpo dividido horizontalmente. Imagine uma caixinha de música com uma tampa que abre com uma dobradiça. O plano transversal é onde a tampa se separa da parte inferior da caixa. Imagine levantando a tampa para abrir a caixinha e observar o material que reveste a tampa. Essa é a vantagem do plano transversal.



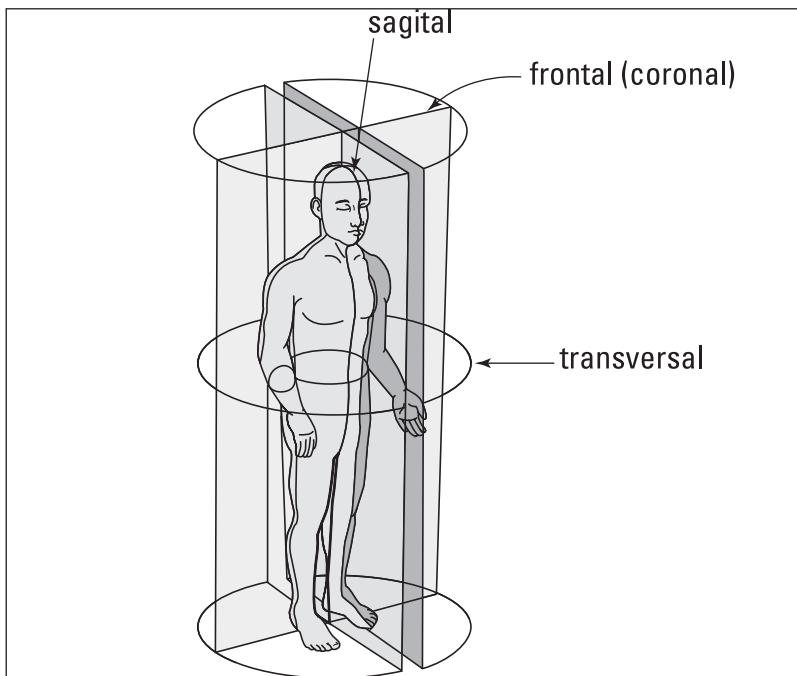
Planos anatômicos podem cortar o corpo em qualquer ângulo — os planos são arbitrários para a conveniência dos anatomistas. As estruturas do corpo, especialmente as articulações, não se alinham ou se movimentam conforme os planos ou eixos padrões.

## Mapeando as suas regiões



Três tipos de planos dividem o corpo, mas as regiões também dividem o corpo. Como um mapa, as regiões indicam uma área específica. O corpo está dividido em duas grandes áreas; axial e apendicular. O corpo axial segue exatamente o eixo central e consiste de tudo menos os membros, ou seja, cabeça, pescoço, tronco (costas e peito), abdômen e pelve. O corpo apendicular consiste dos apêndices (membros), também conhecidos como pernas e braços. Cada parte da porção axial e apendicular do corpo contém as regiões descritas na tabela 1-3.

**Figura 1-3:**  
Planos  
do corpo:  
frontal  
(coronal),  
transversal  
e sagital.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

**Tabela 1-3**

**Regiões do corpo**

<b>Axial</b>	<b>Apendicular</b>
<b>Cabeça e pescoço</b>	<b>Bracos</b>
cefálica (cabeça)	braquial (parte superior do braço)
cervical (pescoço)	cárpica (punho)
cranial (crânio)	cubital (cotovelo)
frontal (testa)	antebraço (parte inferior do braço)
occipital (parte posterior da cabeça)	palmar (palma)
oftalmológico (orbital, olhos)	
oral (boca)	
nasal (nariz)	

*(continua)*

**Tabela 1-3 (continuação)**

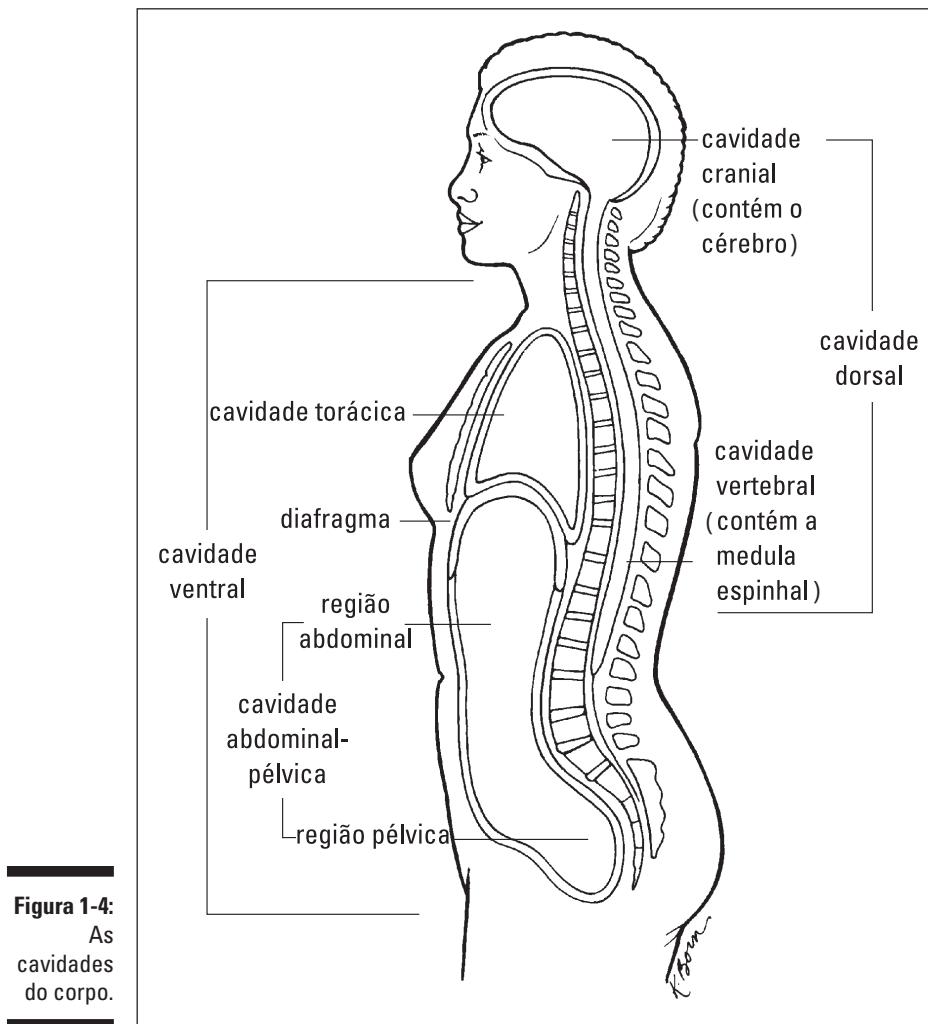
<b>Axial</b>	<b>Apendicular</b>
<b>Tórax</b>	<b>Pernas</b>
axilar	femoral (coxa)
costal (costela)	parte inferior da perna (abaixo do joelho)
mamário (mama)	pedal (pé)
pectoral (peito)	poplíteo (parte posterior do joelho)
vertebral (vêrtebras)	
<b>Abdômen</b>	
celíaco (abdômen)	
glútea (nádegas)	
virilha (área do abdômen perto da coxa)	
inguinal (região)	
lombar (parte inferior das costas)	
pélvica (parte inferior do abdômen)	
perineal (área entre o ânus e os órgãos sexuais externos)	
sacral (parte final da coluna vertebral)	

***Vai fundo; explore as cavidades***

Se removesse todos os seus órgãos internos, o corpo ficaria vazio, salvo os ossos e tecidos que formam o espaço onde estavam os órgãos. As cavidades do corpo são os buracos onde se encaixam os órgãos (veja Figura 1-4). As duas cavidades principais são a *cavidade dorsal* e a *cavidade ventral*.

A cavidade dorsal consiste de duas cavidades que contêm o sistema nervoso central. O primeiro é a *cavidade cranial*, o espaço dentro do

crânio que contém o seu cérebro. O segundo é a *cavidade vertebral*, o espaço dentro das vértebras por onde passa a medula espinhal.



A cavidade ventral é muito maior e, salvo o seu cérebro e medula espinhal, contém todos os demais órgãos. Esta cavidade é dividida pelo diafragma em cavidades menores: *cavidade torácica*, que contém o coração e pulmões, e a cavidade *pélvica-torácica*, que contém os órgãos do abdômen e da pelve. Os órgãos abdominais são o estômago, fígado, vesícula, baço, e a maior parte dos intestinos. A cavidade pélvica contém os órgãos reprodutivos, a bexiga, o reto e a parte inferior dos intestinos.

O abdômen é ainda dividido em quadrantes e regiões. O plano sagital mediano e um plano transversal se cruzam num eixo imaginário que passa através do umbigo e divide o abdômen em quadrantes (quatro partes). Imagine uma cruz dividindo o abdômen num quadrante superior direito, quadrante superior esquerdo, quadrante inferior direito e quadrante inferior esquerdo. Os médicos se referem a essas áreas quando um paciente descreve sintomas de dor abdominal.

As regiões da cavidade abdominopélvica incluem as seguintes:



- ✓ **Epigástrica:** acima do estômago e na parte central do abdômen, logo acima do umbigo
- ✓ **Hipogástrica:** não quer dizer que sente qualquer dorzinha ou mal-estar, mas é a região a direita e a esquerda da região epigástrica, imediatamente abaixo da caixa torácica (*hypo-* quer dizer abaixo e *chondros-* quer dizer cartilagem)
- ✓ **Hipogástrica:** embaixo do estômago e na parte central do abdômen, logo embaixo do umbigo
- ✓ **Ilíaca:** a região à esquerda e à direita das regiões hipogástricas, próximas aos ossos do quadril
- ✓ **Umbilical:** a região em volta do umbigo
- ✓ **Lombar:** forma a região posterior inferior à direita e à esquerda da região umbilical.

## *Nada é Perfeito: Quando as Coisas dão Errado*

Bom, agora você sabe que a fisiologia é o estudo das funções e dos processos que ocorrem dentro do corpo. Mas, como na vida, nada é perfeito. Doenças acontecem. O corpo envelhece e os processos perdem eficiência. Quando os sistemas do corpo enfrentam problemas a saúde se deteriora.

Em grego, a palavra *pato*s significa sofrimento. Quem é ator ou artista sabe que *pato*s é a expressão da emoção ou compaixão pelo sofrimento dos outros.



Na ciência e na medicina, a raiz da palavra *pato*- é encontrada em termos como *patologia*, o estudo das mudanças estruturais causadas pelas doenças (como tumores causados pelo câncer e como afetam um organismo). Uma substância patogênica é uma substância que causa doença, como uma bactéria ou vírus. E nessa seção, focamos na *fisiopatologia*, o estudo das anormalidades funcionais que ocorrem quando uma pessoa desenvolve alguma doença.



Por exemplo, quando uma mulher desenvolve um tumor no pulmão, um patologista analisa os resultados do exame para determinar a localização e o tamanho do tumor; se o tumor é benígno ou malígno e o estado de avanço. O patologista examina as mudanças estruturais que ocorreram no pulmão por causa do tumor. Porém, o fisiopatologista se concentra nas anormalidades na função do pulmão que ocorrem por causa do tumor. Por exemplo, essas anormalidades podem limitar a expansibilidade do pulmão, limitando a quantidade de oxigênio que uma pessoa pode inspirar e/ou reduzir a capacidade do sangue de oxigenar os brônquios e assim afetar outras funções fisiológicas.

Ao longo deste livro, sempre que possível, incluí uma seção sobre a fisiopatologia para acompanhar a fisiologia normal para você entender o que acontece com o corpo quando ele é atingido por alguma doença.

## Saber o que Faz Bem

Explorar o corpo humano é interessante, fascinante, desafiador e muito importante. Entendendo como o seu corpo funciona, você estará mais bem preparado para prevenir doenças e melhorar a sua saúde. Você vai entender porque fazer escolhas saudáveis e ainda vai entender melhor não só o que o seu médico diz, mas porquê.

Durante essa viagem pelo corpo humano, é importante lembrar que cada sistema do corpo interage com outros sistemas do corpo. O que você ingere ou faz com o seu corpo pode afetar o seu corpo inteiro. Leva tempo para entender tudo isso, mas é um tempo bem gasto. A minha esperança é que este livro contribua para o seu entendimento do corpo humano e sua capacidade e desejo de cuidar melhor do seu.



## Capítulo 2

# Ao Longo do Tempo: a Vida do seu Corpo

### **Neste capítulo**

- Ver as atividades diárias que o seu corpo exerce automaticamente
- Descobrir a importância da homeostase
- Entender o que acontece dentro de cada célula
- Aprender como produzimos energia
- Compreender os seus genes e como eles controlam as suas proteínas

**H**oje em dia estamos todos muito ocupados. Cada pessoa da família tem uma agenda cheia de atividades. O dever de casa das crianças exige atenção, temos tarefas domésticas, responsabilidades fora de casa, serviço voluntário, compromissos religiosos, e ainda o nosso trabalho. A lista é sem fim. Pelo menos não precisamos nos preocupar com tarefas como “lemburar de respirar” ou “manter o coração batendo”. O seu corpo cuida dessas necessidades básicas através de processos celulares automáticos e contínuos do metabolismo. Esse capítulo explica como isso acontece e porquê.

## *O Motor do seu Corpo: o Metabolismo*

O *metabolismo* descreve todas as reações químicas que ocorrem dentro do corpo. Algumas reações, chamadas de reações anabólicas, produzem produtos necessários. Outras reações, chamadas de reações catabólicas, quebram produtos.



Para não confundir os termos anabólico e catabólico, associe a palavra catabólico com catástrofe para lembrar que reações catabólicas quebram os produtos. Assim você sabe que as reações anabólicas criam produtos. O seu corpo exerce ambas funções catabólicas e anabólicas simultaneamente, 24 horas por dia, para manter o seu corpo vivo e em pleno funcionamento. Mesmo quando você dorme, as suas células trabalham. Você nunca descansa (pelo menos até morrer).

## *Por que as suas células metabolizam*

Imagine o seu corpo como se fosse um carro. O motor precisa de gasolina e óleo para funcionar. O sistema de combustível abastece o motor a gasolina. O radiador precisa de água para que o motor não superaqueça, e o sistema exaustor precisa eliminar os hidrocarbonetos que poderiam entupir o motor. Cada célula no seu corpo faz parte do seu motor porque cada célula converte combustível em energia utilizável. O seu sistema de combustível é o seu sistema digestivo, que fornece combustível para suas células. Em vez de um sistema exaustor que elimina as sujeiras, você possui um sistema excretor. E como um carro, seu corpo precisa de água.

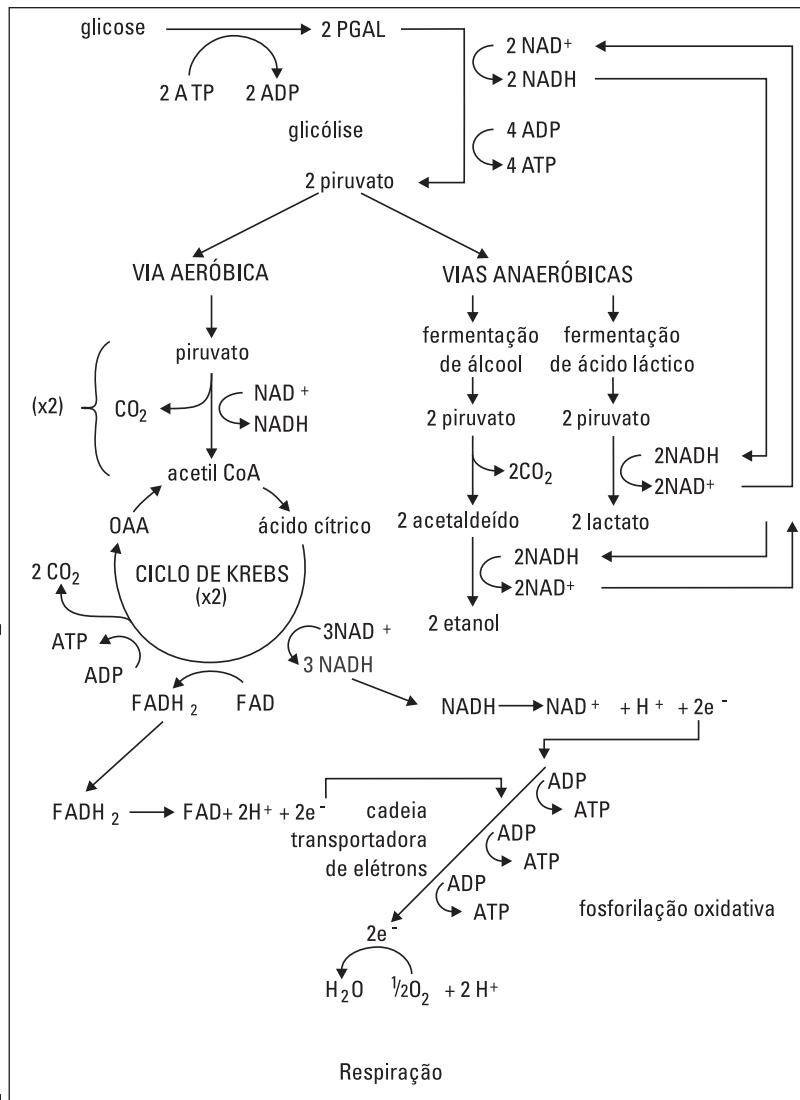
O combustível do seu corpo é a comida. Quando você come, o seu sistema digestório (veja capítulo 11) transforma a comida nos menores pedaços possíveis. Esses “pedaços” são os nutrientes – vitaminas, minerais, glicose, ácidos graxos e aminoácidos – que o seu corpo pode usar, e também os restos que são encaminhados para o seu sistema excretor. Os nutrientes são absorvidos pelo sistema digestório e transportados pelo sangue até todas as células. As células usam esses nutrientes para abastecer as reações do metabolismo. Durante as reações metabólicas, a energia contida nos nutrientes é convertida num composto chamado *Trifosfato de Adenosina* (ATP), que é o tipo de energia usado por todas as células. Então os nutrientes são catabolizados (quebrados) e o ATP é anabolizado (produzido). As suas células não conseguem usar diretamente “moléculas de pizza” para sobreviver, mas usa as moléculas de ATP, produzidas durante a digestão da pizza que você comeu.

## *Como as suas células metabolizam*

O capítulo 11 explica mais detalhadamente como o sistema digestório digere a comida para que ela seja absorvida pelo sangue. O capítulo 9 mostra como o sangue transporta os nutrientes pelo corpo todo até cada célula e elimina os excessos pelo sistema excretor. O capítulo 12 ensina como o sistema urinário filtra o sangue e remove os excessos do corpo. Este capítulo contém mais detalhes sobre as reações que ocorrem nas células para converter o combustível em energia utilizável. Vamos começar?

As reações que convertem o combustível em energia utilizável incluem glicólise, o ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa. Juntos, essas reações são chamadas de *respiração celular* (veja Figura 2-1). Leia as seguintes informações atentamente e com bastante calma. Sempre quando for preciso, revise ou releia este conteúdo. Não tem ninguém com pressa aqui.

**Figura 2-1:**  
A respiração celular: glicólise, aeróbica (ciclo de Krebs) respiração anaeróbica, e fosforilação oxidativa, que convertam a combustível em energia ATP.



A *glicólise*, o processo que quebra a glicose, acontece no citoplasma (a parte líquida) de cada célula. O produto da glicólise — ácido pirúvico — passa do citoplasma à organela celular (veja capítulo 3), chamada de *mitocôndria*. A mitocôndria é a “usina” da célula, porque é aqui que ocorre a conversão da energia. O ciclo de Krebs — também chamado de ciclo tricarboxílico ou ciclo do *ácido cítrico* — começa na matriz da *mitocôndria*, assim que o ácido pirúvico passa do citoplasma à mitocôndria.

Ao completar o ciclo de Krebs, as moléculas de alta energia que foram produzidas durante o ciclo de Krebs passam à *membrana da mitocôndria*, onde seguem pela cadeia transportadora de elétrons. No final desta cadeia, as moléculas são convertidas em ATP, e água é liberada.

ATP é a “moeda” da célula. Quando uma célula precisa de energia por exemplo quando precisa transportar substâncias através das membranas das células por transporte ativo (veja capítulo 3) — ela “paga” com moléculas de ATP. Como você não pode gastar dinheiro sem ganhar algum para repor a sua reserva, o seu corpo também não pode “gastar” energia sem adquirir mais combustível que possa ser convertido em moléculas de ATP. Converter combustível em ATP é ainda mais importante do que ganhar dinheiro. Sem dinheiro você pode ir a falência, o que não é nada bom; mas, sem ATP, você morre.

Consulte novamente a Figura 2-1. E revise esta figura quantas vezes for preciso durante as explicações sobre os processos e ciclos.

### *A via glicolítica (glicólise)*

Começando no topo da Figura 2-1, você vê que a glicose — a menor molécula possível que resulta da digestão de carboidratos — passa por um processo de glicólise, que desencadeia a respiração celular e utiliza um pouco de energia (ATP) neste processo. Duas moléculas de ATP são precisas para iniciar o processo glicolítico. Então mesmo produzindo quatro moléculas ATP durante as dez etapas da glicólise (vou lhe poupar os detalhes), o resultado final deste processo é de apenas duas moléculas de ATP (já que duas foram usadas no começo deste processo). Além dessas duas moléculas de ATP, a glicólise gera ácido pirúvico. E esse ácido pirúvico é o que entra nas vias aeróbicas ou anaeróbicas do ciclo de Krebs e em seguida converte o que era combustível em forma de glicose numa energia utilizável em forma de ATP.

### *O Ciclo de Krebs*

Duas moléculas de piruvato entram no ciclo de Krebs, que também é chamado de via aeróbica porque exige a presença de oxigênio para ocorrer. Esse ciclo é uma importante via biológica que não ocorre apenas nos humanos, mas em cada animal e planta.



## Indo mais fundo no ciclo de Krebs

Com a perda de água, o ácido cítrico é transformado em cis-asonitic ácido. Com a hidratação este ácido cisaconitato se transforma em ácido isocítrico. Agora entra o NAD<sup>+</sup> (nicotinamida adenina dinucleotídio), que converte o ácido isocítrico em alfa-cetoglutarato; a reação libera dióxido de carbono e NAHD. Quando é adicionado o NAD<sup>+</sup> e a coenzima A, o -cetoglutarato é convertido em acetil-coenzima A.

Essa reação libera dióxido de carbono e NADH. O trifosfato de guanosina (GDP) e uma molécula inorgânica de fosfato (Pi) se juntam ao acetil-CoA formando ácido succínico. A reação libera coenzima A e trifosfato de guanosina (GDP). O ácido succínico (ou succinato) é convertido em ácido fumárico (fumarato) quando é acrescentado dinucleotídeo de flavina adenina (FAD). FAD é um transportador de elétrons, como o NAD<sup>+</sup> é considerado uma enzima não protéica. Isso quer dizer que ajuda a repassar a energia para continuar as reações e alcançar o

objetivo final. Nesta reação FAD é reduzido à FADH<sub>2</sub>. Neste momento do ciclo, mais água é acrescentada ao fumarato (está vendo como é importante beber água?), que converte o fumarato em ácido málico (malato). NAD<sup>+</sup> volta para o ciclo e converte o ácido málico em OAA. NADH é liberado. Depois de completar um ciclo de Krebs, o resultado é a seguinte quantidade de moléculas altamente energéticas:

- U três moléculas de NADH (NAD<sup>+</sup> reduzido)
- U Uma molécula de FADH<sub>2</sub> (dinucleotídeo de flavina adenina reduzido)
- U Uma molécula de ATP

Bom, é simples entender que uma molécula ATP equivale a uma molécula ATP. Mas se ATP é a única molécula energética que o corpo pode utilizar, quantas moléculas de ATP resultam do NADH e FADH<sub>2</sub>? Continue lendo. (Dica: NADH e FADH<sub>2</sub> são convertidos em ATP durante a fosforilação oxidativa.)

Quando o piruvato entra na mitocôndria, a molécula de um composto chamado *nicotinamida adenina dinucleotídio* (NAD<sup>+</sup>) entra em ação.

NAD<sup>+</sup> é um transportador de elétrons (isso quer dizer que transporta energia), e alavanca o processo introduzindo um pouco de energia na via. O NAD<sup>+</sup> fornece tanta energia que quando se junta com o piruvato, libera dióxido de carbono, e forma a molécula NADH. O produto final desta reação completa é a acetil-coenzima A, que é uma molécula de carboidrato que inicia o ciclo de Krebs.



Ciclos são círculos. Produtos de algumas reações são usados em seguida para iniciar outras reações. Um exemplo é acetil CoA: este produto é gerado durante o ciclo de Krebs, mas também ajuda a iniciar o ciclo. Junto com água e acetil CoA, o *ácido oxaloacetato* (OAA) é convertido em *ácido cítrico*. Em seguida, uma série de reações ocorre durante o ciclo. Este processo todo está detalhado no quadro para você entender como o ácido cítrico se transforma em OAA.

### Fosforilação oxidativa (também conhecida como a cadeia respiratória e a cadeia transportadora de elétrons)

Os transportadores de elétrons produzidos durante o ciclo de Krebs — NADH e FADH<sub>2</sub> — são formados quando os seus parceiros oxidados (NAD<sup>+</sup> e FAD, respectivamente) são reduzidos. Quando uma substância é *reduzida*, ela ganha elétrons; quando é *oxidada*, perde elétrons. Então NADH e FADH<sub>2</sub> são compostos que ganharam elétrons, e portanto, energia. Na cadeia respiratória, as reações de oxidação e redução ocorrem frequentemente como uma forma de transportar energia. De fato, a cadeia respiratória também é chamada de cadeia transportadora de elétrons. No final da cadeia, o oxigênio aceita o elétron e a água é produzida.



As células produzem água durante o metabolismo. Um pouco dessa água permanece no corpo para regular a temperatura e exercer algumas outras funções. Um pouco de água se perde através de suor e expiração. O sistema urinário também elimina um pouco de água. Porque o corpo produz menos água do que ele precisa, você precisa beber água diariamente – 2 litros é a quantidade recomendada.

Enquanto NADH e FADH<sub>2</sub> passam pela cadeia respiratória (ou transportadora de elétrons), eles perdem energia com a oxidação e redução, oxidação e redução, etc... Parece muito cansativo, não? Bom, pelo menos as suas reservas de energia são esgotadas por uma boa causa. A energia que esses transportadores de elétrons perdem é usada para juntar uma molécula de fósforo à uma de difosfato de adenosina para criar o tão desejado trifosfato de adenosina — a famosa ATP. E a molécula de ATP é o objetivo de se converter a energia contida nos alimentos em energia que as células possam usar. Cada molécula de NADH produzida durante o ciclo de Krebs gera três moléculas de ATP. E cada molécula FADH<sub>2</sub> produzida durante o ciclo de Krebs gera duas moléculas de ATP. Durante todo esse processo de *respiração celular aeróbica* — glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa — um total de 36 moléculas de ATP são geradas da energia de uma molécula de glicose.

### Respiração anaeróbica

Nem sempre há oxigênio presente, mas seu corpo continua precisando de energia. Para essas ocasiões raras, existe um sistema de reserva, uma *via anaeróbica* (anaeróbica porque ocorre na ausência de oxigênio). A fermentação de ácido láctico produz NAD<sup>+</sup> o que permite a continuação da glicólise, que resulta na produção de duas moléculas ATP. Porém, se a reserva de NAD<sup>+</sup> acabar, a glicólise não ocorre mais e não há mais como produzir ATP.

## Transferindo Energia: o Lugar de um Corpo no Mundo

Entender o que o seu corpo faz no dia-a-dia, ajuda a entender melhor a continuidade da vida — o *ciclo da vida*. O ciclo da vida tem tudo a ver com a transferência de energia. E você, caro amigo, faz parte deste ciclo.

O mundo foi criado com certa quantidade de energia. Basicamente, essa mesma quantidade de energia ainda existe; ela apenas circulou pelo mundo durante bilhões de anos. A energia está dentro da terra e dos produtos da terra, como o óleo, carvão, gases vulcânicos, minerais, água e outros elementos. A energia também está dentro dos organismos, como as bactérias, fungos, plantas e animais, e a energia está na atmosfera. Ela está no sol, no oxigênio, nitrogênio e outros. A energia é transferida da atmosfera para a terra e para os organismos e de volta para a terra e a atmosfera. Um exemplo desta transferência de energia são as plantas que absorvem nutrientes e água da terra e energia do sol.

As plantas convertem os nutrientes e a energia luminosa em carboidratos. Suponha que a planta seja uma macieira. Agora, suponha que um veado coma uma maçã e ingira um pouco da energia desta macieira. O veado converte os carboidratos da maçã em ATP o que gera energia para ele fugir do caçador. Infelizmente, o caçador ganha e mata o veado. O caçador come a carne do veado e ingere um pouco da energia do veado. O restante da carcaça é enterrada (devolvendo a energia à terra) ou queimada (devolvendo a energia à atmosfera). Agora, o caçador tem energia da macieira (cuja maçã o veado comeu) e a energia do veado. Enquanto o caçador digere a sua comida, o combustível na comida é transformado no ATP que ele precisa para o funcionamento de suas células. Quando o caçador anda pela floresta no dia seguinte, ele devolve energia à atmosfera – através do calor do seu corpo.

Finalmente, quando o caçador morre, toda energia que ele armazenava dentro de suas células é liberada e retorna à terra e à atmosfera. Outros organismos aproveitam a energia devolvida: as margaridas que nascem, as minhocas na terra e as bactérias que consomem o corpo em decomposição. Pode parecer nojento, mas é fundamental para a vida. Você é um organismo que segura energia enquanto está vivo; você devolve a energia que foi “emprestada” durante a sua vida ao ar, água e terra depois que você morre para dar continuidade ao ciclo de vida dos outros organismos.

A energia do mundo está sempre presente. Uma parte dessa energia está nos seres vivos na terra, uma parte está na atmosfera, e outra parte está na terra e na água. Um ecossistema saudável mantém um bom equilíbrio de energia em todos esses lugares. Para mais informações sobre ecossistema e os ciclos que compõem o ciclo da vida, veja *Biolologia Para Leigos* de Donna Rae Siegfried (Editora Alta Books).

## Mantendo o Corpo em Equilíbrio: Homeostase

Homeostase é o ajuste que o seu corpo faz automaticamente para manter ou consertar o equilíbrio em seus sistemas. Qualquer evento que estressa o corpo – como dor, calor ou frio, infecção ou depleção de oxigênio e até o estresse em si – pode criar um desequilíbrio.

Quando os sistemas do corpo estão desequilibrados, as células do corpo não funcionam como deveriam. Portanto, elas tentam retornar à situação normal o mais rápido possível. O corpo realmente tem a capacidade de se curar.

O seu corpo dispõe de uma série de controles e indicadores para garantir o melhor desempenho. Um desses controles é a capacidade do cérebro de monitorar constantemente os seguintes indicadores:

- ✓ A quantidade de glicose no sangue
- ✓ A pressão arterial
- ✓ A temperatura corporal
- ✓ O nível de pH do sangue (o pH mede o grau de acidez ou alcalinidade de uma substância)

Todos esses controles são essenciais para o funcionamento eficaz do corpo. Duas maneiras do corpo corrigir algum desequilíbrio são suar quando a temperatura corporal aumenta ou secretar insulina quando o nível de glicose no sangue sobe muito. O ambiente interno normal do corpo se mantém relativamente estável (dentro de uma variação normal), mesmo que o ambiente externo mude significativamente.

Os valores normais de algumas propriedades importantes do sangue são:

- ✓ O nível de glicose no sangue deve estar em torno de 0.1 por cento. (Veja o capítulo 8 para entender o papel do hormônio insulina em manter o nível de glicose no sangue dentro do valor normal).
- ✓ A pressão arterial normal é 120/80 milímetros de mercúrio (mm Hg). (Veja o capítulo 9 para mais informações sobre a pressão arterial; veja o capítulo 12 para mais informações sobre a pressão arterial em relação aos rins.)
- ✓ A temperatura normal do sangue é 37 graus Celsius.
- ✓ O pH do sangue deve ser aproximadamente 7.4. (Veja o capítulo 9 para entender alguns problemas relacionados ao desequilíbrio do pH – acidose e alcalose.)

O cérebro contém uma glândula chamada *hipotálamo*, localizado imediatamente acima da glândula pituitária, que é responsável por várias funções de extrema importância. (Veja o capítulo 8 para mais informações sobre as funções do hipotálamo e da glândula pituitária.) Uma das funções mais importantes do hipotálamo é

manter a homeostase. No corpo inteiro, receptores nas artérias e vasos monitoram a pressão, temperatura, pH e o nível de glicose. Quando o sangue passa pelos vasos sanguíneos e passa pelos receptores, esses enviam um sinal pelo sistema nervoso para o hipotálamo. Para fazer ajustes, o hipotálamo inicia a liberação de hormônios que alteram os níveis do sangue ou manda um sinal de volta pelo sistema nervoso para causar uma reação fisiológica (como calafrios quando estamos com frio).

Enquanto o sangue passa pelos vasos, os receptores continuam enviando sinais para o hipotálamo, que continua monitorando os vasos sanguíneos. Quando a pressão arterial, temperatura, pH ou nível de glicose normaliza, o hipotálamo deixa de mandar o sinal para produzir o hormônio que faz os ajustes. Porque a *ausência* do sinal para secretar o hormônio é o que para a reação, este processo é chamado de *inibição por feedback negativo*. (A presença de algo seria considerada positiva; portanto, a ausência de algo é considerada negativa.)



Homeostase é um conceito muito importante na fisiologia. Sem homeostase, seu corpo não poderia manter os níveis normais necessários para o funcionamento adequado. Extremas mudanças de temperatura — por exemplo sair de uma casa com uma temperatura ambiente de 26 graus para uma temperatura de 12 graus Celsius causaria danos enormes se o seu sistema não fosse capaz de se adaptar. Ou quando você desenvolve uma febre para combater um organismo invasor, o seu sistema poderia sobreaquecer se não tivesse como fazer os reajustes que ocorrem por causa da homeostase.

Quando a sua temperatura corporal ultrapassa 37 graus Celsius, você começa sentir calor e talvez comece a suar um pouco para reduzir a temperatura corporal; se a temperatura for inferior a 37 graus, você começa a sentir frio e produz calafrios para aumentar a temperatura corporal. Homeostase é outro mecanismo fisiológico que acontece sem precisar pensar. Simplesmente acontece. O corpo realmente é incrível.

## O Corpo em Movimento: Você não é uma Árvore

Uma das lembranças mais queridas que tenho dos meus filhos foi quando um dia “plantei” o meu filho de 4 anos na praia, na ilha de Amélia, na Flórida. Cavamos um buraco, ele colocou os seus pés e fechei o buraco e acrescentei água. Ele permaneceu imóvel, tentando alcançar o céu, convencido que estava crescendo. Estava completamente feliz durante algum tempo, até que sua irmã mais nova foi atrás das conchas que ele tinha catado e ele descobriu que sem se mover não poderia proteger o seu tesouro.

Plantas são objetos imóveis. Não conseguem se defender contra um animal que quer comê-las. Mas também não é do interesse delas. As plantas não pensam sobre as consequências. Elas não possuem o *instinto de fuga ou luta*. Imagine se todas as plantas fossem capazes de fugir de um animal prestes a comê-las? Acho até melhor que as plantas não se movam. Afinal, já temos trânsito suficiente.

Infelizmente, as pessoas e outros animais não são “plantados”. Precisamos fugir dos predadores. Precisamos correr atrás de comida; os seres humanos não conseguem absorver os nutrientes e água da terra como as plantas. Bom, eu sei que temos a opção de ficar plantados no sofá e mandar entregar a comida, mas mesmo assim precisamos levantar e pagar o entregador. O movimento é uma necessidade.

O sistema musculoesquelético permite o movimento voluntário das extremidades, da cabeça e do tronco, mas também permite movimentos involuntários que ocorrem no seu corpo: o batimento do coração, o movimento do diafragma e da caixa torácica para respirar, passar comida pelo sistema digestório (peristaltismo), e muito mais. (Veja os capítulos na parte III do livro para ver mais exemplos de movimentos que ocorrem dentro do seu corpo.)

Porém, os ossos e músculos do seu corpo não são as únicas partes móveis. O movimento ocorre mesmo em nível celular. O corpo consiste de 80 por cento de água, então as células vivem num ambiente praticamente fluido, o que estimula o movimento. Mas algumas células foram desenhadas para se locomover sozinhas e outras células contêm estruturas que as movem. Cílios e flagelos são duas estruturas celulares que promovem a locomoção em nível celular.

Cílios são estruturas minúsculas, tubulares que se estendem da membrana celular. A função do cílio é mover as substâncias sobre a superfície da célula. Células que contêm cílios são encontradas no trato respiratório superior. Células no nariz, nos seios da face e na garganta secretam muco para captar sujeira; os cílios funcionam como vassouras e empurram partículas até a garganta, mantendo os pulmões limpos.

Os flagelos também são estruturas microtubulares fixadas na membrana celular. Porém, o movimento do flagelo é um pouco diferente do cílio. Os flagelos se locomovem como o movimento de um chicote, que ajuda as células a se moverem pelo ambiente fluido do corpo. Flagelos são encontrados nos espermatozoides e ajudam o esperma a mover pelo fluido secretado pelos órgãos reprodutivos femininos para que o esperma alcance o óvulo (veja o capítulo 14).

## Dando Continuidade à Espécie: Reprodução

A necessidade de reproduzir é bem óbvia — se os seres humanos não se acasalassem, não haveria mais seres humanos. Isso não é

só fundamental para os humanos, mas para qualquer espécie; a reprodução é essencial para o ciclo da vida.

Alguns organismos se reproduzem através da reprodução assexuada, que é basicamente igual à divisão celular (veja a próxima seção). Quando um organismo começa a deteriorar, ele se divide em dois novos organismos. Mas, a maioria dos animais, inclusive os humanos, tem a sorte de se reproduzir sexuadamente. A reprodução sexual precisa de dois membros de uma espécie, em vez de uma célula.

Você deve achar que a reprodução sexuada nos humanos começa quando um homem e uma mulher se acasalam. O ato do coito é como o material genético é transferido, mas não é onde o processo todo começa. Na verdade o começo ocorre em nível celular. Nas mulheres, esse processo começa mesmo antes da mulher nascer. Nos homens, acontece continuamente. Este acontecimento é a produção de gametas: os óvulos e o esperma. Veja o capítulo 14 para mais detalhes sobre este processo fascinante.

## Crescimento: Substituindo e Desenvolvendo Células

O crescimento parece nada mais do que o simples aumento de tamanho, mas você já pensou *como* realmente acontece esse crescimento? Os seus ossos crescem, os seus músculos e órgãos aumentam. E como os órgãos, ossos e músculos são todos feitos de tecidos, que são compostos de células, é necessário produzir mais células para realizar o crescimento.

As células são criadas através da divisão celular, e o processo de divisão celular é metodológico.

Há dois tipos de divisão celular:

- ✓ **Meiose:** Quando o esperma e os óvulos são produzidos em preparação para a reprodução, meiose ocorre nos testículos ou ovários. (Veja o capítulo 14 para mais detalhes sobre a reprodução humana.)
- ✓ **Mitose:** Quando células precisam de reparo ou crescimento, a mitose ocorre em cada célula “regular” (somática) — o que significa célula não-sexual — do corpo.

Durante a mitose, uma célula se divide em duas células. A célula que se divide é a *célula-mãe*; as duas células produzidas são as *células filhas*. Para entender o que acontece durante a mitose, você precisa entender um pouco de genética. Você precisa entender um pouco de genética porque para uma célula se dividir em duas células, o material genético dentro do núcleo da célula-mãe precisa ser duplicada para garantir que cada célula filha recebe todas as mesmas informações genéticas. Você encontra os detalhes sobre mitose na próxima seção.

## Material genético: DNA, cromossomos e genes

Dentro de cada núcleo celular estão os *cromossomos*. Os cromossomos são compostos de *cromatina*, que é feita de proteína e sequências de *ácido desoxirribonucleico*.

O ácido desoxirribonucleico é o *DNA* – o material genético no formato de uma escada retorcida, chamada de *dupla hélice*. Ao longo dos filamentos de DNA estão as moléculas chamadas de nucleotídeos. Cada nucleotídeo contém

- ✓ *Desoxirribose*, (um açúcar com cinco moléculas de carbono)
- ✓ Um grupamento fosfato
- ✓ Uma base nitrogenada

A desoxirribose e as moléculas de fosfato se juntam à base nitrogenada para formar o nucleotídeo. O DNA contém 4 moléculas nitrogenadas que podem ser usadas como base de um nucleotídeo:

- ✓ Adenina (A)
- ✓ Citosina (C)
- ✓ Guanina (G)
- ✓ Timina (T)

As bases nitrogenadas (e portanto os nucleotídeos) podem ser e são diferentes ao longo da enorme sequência do DNA. Os grupos de nucleotídeos compõem os *genes*. Os nucleotídeos são moléculas nitrogenadas que compõem os “degraus” da “escada retorcida” chamada de DNA. Um gene pode consistir de alguns “degraus” ou de milhares de “degraus”; a variedade é enorme (o que explica a grande variedade de características entre os seres vivos). Os nucleotídeos e genes não são separados do DNA; eles convivem, como um conjunto de caixas. A caixa maior seria o DNA, e ele contém várias caixas menores — os genes. Mas os genes são compostos de várias caixas ainda menores — os nucleotídeos.

Os *genes* direcionam o seu corpo; eles contêm a planta da sua aparência, como você envelhece, a sua predisposição para certas doenças, as suas forças e fraquezas, ou melhor, tudo que torna você, você. São os genes que controlam a produção dos *aminoácidos* que se juntam para formar as proteínas, e as proteínas são encontradas em todos os componentes do corpo: as membranas celulares; os tecidos da pele, ossos, músculos, órgãos, hormônios e enzimas. As proteínas direcionam o crescimento e o desenvolvimento e muitas das funções do dia-a-dia (como a homeostase). E os genes do DNA servem como a planta que determina quais aminoácidos formam quais proteínas, onde as proteínas são produzidas, e quando são produzidas.

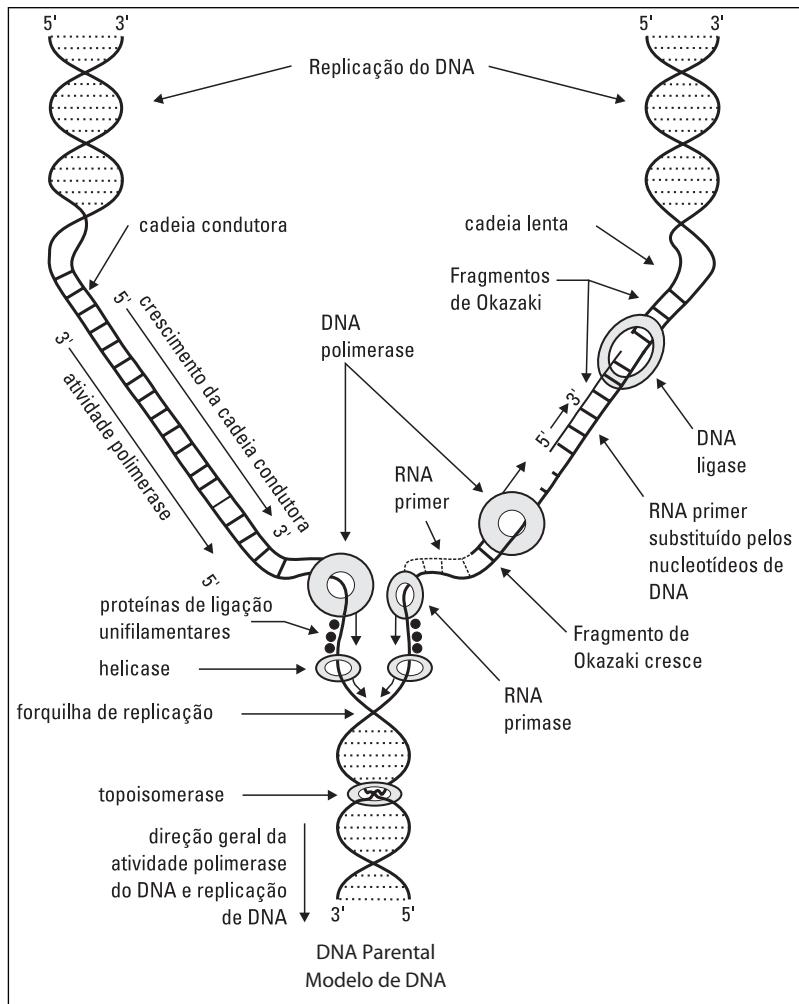
Talvez você tenha o gene de pele morena, mas esse gene não vai produzir a sua pele morena sozinho. Ele contém instruções para qual tipo de aminoácidos os seus melanócitos (as células que produzem melanina) vão escolher e em que ordem organizá-los. A ordem dos aminoácidos determina a proteína que é produzida. Essa proteína direciona a quantidade de pigmento produzida pelos seus melanócitos.

Os genes são responsáveis pelas suas características – a expressão externa da sua composição genética. Se os seus genes determinam que você vai ter 1,80 metros de altura, eles estimularão o crescimento dos seus ossos e tecidos até você alcançar esta altura. A sua altura é a expressão externa dos seus genes de altura. Se os seus genes dizem que você terá olhos azuis, a íris (a parte colorida) do olho produzirá proteínas para permitir a cor azul — expressão externa dos seus genes da cor dos olhos. E se os seus genes contêm a característica de cabelo cacheado, os seus folículos pilosos vão produzir células de cabelo num padrão ondulado. Os seus cachos são a expressão externa dos seus genes da textura do cabelo.

Nos seres humanos há milhares de genes que residem num total de 46 cromossomos nas células “normais” do seu corpo. Destes 46 cromossomos, 23 são do seu pai e 23 são da sua mãe. Cada gameta, como um espermatozóide ou óvulo, que é uma única célula, contém 23 cromossomos e quando o espermatozóide e o óvulo se unem, eles formam uma nova célula que contém todos os 46 cromossomos. Mas cada célula “normal” no seu corpo — e com normal quero dizer as *células somáticas* que compõem os tecidos e órgãos, e não o esperma ou óvulos que você possui no seu sistema reprodutivo — contém um conjunto completo de cromossomos de ambos os pais. Normalmente, numa célula não-divisível, os cromossomos existem como um único filamento de DNA. Porém, antes da separação das células divisíveis, o DNA precisa se replicar (copiar) para ter um conjunto completo de cromossomos tanto na célula original como na nova célula.

## *Criando mais DNA e cromossomos*

O objetivo da *replicação de DNA* (veja Figura 2-2), o processo que ocorre enquanto os cromossomos se duplicam, é produzir cópias dos dois filamentos de DNA. Os dois filamentos precisam ser copiados porque as copias são usadas como planilha ou planta baseada na qual hormônios e substâncias necessárias para o seu corpo funcionar são produzidas. Todos os produtos e processos celulares são controlados pelos genes que se encontram nos cromossomos que são compostos do seu DNA. Quando uma célula se divide em novas células (isso acontece diariamente), ou quando você se acasala com alguém para criar uma pessoa nova (isso acontece de vez em quando), este material genético precisa ir junto. A informação genética é necessária para direcionar o desenvolvimento e crescimento do organismo ao longo de toda a sua vida.



**Figura 2-2:**  
O processo de  
replicação de  
DNA.

Durante a replicação do DNA, a “escada retorcida” da dupla hélice do DNA precisa se desenrolar e abrir para que seus “degraus” se separem. A enzima *helicase* inicia esta separação; o resultado é uma molécula de DNA em formato de Y, com um nucleotídeo no lado esquerdo da bifurcação e um nucleotídeo no outro lado (veja Figura 2-2). Cada lado do filamento original de DNA se torna um *filamento matriz*. A matriz é um modelo ou molde que é seguido para criar algo novo. Na genética, o filamento matriz serve como modelo para um novo *filamento complementar*.

Os filamentos complementares se formam em cada filamento matriz quando a enzima *DNA polimerase* acrescenta um nucleotídeo baseado na ordem das bases nitrogenadas no filamento matriz. As quatro bases nitrogenadas do DNA formam duplas: A vai com T, e G vai com C. Então onde o filamento da matriz original tiver um A, o filamento complementar recebe um T, acrescentado pela DNA

polimerase. Esse processo ocorre aos poucos ao longo do filamento de DNA. O filamento de DNA não se desenrola e abre todo de uma vez só. Quando a parte superior da hélice estiver aberta, o filamento original do DNA parece um Y (Veja Figura 2-2). A área parcialmente aberta/parcialmente fechada onde ocorre a replicação é chamada de *forquilha de replicação*.



A ordem das bases é importante porque essa ordem define os genes, e os genes determinam a produção dos aminoácidos, e os aminoácidos determinam a produção das proteínas, e as proteínas são necessárias para cada célula do seu corpo. As proteínas compõem as estruturas celulares, e as enzimas que iniciam os processos celulares mantêm você vivo.



Observando a Figura 2-2, você pode reparar nos numeros 5' e 3' (leia-se “cinco prime” e “três prime”). Esses números indicam em qual direção a replicação do DNA ocorre: o filamento matriz é lido na direção de 3' a 5'. As bases que são complementares ao filamento matriz original são acrescentadas ao lado oposto do filamento matriz, então o novo filamento complementar cresce de 5' a 3'.

Às vezes, ocorrem erros quando a DNA polimerase lê o filamento matriz e adiciona o nucleotídeo correspondente ao filamento complementar. Se o filamento matriz tiver um A, e o DNA polimerase adiciona um C ao filamento complementar, a informação genética estará incorreta. Ainda bem que a Mãe Natureza pensou em tudo. Quando ocorre um erro, uma função revisora no núcleo identifica as bases erradas. As bases ruins são eliminadas, e a DNA polimerase tenta novamente. Se o erro continuar, as *enzimas de reparo* no núcleo tentam corrigir a ordem das bases conforme a ordem do filamento de DNA original.

Porém, às vezes, os erros (chamados de *mutações*) permanecem. A mutação parece um problema sério, mas na verdade ela contribui ao desenvolvimento e à evolução de uma espécie porque permite mudanças ou alterações. Geralmente as mutações são causadas por radiação, como a luz ultravioleta ou raio-x, ou por certas substâncias químicas. Existem três principais formas de mutação que afetam a ordem dos nucleotídeos num filamento de DNA, e consequentemente as bases que formam um gene.

- ✓ **Inserções** ocorrem quando um nucleotídeo extra é adicionado ao filamento complementar. Isso atrapalha a leitura do código genético do novo filamento de DNA em uma ou centenas de bases. A interpretação incorreta dos genes pode resultar na produção de aminoácidos errados. Isso pode resultar na produção de proteínas erradas, o que pode levar a consequências devastadoras. Esse tipo de mutação pode resultar na *doença de Huntington*, que afeta o sistema nervoso.
- ✓ **Deleções** ocorrem quando o nucleotídeo no filamento matriz é lido, mas a base complementar não é acrescentada ao novo filamento (isso quer dizer, uma base é omitida do filamento complementar). Esse tipo de mutação causa *fibrose cística* e *distrofia muscular de Duchenne* — duas doenças graves.
- ✓ **Substituição** é a forma de mutação menos grave. Acontece quando uma base está em um grupo com muitas bases que formam um gene. Como se trata de apenas uma base errada, esses erros são chamados de *mutações pontuais*. Na maioria dos casos esse tipo de mutação não apresenta nenhum efeito negativo; neste caso, o erro é chamado de *mutação silenciosa*.

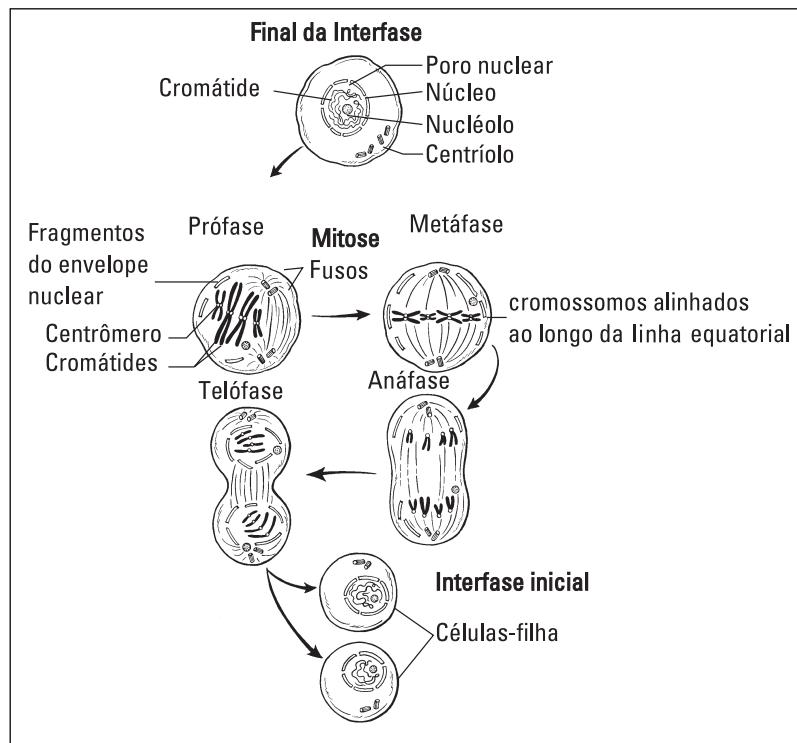
A replicação do DNA ocorre logo antes do início da mitose durante a *interfase*, que não faz parte da mitose. Como o nome sugere, é uma fase intermediária na qual a célula-filha permanece até que ela esteja pronta para atuar como célula mãe e passar pelas fases da mitose (veja Figura 2-3) para se dividir.

As etapas da mitose são as seguintes. (Dica: imagine as células como pequenos globos):

1. **Prófase:** Nesta primeira fase da mitose, as *cromátides* (um filamento de DNA) que estavam presentes na interfase começam a se condensar e se enrolar para formar cromossomos. Os cromossomos não são os mais ágeis; então enquanto os cromossomos estão se formando, estruturas celulares chamadas de fibras do fuso se deslocam para os polos das células, onde geram mais fibras de fuso que ajudam os cromossomos a se locomover pela célula. Agora os cromossomos são capazes de se mover pela célula inteira, em vez de ficar apenas no núcleo, porque enquanto os cromossomos estavam engrossando e os microtúbulos do fuso mitótico criavam mais microtúbulos, a membrana em volta do núcleo começou a desintegrar. Agora é a vez dos centrólos (outra organela celular) entrarem em ação. Os *centrólos* se juntam às fibras de fuso, que se movem para os polos da célula, e os fusos percorrem de um lado da célula ao outro.
2. **Metáfase:** quando a célula chega à metáfase, o núcleo já despareceu completamente, abrindo espaço para os cromossomos. Durante a metáfase, os cromossomos se deslocam para o centro da célula, alinhando-se perfeitamente no equador da célula. Nesta altura, ainda há 92 cromátides que compõem os 46 cromossomos.
3. **Anáfase:** Durante a anáfase, as cromátides estão prontas para começar uma nova fase. As cromátides migram ao longo das

fibras de fuso para os polos opostos da célula; 46 para um polo, 46 para o outro. Depois dessa migração, os cromossomos são chamados de *cromossomos-filhos*, mas a célula ainda não está completamente pronta para se dividir.

4. **Telófase:** Agora sim; os cromossomos-filhos estão prontos para formar sua própria célula. Durante a telófase, o conjunto de cromossomos num polo é idêntico ao conjunto de cromossomos no polo oposto. Uma nova membrana nuclear se formou em torno de cada conjunto de cromossomos. As fibras de fuso se dissolvem, liberando os cromossomos-filhos.



**Figura 2-3:**  
As fases de mitose:  
prófase,  
metáfase,  
anáfase e  
telófase.

Nessa altura, a mitose está praticamente concluída, e começa a interfase inicial (lembre-se, trata-se de um ciclo contínuo. O final de uma fase leva ao começo da próxima). Porém, a célula ainda precisa de fato se dividir em duas células — um processo chamado *citocinese*. Ele ocorre quando o centro da célula-mãe começa a se contrair — essa “contração” é chamada de sulco de *clivagem*. O sulco estrangula o citoplasma com a membrana celular, até formar duas células separadas.\* O momento de separação é a *clivagem celular*. Agora as duas células-filhas permanecem na interfase final, até chegar a hora de se dividir.

A divisão celular acontece quando você precisa de tecido novo para fechar uma ferida ou regenerar alguma parte do corpo. (Sim, é possível regenerar algumas partes do corpo, como o fígado.) E o processo faz parte do nosso dia-a-dia. Todo dia, seu corpo está substituindo células que estão se desgastando. Por exemplo, cada célula sanguínea tem um prazo de vida de 120 dias. Mas você não ganha um pacote de células sanguíneas novas a cada 120 dias. O seu corpo vai substituindo algumas a cada dia. O processo de crescimento dos seus cabelos e unhas também é contínuo. (Aliás, o seu nariz e pés continuam crescendo durante toda sua vida.) E as células estão sempre metabolizando para fornecer o ATP que garante a sua sobrevivência. Então, a substituição de células é tão essencial para a vida como a criação de novas células. Mas você tem sorte. Para alguns organismos, como o fungo, a divisão celular também é a forma de reprodução. Você pelo menos tem outras formas de reproduzir!

## *Os componentes que compõem você*

Depois da replicação do DNA, e a formação de um novo filamento complementar, a célula precisa levar esse filamento à próxima etapa para produzir proteína. A replicação de DNA ocorre no núcleo celular, mas os aminoácidos que formam as proteínas são compostos fora do núcleo, no citoplasma da célula. Nessa seção você vai entender como as instruções do novo filamento de DNA chegam ao citoplasma para produzir proteínas.

Você já conheceu o DNA, agora vou apresentar o seu primo, o RNA, abreviação de *ácido ribonucléico*. O RNA é parecido com o DNA, exceto que o RNA consiste apenas de um filamento, em vez de dois; sua molécula de açúcar é a ribose em vez da desoxirribose; e em vez de timina (T), contém a base nitrogenada uracila (U). Então no RNA, a adenina (A) se junta com a U. Você precisa entender o RNA porque é ele que leva a informação genética para fora do núcleo e forma as proteínas. Três formas de RNA executam tarefas específicas neste processo:

---

\* N.T. O processo descrito ocorre apenas em células animais. Células vegetais passam por uma citocinese centrífuga, de dentro para fora.

1. **O RNA mensageiro (mRNA)** leva a mensagem do DNA do núcleo ao ribossomo, a organela onde ocorre a síntese das proteínas.
2. **O RNA ribossômico (rRNA)** traduz a mensagem do DNA, três nucleotídeos de cada vez.
3. **O RNA transportador (tRNA)** leva o aminoácido apropriado ao local de produção de proteínas.

Durante o processo de *transcrição*, o filamento complementar de DNA que foi produzido do filamento matriz do DNA agora serve como planilha (veja Figura 2-4 para entender a produção de um filamento de RNA mensageiro [mRNA]). O filamento de DNA complementar tem bases nucleotídeas opostas à ordem das bases do filamento matriz. São formados os pares A-T e G-C. Mas agora o filamento complementar é “lido” e o resultado é a produção de um filamento de mRNA. Enquanto o filamento matriz do DNA tinha os nucleotídeos T-G-G-T, o filamento complementar tem os nucleotídeos A-C-C-A, e o mRNA formado tem os nucleotídeos U-G-G-U.

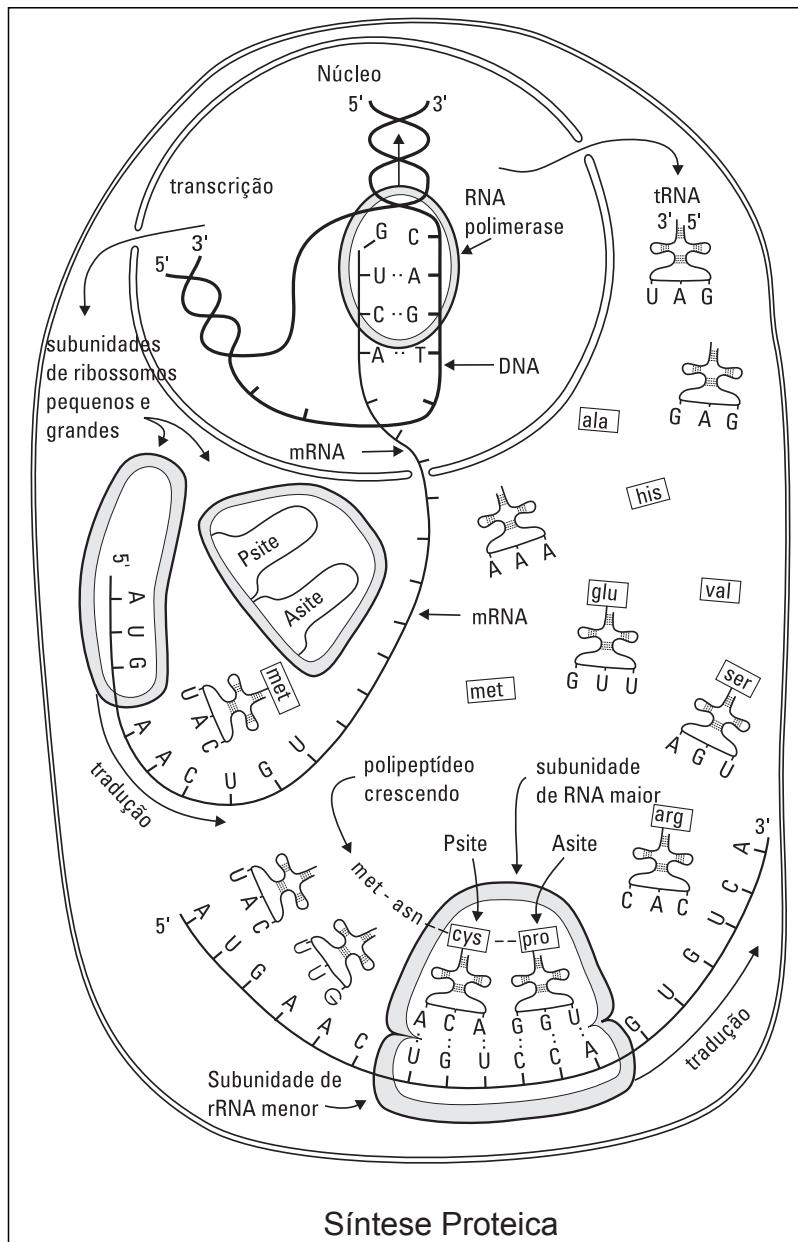
**Lembre-se:** As moléculas de RNA usam uracila em vez de timina.

Parece um passo a mais — por que criar um filamento de RNA que é bem parecido com a ordem das bases no DNA original? Bom, esse filamento original precisa ser copiado para permitir a criação de novas células ou novos organismos. E o filamento complementar do DNA que é criado do original não pode deixar o núcleo. Então a mensagem contida no filamento de DNA complementar precisa ser transcrita para o RNA (como transcrever letras em português para letras gregas) para poder levar a mensagem para fora do núcleo.

Certas sequências de nucleotídeos no filamento de mRNA indicam onde a transcrição deve iniciar, e outras sequências indicam onde a transcrição deve terminar. E ao longo do filamento de mRNA há algumas sequências que não são transcritas. Essas áreas são como um preenchimento; elas não contêm nenhuma informação útil. Então como os frames num pedaço de filme, esses pedaços — chamados de *introns* (sequências não-codificadoras inseridas entre as sequências codificadoras) — são cortados. As sequências traduzidas — chamadas de *exons* (sequências codificadoras) — são unidas. Agora o filamento de mRNA contém apenas as bases nucleotídeas que serão traduzidas.



Quando a molécula de mRNA sai do núcleo e entra no citoplasma, ela transporta a informação genética ao *ribossomo* (organela celular). Neste ribossomo ocorre o processo de *tradução*. (Então as letras da palavra em português que foram transcritas para letras gregas agora são traduzidas para uma palavra grega.) O filamento de mRNA passa pelo ribossomo e, ao atravessar, o ribossomo lê três nucleotídeos de cada vez e traduz as “palavras”. Um grupo de três nucleotídeos é um *códon*, e cada códon determina um aminoácido.



**Figura 2-4:**  
O processo  
de síntese  
protéica:  
Transcrição  
no núcleo,  
tradução  
nos  
ribossomos.

O *código genético* é a língua que conecta os genes e os aminoácidos. Se o grupo de três nucleotídeos (*o códon*) for UCG, o aminoácido especificado pelo material genético é o *triptofano*. (Existem vinte aminoácidos na natureza, e o código genético contém 64 códons diferentes; então obviamente a maioria dos aminoácidos é codificada por mais de um códon.)

Ao ler cada códon, uma molécula de tRNA leva a molécula de aminoácido apropriada ao ribossomo. Imagine um aminoácido como uma peça e a molécula de tRNA como um funcionário num armazém. O códon é a instrução escrita que explica qual peça o funcionário deve buscar no armazém. Quando o funcionário traz a peça, o próximo funcionário recebe suas instruções para retirar outra peça. Peça por peça, aminoácido por aminoácido, forma-se a proteína. A proteína talvez precise de algum ajuste antes de se tornar completamente funcional, mas não demora muito; depois de ler as instruções genéticas e colocar os aminoácidos no lugar, o organismo logo começa usar a nova proteína.

Como já disse, o seu corpo precisa continuamente de novas proteínas para construir novas células e tecidos, reparar lesões, combater micróbios, e desenvolver as enzimas e hormônios necessários para manter o bom funcionamento dos sistemas do seu corpo.



## Capítulo 3

# Formando a Fundação

### **Neste capítulo**

- Descobrir por que as células são tão importantes para a vida
- Entender o que acontece dentro das células
- Conhecer os tecidos que formam o seu corpo
- Compor um tecido de muitas, muitas e ainda mais células

**E**sse capítulo consolida o seu entendimento dos processos básicos do seu corpo. Veja a Parte II para conhecer os sistemas maiores do corpo. Neste capítulo, você vai ver como cada célula no seu corpo é um organismo em miniatura que exerce os mesmos processos, como converter nutrientes em energia e proteína, que você como um organismo grande também exerce. Você vai entender como as células são conectadas para formar tecidos que compõem todas as demais partes do seu corpo: ossos, músculos, vasos sanguíneos, nervos e órgãos. Como as células e os tecidos compõem todas as partes do seu corpo, eles podem ser considerados a fundação do corpo. Agora vamos ver como essa fundação é construída.

## *A Importância das Células*

A palavra *célula* pode descrever várias coisas: de uma acomodação na prisão, até um componente de uma tabela. Mas, em termos de anatomia e fisiologia, a célula é uma unidade microscópica que torna um ser vivo, bem... um ser vivo. Antes de poder convencer você de que as células são a unidade fundamental da vida, preciso descrever os componentes de uma célula para ter certeza que você entende o que é uma célula e o que ela faz. Elas são pequenas, mas muito importantes — ou melhor, essenciais — para a vida.

## Você animal!

Todo ser vivo tem células; plantas, animais e fungos são os três principais grupos de seres vivos. Alguns organismos contêm talvez uma única célula, enquanto os organismos grandes (como os humanos) contêm trilhões de células. As células de plantas têm paredes celulares rígidas e fibrosas e contêm clorofila, um pigmento que torna as folhas verdes. Mas os animais — e os humanos de fato são animais — têm células sem parede ou clorofila. As células de animais são cercadas por membranas celulares, e não paredes celulares. As células de todos os animais têm os mesmos componentes básicos; as diferenças entre as células de animais se encontram no material genético dentro da célula (veja o capítulo 2).

## Observando o interior da célula

A *célula* é um saco de material gelatinoso dentro de uma membrana celular. (A Figura 3-1 mostra a estrutura de uma célula). O material gelatinoso é o *citoplasma*. (Às vezes o material gelatinoso é *plasma*, e a membrana celular é uma *membrana plasmática*. Eu prefiro o termo citoplasma, então usarei este termo no livro.) O citoplasma se movimenta dentro da membrana e empurra a membrana celular para dar o seu formato, como a água que sustenta as bordas de uma poça. A membrana celular impede o vazamento do citoplasma. A membrana celular também controla o que pode entrar na célula.

### A estrutura da célula

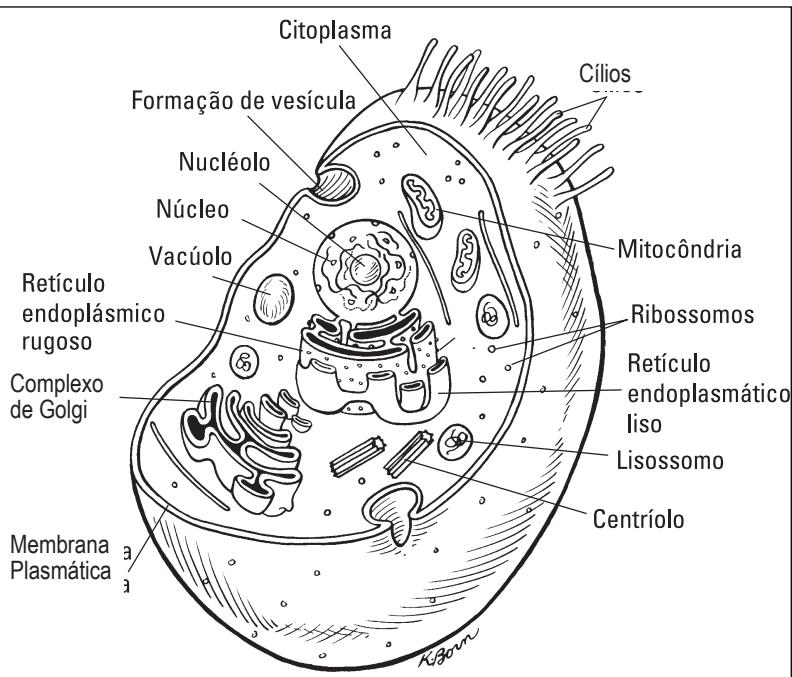
As *organelas* (pequenos órgãos embutidos no citoplasma) são os componentes celulares dentro da célula onde os processos celulares ocorrem. As organelas atuam um pouco como fábricas — cada organela é responsável pela produção de certo(s) produto(s) que é usado em algum outro lugar da célula ou do corpo. A Tabela 3-1 apresenta as organelas mais importantes das células de animais (incluindo as suas).

**Tabela 3-1      Organelas de células animais (Isso inclui os humanos)**

Organela	Função
Núcleo	Controla a célula; armazena o material genético
Mitocôndria	A “usina” celular; converte os nutrientes alimentares, como a glicose, em combustível para as células do corpo
Retículo endoplasmático	Desempenha um papel importante na produção de proteínas e transporta produtos celulares; também está envolvido no metabolismo de gorduras

(Continua)

Organela	Função
Complexo de Golgi	“Pacotes” de produtos celulares em sacos chamados vesículas que permitem aos produtos atravessar a membrana celular para sair de célula
Vacúolos	Espaços dentro do citoplasma que às vezes servem para transportar material para a membrana celular para ser descarregado fora da célula
Lisossomos	Contêm enzimas digestivas que desfazem os produtos celulares nocivos e os restos e depois os expulsam da célula



**Figura 3-1:**  
Visão transversal de uma célula animal básica com as organelas.



### Atividade celular

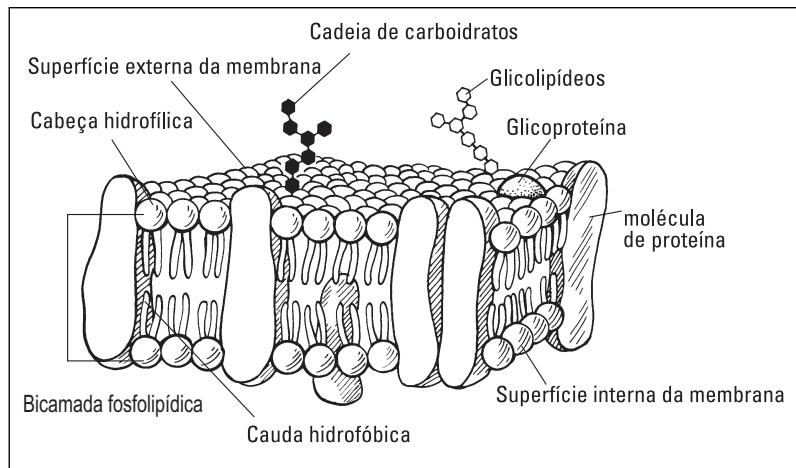
Pela lista de funções das organelas incluídas na Tabela 3-1 dá para ver que a célula é um lugar bem agitado. Então quando digo que o seu corpo contém trilhões de células, faz sentido tirar uma soneca de vez em quando para descansar de tanta agitação.

Aqui segue um pequeno resumo das principais funções, estruturas, atividades e características celulares:

- ✓ **Respiração:** O processo durante o qual a energia na comida (mensurável em calorias) é convertida em *trifosfato de adenosina* (ATP) — o combustível usado por todas as células do corpo para fornecer energia para as reações celulares que criam produtos (um processo chamado de *anabolismo*) ou que quebram produtos (um processo chamado de *catabolismo*); a soma total de todas as reações celulares que ocorrem no corpo é o *metabolismo*. Quando o ATP é criado com a presença de oxigênio (adquirido pela respiração), o processo de *respiração* é *aeróbico*. Quando não é usado oxigênio, o processo é *anaeróbico*. Veja o capítulo 2 para os detalhes destes processos.
- ✓ **Permeabilidade seletiva:** A membrana celular (também chamada de *membrana plasmática*, veja Figura 3-1) é um pouco seletiva em termos do que pode entrar e sair da célula que ela cerca. A célula não é completamente impermeável; se fosse, os nutrientes e oxigênio não poderiam entrar na célula. Mas as células também não são completamente permeáveis, porque se fossem, as toxinas e os restos poderiam entrar e facilmente danificar as células. Então as membranas celulares deixam algumas coisas entrar e barram outras: Elas são criteriosas com aquilo que deixam entrar. Essa característica é a *permeabilidade seletiva*. As células são como boates exclusivas. As moléculas que querem entrar precisam estar bem vestidas para não serem barradas pela membrana celular e mandadas de volta à corrente sanguínea.

O *modelo do mosaico fluido* (veja Figura 3-2) é geralmente usado para descrever como as moléculas são transportadas através da membrana celular. Neste modelo, a palavra “*fluido*” descreve a flexibilidade da membrana; a palavra “*mosaico*” refere ao fato de que a membrana contém proteínas grandes e outras substâncias embutidas nela. As duas camadas da membrana celular são ambas feitas de *lipídeos* (gorduras); por isso, a construção é chamada de *bicamada fosfolipídica*. A parte exterior de ambas as camadas, superior e inferior, possui cabeças *hidrofílicas* (que adoram água); entre as duas camadas estão as caudas hidrofóbicas (que detestam água). O citoplasma celular é aguado, como a matriz – a substância fundamental das células. Então as camadas hidrofílicas (que adoram água) cercam o citoplasma e funcionam bem dentro do corpo, e as caudas hidrofóbicas (que detestam água) são protegidas daquela água medonha.

**Figura 3-2:**  
O modelo  
do mosaico  
fluido da  
membrana  
celular.



- ✓ **O ciclo celular:** durante a reprodução a célula passa por fases de crescimento e descanso, chamado de *ciclo celular*. Se as células não se reproduzissem, o organismo que elas compõem morreria. (Veja o capítulo 2 para mais informações sobre o ciclo celular.)
- ✓ **Genes e proteínas:** cada núcleo celular contém um conjunto completo dos seus genes, que são posicionados ao longo dos filamentos de DNA contidos nos seus cromossomos. Quando uma célula precisa criar um produto necessário para um processo em algum sistema do seu corpo, como criar uma proteína usada no hormônio insulina para controlar o nível de glicose no seu sangue, uma parte deste material genético precisa ser lida, combinada e traduzida. Esses processos permitem a produção dos aminoácidos que formam a proteína. As suas células estão constantemente formando várias proteínas para vários usos. As proteínas precisam ser criadas e depois transportadas para fora da célula. Os processos envolvidos em copiar o DNA e criar novas proteínas são explicados com mais detalhes no capítulo 2.
- ✓ **Autodigestão:** componentes celulares velhos e desgastados precisam ser removidos das células; se não, eles podem se tornar um foco de toxinas ou consumir energia desnecessária. Lisossomos são as organelas celulares que fazem o trabalho duro da limpeza. Quando as organelas, como as mitocôndrias, não são mais capazes de gerar energia suficiente dentro da célula, os lisossomos liberam enzimas que desfazem as mitocôndrias.

Como uma substância na célula (as enzimas lisossomais) destrói outra substância na célula (a mitocôndria velha) através de uma ação digestiva, esse processo é chamado de *autodigestão* (*auto* quer dizer de si mesmo, como em autobiografia). As moléculas que podem ser recuperadas da mitocôndria são recicladas para serem usadas em algum outro lugar na célula ou em alguma outra célula. A Mãe Natureza detesta desperdício. Em seguida os restos são excretados da célula. *Excreção* é o processo de eliminação de restos; os restos são removidos de cada célula e depois do corpo como um todo.

- **Transporte através da membrana celular:** substâncias como hormônios (veja o capítulo 8) são produzidas numa célula, mas exercem o seu efeito numa outra célula. Os hormônios passam pela corrente sanguínea para chegar à célula onde eles atuarão, mas ainda precisam entrar na célula para poder cumprir o seu dever. Outras substâncias (como nutrientes e oxigênio) também precisam passar pelas membranas celulares; às vezes, a substância é levada através da membrana celular, outras vezes ela atravessa a membrana sozinha.

As substâncias passam pelas membranas celulares através de *canais*. Proteínas específicas criam os canais dentro da membrana. Se a substância que está tentando entrar na célula se encaixa em outra molécula de proteína, chamada de *molécula receptora*, ela tem entrada permitida. É como colocar uma chave na fechadura. Se o padrão da chave combinar com o padrão dentro da fechadura, você consegue abrir a porta. Se não, você precisa tentar outra porta ou outra chave. A molécula receptora garante que a substância certa atue na célula certa.

A passagem pela membrana celular pode ser *ativa*, o que requer energia, ou *passiva*, o que ocorre baseado nas condições internas e externas da célula. A diferença entre esses tipos de transporte pela membrana celular é como a diferença entre passar por uma porta que um segurança abre para você (transporte ativo) ou passar por uma porta automática (passivo).

Algumas moléculas precisam de *transporte ativo* com ajuda de *moléculas transportadoras* — moléculas protéicas embutidas na membrana celular que atuam como transportadoras. A substância gasta algumas moléculas de energia para se aderir a essas *moléculas transportadoras*, que em seguida transportam a substância pela membrana celular.

Às vezes, as substâncias são tão pequenas que conseguem entrar ou sair da célula sem gastar energia. A célula nem percebe. O *transporte passivo* é como um gato tímido que entra e sai quando quer por um buraco na porta lateral. O transporte passivo pode ocorrer de três maneiras:

- **Difusão:** As substâncias se locomovem de uma área onde estão altamente concentradas para uma área onde as moléculas estão menos concentradas. As substâncias se espalham pela membrana para nivelar as áreas de concentração.

- **Osmose:** esse termo é usado quando falamos da difusão das moléculas de água através uma membrana seletivamente permeável. A membrana deixa a água passar, mas barra os solutos dissolvidos nela. Igual a difusão, a osmose ocorre de uma área de alta concentração para uma área de baixa concentração. Porém, a diferença entre difusão regular e osmose é que a área de concentração considerada é a concentração de água (*solvante*) em vez de soluto. Portanto, a osmose ocorre de uma área de alta concentração de moléculas de água para uma área de baixa concentração de moléculas de água.

A osmose leva em consideração a concentração de partículas (*solutos*) em água (*solvante*). Solução *isotônica* é uma solução com concentração igual à solução de comparação. Uma solução hipotônica é uma solução com uma concentração menor de partículas (e mais água) do que a solução comparada. Uma solução *hipertônica* contém uma concentração maior de solutos (e menos água) do que uma solução isotônica. Quanto maior a concentração de solutos numa solução, menor a concentração de água, o que aumenta a *pressão osmótica* — a pressão em que o movimento de água através da membrana para. O equilíbrio de água dentro e fora da célula precisa ser estável para a célula funcionar no seu nível normal. A homeostase (veja o capítulo 8) ajuda manter o equilíbrio de água estável.

- **Filtração:** essa forma de transporte passivo ocorre durante o intercâmbio capilar. (Os capilares são os menores vasos sanguíneos — eles formam a ponte entre as arteríolas e vénulas; veja o capítulo 9.) Os capilares têm a espessura de uma célula, então as substâncias dentro do líquido do tecido (como o dióxido de carbono e água) podem passar diretamente para o capilar, e as substâncias no capilar (como glicose ou oxigênio) podem passar ao líquido do tecido. Porém, este movimento não acontece sozinho. A diferença entre a pressão osmótica e a pressão arterial determina em qual direção as substâncias se locomovem, e a membrana capilar funciona como um filtro.

A pressão arterial nos capilares é maior no lado arterial do capilar e menor no lado venoso do capilar. A pressão osmótica — a pressão em que o movimento de água pela membrana para — permanece igual. Então no lado arterial do capilar, a pressão arterial é maior que a pressão osmótica; o resultado é que a pressão arterial empurra as pequenas substâncias (como moléculas de água, oxigênio ou glicose) pela membrana capilar para dentro do líquido do tecido. (Do líquido de tecido, as substâncias se difundem para dentro das células). Porém, no lado venoso do capilar, a pressão arterial é menor que a pressão osmótica; então a pressão osmótica empurra os restos para o fluido de tecido e puxa água do tecido para dentro do capilar.

## Organizando as Células em Tecidos

Célula mais célula mais célula mais célula, repetindo e repetindo, acaba formando um tecido. Os tecidos são formados de grupos de células que exercem as mesmas funções. Quando um grande número de células parecidas se une, elas formam um tecido, e quando uma grande quantidade de tecidos parecidos se junta forma um órgão, que exerce uma função específica.

Aqui vai um exemplo: células que secretam produtos, como os sucos do sistema digestório, se juntam para formar um tecido. Outras células e tecidos se juntam e em seguida é formado um órgão. Este órgão, como o estômago, faz parte de um sistema maior — o sistema digestório — que controla quando as células nos tecidos produzem e secretam os sucos. Mas todos os níveis do corpo trabalham juntos. Essa seção mostra os tecidos que são formados pelas células e a função dos vários tipos de tecidos — epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso.

### Continuando com o tecido epitelial: A pele

Uma característica interessante da pele (*o epitélio*) é que ela é uma camada contínua que cobre a superfície inteira do corpo, além de revestir as cavidades do corpo (veja o capítulo 6). Apesar do epitélio ser uma camada contínua, existem funções especializadas em várias áreas. A nossa pele, o epitélio protege das seguintes formas:

- ✓ Evita a desidratação ou ressecamento do corpo
- ✓ Protege contra danos às estruturas internas
- ✓ Ajuda a combater invasões bacterianas

O epitélio também reveste e protege o estômago, é ele que produz enzimas e ácidos que destruiriam o próprio estômago se não tivesse as secreções de muco do epitélio. O epitélio que reveste o nariz contém projeções cabeludas chamadas de *cílios*, que captam a sujeira, poeira e outras partículas evitando que entrem nos pulmões.

Tabela 3-2 mostra os três tipos de células epiteliais.

**Tabela 3-2**

**Tipos de células epiteliais**

<i>Tipo de célula epitelial</i>	<i>Descrição</i>	<i>Localização no corpo</i>
Colunar	Tem formato cilíndrico; o núcleo celular geralmente está localizado na base da célula.	Encontrado no revestimento do trato digestivo

<i><b>Tipo de célula epitelial</b></i>	<i><b>Descrição</b></i>	<i><b>Localização no corpo</b></i>
Cúbico	As células têm formato de cubo.	Encontrado nos pequenos tubos do rim
Pavimentoso ou escamoso	As células são planas.	Encontrado no revestimento dos pulmões e vasos sanguíneos

E ainda tem muito mais, podemos criar mais algumas variações. (Não é divertido?) O tecido epitelial pode ser descrito em três maneiras:

- ✓ **Tecidos simples** formados de camadas únicas de células.
- ✓ **Tecidos estratificados** são formados por camadas de células sobrepostas.
- ✓ **Tecidos pseudoestratificados** significam que o epitélio parece formar várias camadas, mas tem apenas uma camada celular.

Usando esses adjetivos podemos formar palavras como *epitélio pavimentoso estratificado*, *epitélio cúbico simples* e *epitélio colunar pseudoestratificado*. E o seu corpo realmente produz todos esses tecidos. O epitélio pavimentoso estratificado se encontra na camada externa de sua pele; o epitélio colunar pseudoestratificado é encontrado nas glândulas e órgãos que secretam produtos, como no sistema digestório. Acrescente o adjetivo *ciliado*, o que significa “com cílio”, e você tem o *epitélio colunar pseudoestratificado ciliado* (ufal!): esse tipo de tecido é encontrado no revestimento do nariz e da traquéia e secreta muco. Existem várias outras combinações, mas acho que deu para entender como funciona.

## ***Conectado com o tecido conjuntivo***

O tecido conjuntivo é um tecido difícil de visualizar porque tem muitas funções e, portanto, muitas formas diferentes. Em algumas partes do corpo, como nos ossos, o tecido conjuntivo dá sustento ou oferece proteção. Em outras partes do corpo, o tecido conjuntivo preenche os espaços vazios e armazena gordura para oferecer ao corpo algo como um “para-choque”. O tecido conjuntivo também produz células sanguíneas.

Em geral, o tecido conjuntivo é composto de células que são separadas por uma matriz, uma substância intercelular amorfa e líquida ou gelatinosa. Imagine um trem de brinquedo coberto por musgo. O musgo, como essa substância intercelular ou matriz, cresce embaixo, em cima e entre todas as partes do trem e do trilho. Então o trem e o trilho são como células numa matriz de musgo.

A matriz de tecido conjuntivo pode ter três tipos de fibras:

- ✓ **Fibras colágenas** que contêm uma proteína forte e elástica chamada de *colágeno*.
- ✓ **Fibras elásticas** que contêm uma proteína mais elástica, porém mais fraca chamada de *elastina*.
- ✓ **Fibras reticulares** que são muito finas e extremamente ramificadas que oferecem apoio.

Os dois tipos principais de tecido conjunto são *frouxo* e *denso*.

### **Tecido conjuntivo frouxo**

Apesar do nome, o *tecido conjuntivo frouxo* liga as estruturas. Geralmente, o tecido conjuntivo frouxo é o que fixa o epitélio a alguma parte do corpo. Por exemplo, o tecido conjuntivo frouxo fixa a camada externa da pele ao tecido muscular subjacente. Quando você tira a pele de um peito de frango, você solta o tecido conjuntivo frouxo que prende a camada de pele ao músculo do peito. O tecido conjuntivo frouxo também fixa o epitélio que reveste a camada de pele interna que cobre o seu abdômen aos intestinos e órgãos abdominais.

O tecido conjuntivo frouxo é feito de células chamadas de *fibroblastos*, que são grandes e têm um formato de estrela. No tecido conjuntivo frouxo, os fibroblastos são caracterizados por um distanciamento maior entre si e o material intercelular (entre os fibroblastos) contém fibras colágenas e elastinas.

Os dois tipos de tecido conjuntivo frouxo são:

- ✓ **Tecido adiposo:** mais conhecido como *gordura*, o tecido adiposo tem células adiposas, tipo fibroblastos, que aumentam quando se enchem de lipídeos (gordura), assim limitando as fibras colágenas e elastinas dentro da matriz. A capacidade de armazenar gordura das células adiposas tem algumas vantagens. A gordura isola o corpo, protegendo os órgãos internos, e oferece uma fonte de energia. Porém, quem tem células adiposas grandes demais pode desenvolver problemas de saúde. O tecido adiposo localizado entre a sua pele e os órgãos abdominais é certamente o mais visível; é difícil disfarçar aquela barriguinha.
- ✓ **Tecido linfático:** encontrado nos nódulos linfáticos, o baço, o timo e a medula óssea vermelha – todos lugares no corpo envolvidos em funções ligadas à nossa imunidade (veja o capítulo 13), o tecido linfático contém células como os fibroblastos, só que elas são chamadas de *células reticulares*. E a matriz do tecido linfático é formada de fibras reticulares em vez de colágeno e elastina. As fibras reticulares são aquelas fibras finas e ramificadas que formam redes. Imagine uma malha de renda delicada.

### Tecido conjuntivo denso

O tecido conjuntivo denso também liga as partes do corpo, mas a sua estrutura é um pouco mais rígida que a do tecido conjuntivo frouxo. Os fibroblastos do tecido conjuntivo denso são bem compactos, e a matriz contém fibras colágenas alinhadas paralelamente. O tecido conjuntivo denso é encontrado nos *ligamentos*, que ligam os ossos entre si nas articulações, e nos *tendões*, que ligam os músculos aos ossos.

A *cartilagem* também é feita de tecido conjuntivo denso, porém é mais forte do que os ligamentos e tendões porque a sua matriz é mais sólida. Entretanto, não tão sólida quanto osso; a matriz da cartilagem permite alguma flexão. O problema da cartilagem é quando flexiona demais e quebra. Por causa da ausência de vasos sanguíneos a cartilagem danificada se recupera muito devagar.

Existem três tipos de cartilagem, de acordo com o tipo de fibra encontrado na substância fundamental da cartilagem:

- ✓ **A cartilagem elástica** contém muitas fibras colágenas, além de muitas fibras elásticas. Este tipo de cartilagem é flexível e raramente “quebra”. Um lugar no corpo que tem cartilagem elástica é a orelha externa.
- ✓ **A cartilagem fibrosa** contém principalmente fibras colágenas. É forte e capaz de absorver impactos, então é encontrado entre as vértebras da coluna e na articulação do joelho. A cartilagem fibrosa serve para reduzir o atrito entre as articulações.
- ✓ **A cartilagem hialina** contém apenas fibras colágenas. É forte e é o tipo de cartilagem mais comum no corpo. A cartilagem hialina é lisa, branca e fosca. (Pensa naquela conexão entre o peito de frango e a carne da costela). Nos humanos, a cartilagem hialina se encontra no nariz, nos anéis que sustentam e protegem sua traquéia, e nas extremidades dos ossos compridos (como as pernas ou braços) e costelas. Os esqueletos dos embriões são formados por cartilagem hialina, que depois é substituída por osso.

Claro que você já sabe que os ossos são fortes — ossos são feitos do tecido conjuntivo denso mais forte que existe. A matriz do osso é extremamente dura porque contém sais minerais misturados com fibras protéicas. O mineral mais abundante encontrado no osso é o cálcio, por isso é importante ter sempre uma reserva de cálcio para manter os ossos fortes. O capítulo 4 explica o que pode acontecer com seus ossos quando há deficiência de cálcio.

### O máximo sobre o tecido muscular

Existem três tipos de tecido muscular no seu corpo: cardíaco, liso e esquelético.

Esses tecidos musculares são compostos de *fibras musculares*. As fibras musculares são abundantes em *miofibrilas*, que são as partes da fibra que realmente contraem.

O alinhamento perfeito das miofibrilas na fibra deixa o tecido muscular com uma aparência estriada ou granulada (como carne bovina, que é o tecido muscular da vaca ou boi); o termo técnico é *estriado*. As faixas claras e escuras das linhas se repetem ao longo da fibra e formam unidades mensuráveis chamadas de *sarcômeros*. Agora vamos ver qual é a função específica desses três tipos de tecido muscular:

- ✓ **O tecido muscular cardíaco** é encontrado no coração. As fibras musculares do coração têm apenas um núcleo; por isso chamamos elas de *uninucleares*. As fibras musculares cardíacas são estriadas, de formato cilíndrico e ramificado, como uma árvore. As fibras grandes se dividem em fibras menores, que se dividem em fibras ainda menores. A contração do músculo cardíaco precisa se espalhar rapidamente pelo coração, então as fibras musculares cardíacas são interligadas. Entre as contrações, as fibras do músculo cardíaco relaxam completamente para não esgotar o mesmo. Porque mesmo quando você está cansado, o seu coração precisa continuar batendo. Então o mais importante é a contração *involuntária* do músculo cardíaco, o que significa que a contração ocorre sem requerer um controle consciente. A contração do músculo cardíaco não precisa de impulsos nervosos do cérebro. É menos uma dor de cabeça para o seu cérebro.
- ✓ **O tecido muscular liso** é encontrado nas paredes dos órgãos ocos, como o seu estômago, a bexiga, os intestinos e pulmões. As fibras neste tipo de tecido muscular são uninucleares, com formato de fuso. São organizadas em linhas paralelas e formam camadas de tecido muscular. A contração do músculo liso não exige controle consciente; como o tecido muscular cardíaco, a contração é involuntária. A contração do tecido muscular liso ocorre bem devagar e permanece contraído durante mais tempo que o tecido muscular esquelético. Ele não se cansa facilmente.
- ✓ **O tecido muscular esquelético** (ou tecido muscular estriado) é o tipo de músculo encontrado nos seus braços, pernas e tronco. Essas fibras musculares são multinucleares (com muitos núcleos), e são estriadas e cilíndricas. As fibras musculares esqueléticas percorrem a extensão do músculo inteiro, então podem ser bastante compridas, como no bíceps femural na parte posterior da sua coxa. Mas diferente do tecido muscular cardíaco ou liso, o músculo esquelético é controlado pelo sistema nervoso e está sob o controle consciente (é voluntário, em vez de involuntário). Apesar de alguns movimentos acontecerem muito rapidamente – como tirar a mão quando tocamos em algo que queima ou proteger o rosto com as mãos quando alguém atira algo em você — o sistema nervoso sempre recebe e envia os estímulos para movimentar os músculos do braço. (Veja o capítulo 5 para mais informações – Figura 5-1 mostra como os músculos esqueléticos se contraem.)

## Já está nervoso com o tecido nervoso?

Não precisa. Acompanhe a Figura 7-3 no capítulo 7 (desculpa pela inconveniência de fazer você pular tantas páginas) enquanto você lê a seguinte seção. Acho que vai dar o *impulso* que você precisa para entender melhor esse assunto. O tecido nervoso forma o sistema nervoso, que é responsável pela coordenação das atividades e movimentos do seu corpo através da rede de nervos. Partes do sistema nervoso incluem o cérebro, a medula espinhal e os nervos que se espalham a partir destas duas partes chaves. O tecido nervoso e os nervos são compostos de células nervosas, chamadas de *neurônios*. O neurônio é um tipo de célula especial porque o sistema nervoso desempenha algumas funções únicas. Neurônios recebem e transmitem sinais eletrônicos (estímulos ou impulsos), respondem a uma variedade de estímulos (calor, frio, dor, toque, etc), e controlam muitas atividades do corpo (por exemplo, quando liberar hormônios). Mesmo para as atividades involuntárias, como a contração de músculos lisos ou cardíacos, os neurônios executam várias tarefas, mas não precisam de impulsos do cérebro para responder.

Os neurônios têm células associados a eles que oferecem apoio — células da glia ou *neuroglia* protegem e levam nutrientes aos neurônios. O neurônio em si consiste em um *corpo celular nervoso*, que contém um núcleo e organelas. Os *dendritos* são ramificações na parte externa do corpo celular que atuam como pequenas antenas que *recebem* os sinais de outras células. O *axônio*, uma fibra longa e fina, fica do outro lado do corpo celular nervoso. O axônio tem ramificações que *transmitem* *sinais*. O capítulo 7 explica com funcionam os nervos.



Para diferenciar qual lado do neurônio faz o que, lembre-se que o axônio reage ao sinal transmitindo um impulso. Um dendrito não transmite; apenas recebe. Guarde a frase: “dendrito não transmite”; e associe “axônio” com “ação”, vai ser mais fácil recordar que os dendritos recebem e os axônios transmitem.

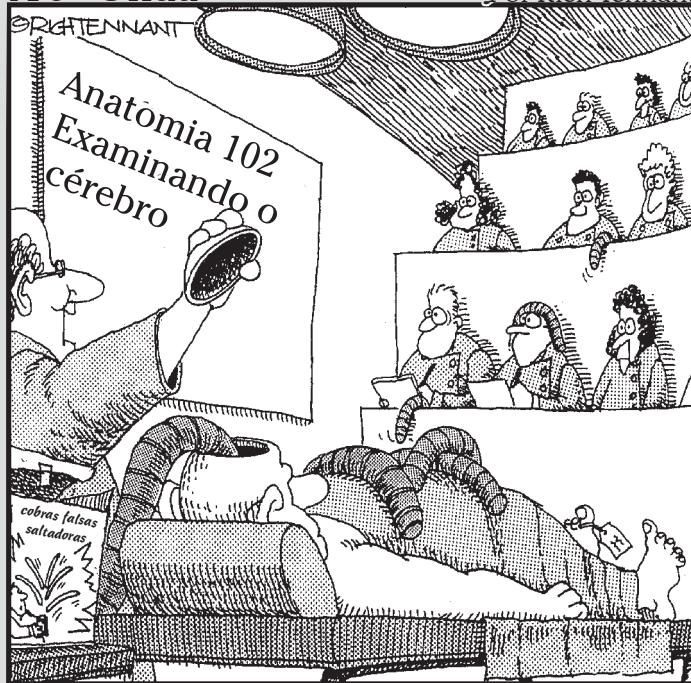


# Parte II

# Anatomia da Cabeça aos Pés

A 5<sup>a</sup> Onda

Por Rich Tennant



"AGORA QUE QUEBRAMOS O GELO..."

## *Nesta parte...*

**O**s próximos capítulos desta parte tratam dos componentes do corpo que formam a estrutura – a carroceria – da sua fabulosa máquina. Você vai conhecer os diferentes tipos de ossos, os músculos e a pele, e ver como cada um destes componentes recebe nutrientes e oxigênio. Esta parte mostra como os seus ossos, músculos e pele substituem células desgastadas ou conserta as que foram danificadas. Também vou começar a explicar mais sobre a fisiopatologia de várias partes do corpo. Assim você entenderá o que pode dar errado em algumas áreas específicas do corpo e como os distúrbios ou interferências (por exemplo, causados por uma doença ou algum problema genético) e o desequilíbrio nos sistemas do seu corpo podem causar doença.

## Capítulo 4

# Os Ossos do Ofício: O Sistema Esquelético

### **Neste capítulo**

- Mexendo o esqueleto
- A cintura que sempre está na moda
- Entender onde estão os ossos
- Descobrir as funções dos ossos
- As curvas dolorosas: lordose, cifose, escoliose

**S**e você tiver alguma ossada escondida, agora é a hora de revelar. Não estou falando de nenhum segredo sinistro. Sério! A melhor maneira de entender a estrutura do nosso esqueleto é pegar um modelo e observar onde as partes se conectam e de qual maneira.

Um corpo adulto é formado por 206 ossos, mas o sistema esquelético é muito mais do que isso. O sistema esquelético é composto de ossos e articulações – e ainda cartilagens e ligamentos que interligam os ossos e as articulações. (Veja o capítulo 3 para mais informações sobre o tecido ósseo como um tipo de tecido conjuntivo.) O esqueleto tem duas principais divisões: *axial* e *apendicular*. O *esqueleto axial* é formado pelos ossos que se encontram ao longo do eixo central do corpo: o crânio, o hióide, a coluna vertebral e a caixa torácica. O *esqueleto apendicular* é formado pelas extremidades conectadas ao esqueleto axial: a cintura escápular, a cintura pélvica e os membros.

## *Informação Dura*

Antes de começar a explicar onde estão os ossos, queria apresentar alguns conhecimentos básicos sobre os ossos em geral.

## *Pronto para servir: as tarefas dos seus ossos*

O seu sistema esquelético tem uma missão. Se suas partes não fossem conectadas, você seria um saco de ossos e tecidos rolando soltos – além de desagradável não seria nada prático. O seu esqueleto oferece os seguintes benefícios: \*

- ✓ Protege os seus órgãos internos e tecidos moles, como o cérebro, o coração e os pulmões;
- ✓ Sustenta o seu corpo e os órgãos contra a força da gravidade;
- ✓ Produz células sanguíneas, que são importantes para transportar oxigênio, combater organismos invasores, e conduzir os nutrientes e restos pelo corpo;
- ✓ Armazena minerais essências, como o cálcio;
- ✓ Oferece apoio aos músculos para você poder se locomover

## *Classificando os ossos do esqueleto*



Os ossos existem em várias formas e tamanhos. Apropriadamente, muitos nomes dos ossos combinam com a sua aparência, como ossos planos, ossos longos, ossos curtos e ossos irregulares. A Tabela 4-1 mostra as diferenças entre esses quatro tipos de osso.

**Tabela 4-1**

**Características dos tipos de ossos**

<b>_tipo de osso</b>	<b>Exemplo/Localização no corpo</b>	<b>Características</b>
Planos	crânio, escápulas, costelas, esterno, ossos pélvicos	Como as placas de uma armadura, os ossos planos (também chamado de laminar) protegem os tecidos moles do cérebro e os órgãos do tórax.
Longos	Braços e pernas	Como vigas de aço, esses ossos estruturais oferecem sustento.
Curtos	Punhos (ossos do carpo) e tornozelo (ossos tarso)	Ossos curtos parecem cubos e permitem uma amplitude de movimento maior do que os ossos longos.
Irregulares	Coluna vertebral, patelas*	Ossos irregulares têm uma grande variedade de formas e geralmente possuem protuberâncias para conectar os músculos, tendões e ligamentos.

\* N.T. Alguns autores consideram a patela como um osso sesamóide.

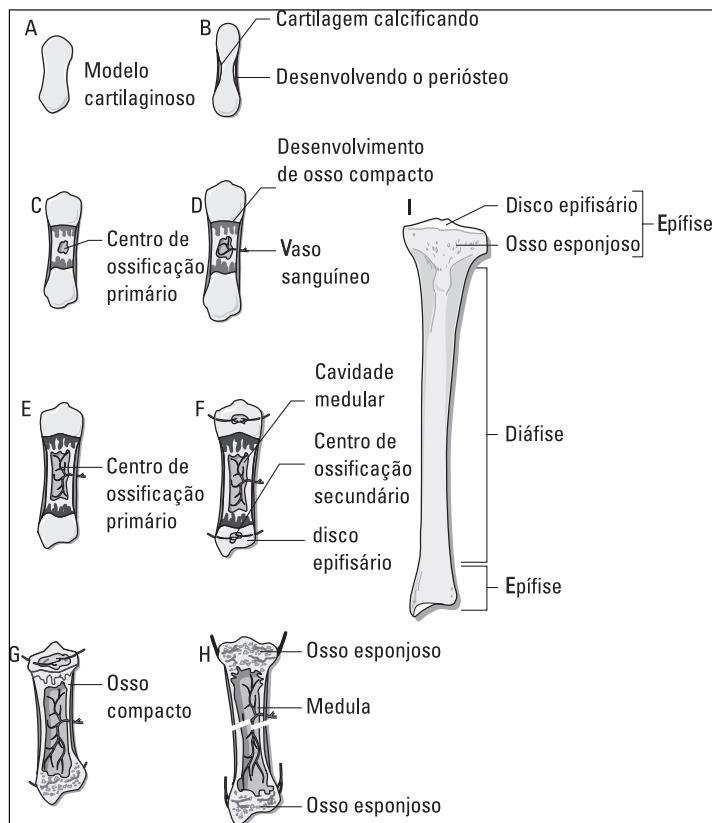
## Descrevendo a estrutura do osso



Os ossos longos (veja a Figura 4-1), como o fêmur da sua coxa, geralmente são usados como exemplo quando descrevemos a anatomia óssea porque eles contêm muitas propriedades, como as da seguinte lista, que são comuns numa grande variedade de ossos.

- ✓ **Ossos compactos:** essa camada dura e densa de osso contém células ósseas chamadas de *osteócitos* que residem em pequenos espaços chamados de *lacunas*. As lacunas contêm fibras de proteína e minerais (como o cálcio sobre o qual já falamos tanto), e são posicionadas em grupos de círculos concêntricos chamados de *sistema de Havers*. Quando as lacunas são posicionadas num padrão circular, elas se conectam e formam pequenos canais chamados de *canalículos*. Os canalículos interligam as lacunas e conectam as lacunas ao *canal central haversiano*, que serve como um ducto para os vasos sanguíneos do periôsteo passarem pelo tecido ósseo. (Imagine os fios elétricos da sua sala passando por um tubo para protegê-los. Esse tubo é um ducto.) Os *canais de Volkmann* conectam cada sistema haversiano. Os canais de Volkmann percorrem um trajeto quase perpendicular em relação aos canais haversianos e também servem como um ducto mais amplo por onde podem passar os vasos sanguíneos. O sistema haversiano garante que mesmo os ossos duros e densos tenham acesso aos vasos sanguíneos do sistema circulatório.
- ✓ **Diáfise:** a parte central cilíndrica do osso contém uma parte oca cercada por osso compacto chamada de *cavidade medular*. Dentro desta cavidade está a *medula*. Em adultos a cavidade medular contém *medula amarela*, composta principalmente de gordura (imagine algo como manteiga). A *medula vermelha* produz células sanguíneas tanto em adultos como em crianças, mas as crianças possuem mais medula vermelha do que os adultos. Em crianças, as cavidades medulares da maioria dos ossos longos contêm medula vermelha; em adultos, a medula vermelha é restrita ao osso esponjoso nas extremidades dos ossos longos e do crânio, costelas, vértebras e esterno. Em adultos, o processo chamado de *hematopoiese* produz células sanguíneas vermelhas (hemácias) no tecido esponjoso.
- ✓ **Epífise:** cada extremidade do osso tem essa área que desempenha um papel importante no crescimento do osso (veja o próximo parágrafo). A epífise é composta de osso esponjoso revestido de uma camada de osso *compacto* (osso duro e denso) que é recoberto por *cartilagem articular* que cobre a área onde encaixa (ou articula) um outro osso para formar uma articulação.

- ✓ **Periósteo:** esse tecido conjuntivo duro e fibroso recobre os ossos e percorre o osso diretamente aos ligamentos e tendões que se conectam ao osso. Como o periósteo, os ligamentos e os tendões se conectam diretamente sem nenhuma separação nítida, o periósteo geralmente é considerado como sendo *contínuo* com os ligamentos e tendões. O periósteo é o tecido que fornece sangue ao osso. Os vasos sanguíneos passam do periósteo ao osso para entregar nutrientes e oxigênio e também remover restos e transportar novas células sanguíneas. (Veja o capítulo 9 para mais informações sobre o sistema circulatório.)
- ✓ **Osso esponjoso:** as células sanguíneas vermelhas são criadas no osso esponjoso. Esse osso é forte, mas leve — o que reduz o peso total do osso. O osso esponjoso contém osteócitos e muitas trabéculas. Estruturas laminares posicionadas ao longo das linhas de tensão, as trabéculas funcionam como vigas ou hastes, sustentando os ossos.



**Figura 4-1:**  
Estrutura do  
osso longo.

Agora que você observou as partes do osso, continue lendo para descobrir quais são as partes específicas do osso que fazem as pessoas crescer.

### **Nossa, como você cresceu**

Quando você era apenas um feto miudinho, enrolado no útero da sua mãe, você assumia umas posições bem flexíveis. Sem espaço para se espreguiçar, a não ser dando alguns chutes contra a bexiga da sua mãe, você ficou nove meses bem enroladinho. Ou talvez um pouco menos tempo, se você não conseguiu esperar e resolveu sair antes. Mas imagine como seria difícil assumir a posição fetal se os ossos do feto fossem sólidos? Felizmente, como feto, você era bem mole.\*



Os ossos desenvolvidos pelo feto, no primeiro momento, são compostos de cartilagem. Essa cartilagem, mais flexível, permite o feto se virar em posições que deixariam qualquer professor de ioga com orgulho. A cartilagem fetal tem o formato do osso que se formará em seguida e serve como modelo. Minerais, como o cálcio, são depositados neste molde e a cartilagem começa a se calcificar durante o processo de *ossificação endocondral* (*ossificação quer dizer “formação de osso”*).

Lembra daquela cavidade medular? A ossificação começa no centro do osso. (Em latim, *medullae* quer dizer no centro ou no meio.) As células que formam o osso — chamadas de *osteoblastos* — continuam calcificando as células originais de cartilagem. Quando a criança cresce, as células ósseas (*osteócitos*) substituem os osteoblastos que convertem a cartilagem em osso. Depois, as únicas áreas de crescimento são as epífises nas extremidades de alguns ossos.



Dentro de cada epífise, o *disco epifisário* contém cartilagem. Quando as células de cartilagem se dividem, o osso cresce. Quando as células de cartilagem no disco epifisário não se dividem mais, o osso para de crescer em comprimento e a altura adulta é alcançada.



### **Reparando (n)as fraturas**

Fraturas são quebras ou rompimentos nos ossos. O corpo passa por quatro etapas diferentes para reparar fraturas, mas primeiro vou explicar os tipos de fraturas que podem ocorrer no osso:

- ✓ **Fraturas cominutivas:** O osso é estilhaçado ou esmagado.
- ✓ **Fraturas completas:** O osso quebrou em dois pedaços.
- ✓ **Fraturas compostas:**\* O osso quebrado atua como uma faca, perfurando a pele.
- ✓ **Fratura em galho verde:** A fratura é incompleta e lascada. (Imagine arrancar um galho verde da árvore; se você dobrar esse galho ele não quebra completamente, mas rasga parcialmente.)
- ✓ **Fraturas impactadas:** o osso quebra em dois pedaços e um pedaço é empurrado para dentro do outro.

\* N. T. Também chamadas de fraturas abertas ou expostas.

✓ **Fraturas parciais:** O osso está quebrado no comprimento, mas não se separou em dois pedaços.

✓ **Fraturas simples:**\* O osso quebrado não perfura a pele.

Se você tiver o azar de fraturar um osso, como aconteceu com a minha sobrinha de 6 anos que caiu no playground da escola, você passa por um período de reparo. O seu corpo cuida disso sozinho; o gesso, parafuso e/ou pino servem apenas para imobilizar o osso enquanto o seu corpo faz o seu trabalho. A seguinte lista explica em termos gerais o que acontece: \*

- Um hematoma (coágulo) se forma** no espaço criado pela fratura do osso. Sangue vazia dos vasos sanguíneos que se romperam com a fratura do osso; a coagulação evita mais vazamento de sangue dos vasos danificados. A área em volta da fratura e do hematoma fica inchada e inflamada porque as células do seu sistema imunológico respondem para ajudar a prevenir infecção. (Veja o capítulo 13 para mais informações sobre o sistema imunológico.)
- O reparo do tecido começa** com a fibrocartilagem preenchendo o espaço onde ocorreu a fratura. Fibras de proteína colágena conectam os fragmentos do osso.
- Formação de um calo provisório** para juntar os pedaços fragmentados. Isso acontece quando as células que formam o osso — os osteoblastos — criam um osso esponjoso com as trabéculas (a estrutura).
- A reforma pode começar.** Os ossos não vão colocar ladrilhos, trocar a fiação ou reinstalar o sistema hidráulico, mas eles são bem capazes de construir uma nova estrutura. Os osteoblastos que criam novas células ósseas formam uma estrutura de novas células ósseas compactas nas beiras da fratura. Enquanto as novas células começam a se formar, as células que destroem os ossos — chamadas de *osteoclastos* — absorvem o osso esponjoso, criando uma nova cavidade medular.



Como o seu corpo está continuamente substituindo as células ósseas, você precisa de cálcio durante toda sua vida, não apenas quando era criança. Na verdade, os adultos precisam de mais cálcio do que as crianças!

## Você está sempre demolindo e reconstruindo.

Mesmo quando os seus ossos estão num estado perfeito, o seu corpo não deixa de mexer neles. A mudança é constante em todos os seres vivos, e aqueles osteoclastos e osteoblastos não sossegam e procuram sempre algo para fazer. Como qualquer outra célula do corpo, as células velhas e desgastadas são removidas de serviço e substituídas por novas células mais entusiasmadas. Os osteoclastos absorvem as células ósseas cansadas e o material celular é enviado à

circulação sanguínea. O que não pode ser reaproveitado é encaminhado ao aparelho excretor e removido; o cálcio, porém, é reciclado através do sistema circulatório e usado pelos osteoblastos, que criam novas células ósseas. (Pessoalmente, acho que o termo osteoblastos, lembrando a palavra *blast* [explosão], deveria ser usado para indicar as células que *destroem* as células velhas — faria mais sentido e seria uma maneira excelente de lembrar a função de cada célula.)

\* N. T. Também chamado de fratura fechada.

## Concentrando no Seu Eixo: Os Ossos do Esqueleto Axial

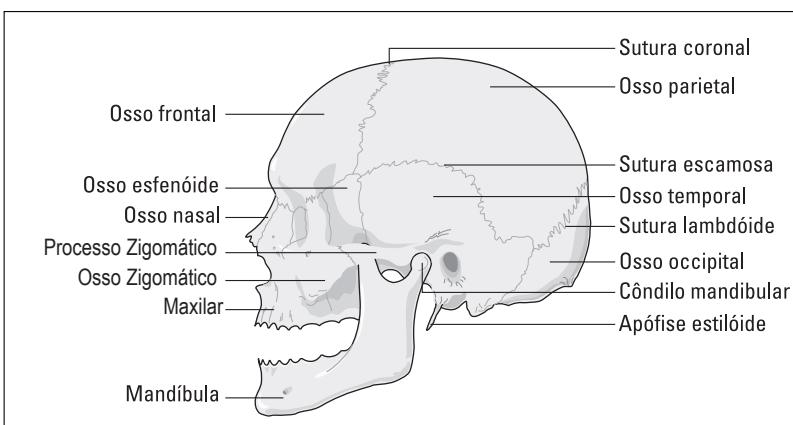
O esqueleto axial consiste nos ossos posicionados ao longo do eixo (centro) do seu corpo, como a sua coluna vertebral. Uma maneira simples de lembrar quais são os ossos do esqueleto axial é pensar na coluna vertebral que corre ao longo do centro do seu corpo e os ossos diretamente conectados a ela — a caixa torácica e o crânio. Apesar de não estar conectado a nenhum outro osso, o osso hióide (veja o quadro “O osso flutuante” neste capítulo) está alinhado com o crânio e a coluna vertebral e por isso faz parte do esqueleto axial.

### De cabeça erguida: O crânio

Se você acha que o seu crânio é um grande pedaço de osso, cobrindo o seu cérebro como um capacete, está muito enganado. O seu crânio é muito mais do que isso e consiste de vários ossos, além de incluir os ossos da face (o rosto).

O crânio humano (veja a Figura 4-2) consiste no *crânio* e nos ossos faciais. Os ossos faciais envolvem as cavidades chamadas de *seios*, que exercem uma função além de hospedar infecções respiratórias (como a sinusite).

**Figura 4-2:**  
O crânio humano:  
O crânio e  
os ossos  
faciais.



LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



### O craque, nosso crânio

Os oito ossos do seu crânio protegem o cérebro e possuem articulações completamente imóveis chamadas de *suturas*. Sutura também é nome do material usado para aplicar pontos e fechar uma ferida ou incisão. Então é bem fácil identificar as suturas do crânio, porque parecem pontos costurados. Alguns dos principais ossos do crânio conectados pelas suturas são:

- ✓ **Osso etmóide:** Contém várias seções chamadas de lâminas — a maioria delas forma a cavidade nasal. Uma dessas lâminas é a *placa cribiforme* ou fáscia cribrosa, que contém pequenos furos por onde passam os nervos dos receptores olfativos.
- ✓ **Osso frontal:** Forma a testa, as órbitas e parte do nariz.
- ✓ **Osso occipital:** Forma a parte posterior da cabeça e a base do crânio. O *forame magno*, uma abertura no osso occipital, permite a medula espinhal entrar no crânio e se conectar ao cérebro.
- ✓ **Ossos parietais:** Dois ossos que formam os lados e a abóboda do crânio.
- ✓ **Ossos temporais:** Formam as laterais do crânio, perto das têmporas. O osso temporal em cada lado da sua cabeça inclui as seguintes estruturas:
  - **Meato auditivo externo:** a abertura do canal auditivo
  - **Fossa mandibular:** articulada à mandíbula
  - **Apófise mastóide:** onde os músculos do pescoço se conectam à sua cabeça
  - **Apófise estilóide:** serve como ponto de conexão para os músculos da língua e da laringe (órgão da voz)
- ✓ **Osso esfenóide:** No formato de uma borboleta ou sela (dependendo do ângulo), o esfenóide forma a base do crânio e das laterais das órbitas. A parte central do osso esfenóide que forma uma depressão é chamada de *sela túrcica* e abriga a glândula hipófise, que desempenha um papel fundamental em controlar as principais funções do corpo. (Veja o capítulo 8 para mais informações sobre a glândula hipófise.)

### O que é fenda palatina?

O palato forma a abóbada (o céu) da sua boca. Uma parte do palato é mole (lá atrás), e uma parte é dura (diretamente atrás dos seus dentes superiores). Então os ossos do palato fazem parte do seu palato duro. Uma

fenda palatina ocorre quando os ossos do palato não se fundem durante o desenvolvimento fetal. Sem a fusão dos ossos palatinos fica uma abertura entre a abóbada da boca e a cavidade nasal.



### Encarando os ossos faciais

A maior parte da sua face (rosto) consiste em tecido e músculo. Além dos ossos do crânio que envolvem o seu rosto, a sua face contém várias cavidades, como as órbitas (onde se encaixam os globos oculares) e a cavidade nasal. Alguns outros ossos pequenos que formam as estruturas faciais são:

- ✓ **Ossos lacrimais:** Dois ossos minúsculos nas paredes interiores das órbitas. Uma fenda entre os ossos lacrimais nas órbitas e o nariz forma o *canal nasolacrimal*. As lágrimas escorrem pelo globo ocular e através deste canal para sua cavidade nasal. Por isso o seu nariz “escorre” quando você chora.
- ✓ **Mandíbula:** É o único osso móvel do crânio.
- ✓ **Maxilar:** Formado por dois ossos.
- ✓ **Ossos nasais:** Dois ossos retangulares que formam a ponte do nariz. A parte inferior e móvel do seu nariz é feito de cartilagem.
- ✓ **Os ossos do palato:** Formam a parte posterior do palato duro (a abóbada palatina ou céu da boca). Do outro lado do palato duro está a base da cavidade nasal.
- ✓ **Ossos zigomáticos:** Formam parte das órbitas e dos ossos das bochechas.

### Somando os seios

O crânio também contém seios, estruturas que permitem a entrada de ar, deixando a nossa cabeça mais leve e mais fácil de manter erguida. O ar nos seios também dá uma ressonância a nossa voz, o que significa que quando você fala as ondas sonoras reverberam dentro dos seios. Essa reverberação deixa o tom da sua voz mais cheio e intenso; quando você está resfriado, com os seios congestionados, sua voz soa mais monótona. Certo?

Os tipos de seios são identificados pela localização:

- ✓ **Os seios mastóides** são interligados à orelha média; uma inflamação neste local é chamada de *mastoidite*.
- ✓ **Os seios maxilares** são grandes e localizados entre os ossos maxilares.
- ✓ **Os seios paranasais — frontal, esfenoidal, etmoidal e maxilar** — se comunicam com o nariz, o que você já deve ter percebido quando fica resfriado.

## O osso flutuante

O osso hióide é um pequeno osso no formato de uma fenda, fica acima da laringe e apóia a língua e os músculos usados quando engolimos. Porém, o osso hióide não está conectado a nenhum outro osso. É o único

osso do nosso corpo que não está conectado a nenhum outro osso; ele apenas está preso aos ligamentos conectados às apófises estilóides dos ossos temporais.

## *Desdobrando a coluna vertebral*

A coluna vertebral (veja a Figura 4-3) percorre quase o comprimento inteiro do seu corpo. Começa dentro do crânio e se estende até a pelve. Esta parte do corpo contém uma boa quantidade de ossos — 33 no total. A coluna vertebral é composta de vértebras, e cada vértebra é um osso separado.

Uma função importante da coluna vertebral e de todos seus ossos é proteger a medula espinhal — a conexão vital entre o seu corpo e cérebro. Quase todos os seus nervos são conectados — diretamente ou através de ramificações — à medula espinhal, que entra direto no cérebro através de uma abertura no crânio chamada de forame magno.

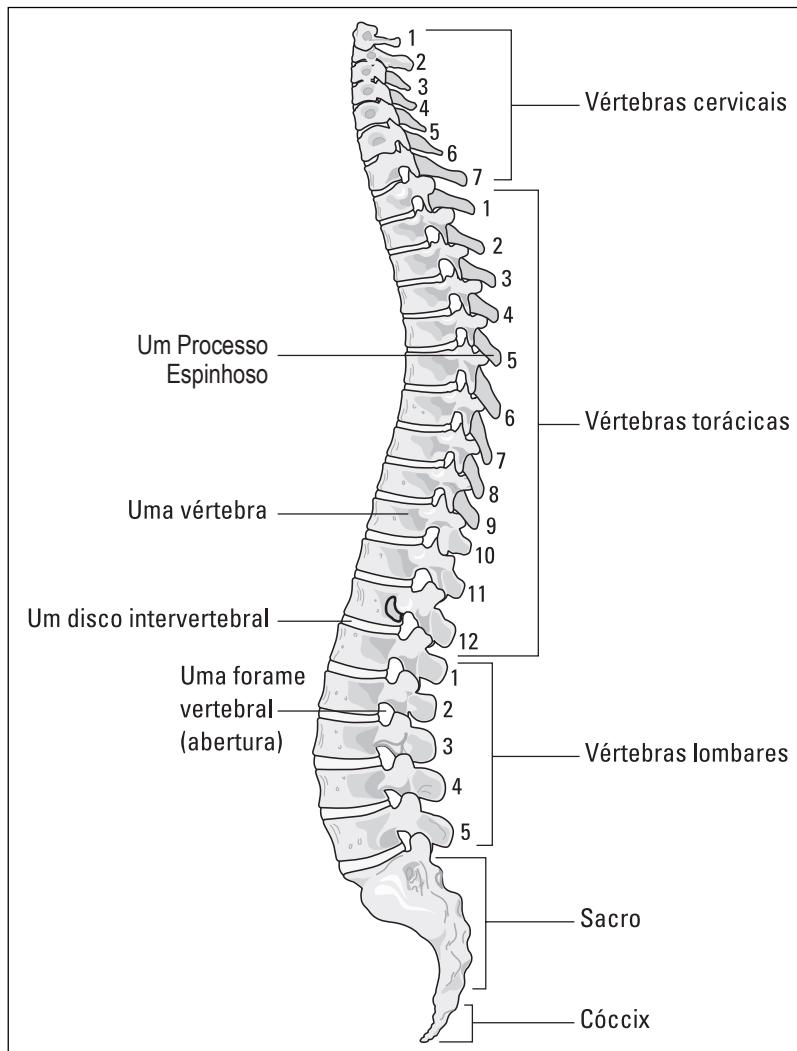


Se você observar a coluna de lado, você pode reparar que ela tem cinco curvas: para fora, para dentro, para fora, para dentro e para fora. A curvatura da coluna ajuda melhor absorver os impactos e a pressão do que se ela fosse reta. A coluna curvada também oferece mais equilíbrio, distribuindo melhor o peso do crânio sobre os ossos pélvicos, o que é necessário para poder andar em pé. Uma coluna levemente curvada deixa você mais estável. Cada curvatura representa uma região da coluna: cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea. A Tabela 4-2 mostra a quantidade de vértebras em cada região e algumas características vertebrais importantes.

**Tabela 4-2:** As regiões da coluna vertebral

Região	Número de vértebras	Características
Cervical	7	O crânio está conectado à parte superior desta região, a uma vértebra chamada de <i>atlas</i> . (Na mitologia grega, Atlas carregava o mundo nos seus ombros; então lembra que o atlas é a vértebra que sustenta a cabeça nos seus ombros).
Torácica	12	As costelas estão conectadas a essa região.

Região	Número de vértebras	Características
Lombar	5	Geralmente chamado de costas, é a região que sustenta o maior peso.
Sacral	5 (fundidas em um; formando o osso sacro)	O sacro forma uma articulação com os ossos da pelve.
Coccígea	4 (fundidas em um; o cóccix)	O cóccix é o vestígio do nosso rabo, que foi eliminado ao longo da evolução.



**Figura 4-3:**  
A coluna vertebral,  
vista lateral.

A coluna vertebral também oferece lugares para a articulação de outros ossos. O crânio é conectado à parte superior da coluna cervical. A primeira vértebra cervical (abreviada como C-1; “C” de cervical, “1” de primeira) é o *atlas*, que sustenta a cabeça e permite sua flexão e extensão. A segunda vértebra cervical (C-2) é chamada de áxis e permite a rotação da cabeça e seu movimento lateral. Você pode diferenciar entre esses dois ossos importantes lembrando o mito grego sobre Atlas, que sustentava o mundo sobre os ombros. O seu atlas sustenta a sua cabeça sobre os seus ombros.

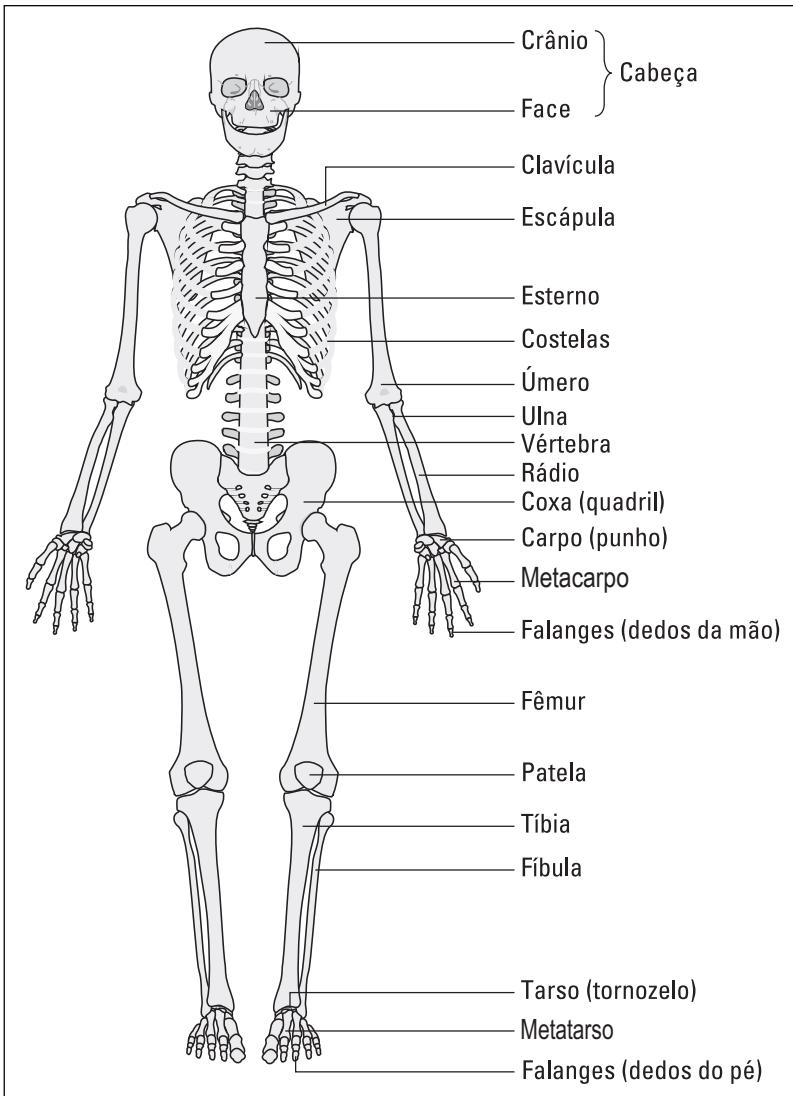
## *Ser encaixotado tem suas vantagens*



A caixa torácica consiste nas vértebras torácicas, as costelas e o esterno (veja Figura 4-4). A caixa torácica é essencial para proteger o seu coração e pulmões e oferece um ponto de articulação para as suas escápulas (ossos do ombro).

A sua caixa torácica contém 12 pares de *costelas*. Algumas são *verdadeiras*, algumas são falsas e algumas são *flutuantes*. Todas as costelas se articulam com as vértebras torácicas. Na frente, as costelas verdadeiras se articulam diretamente com o *esterno*; as costelas falsas se articulam com o *esterno* através da *cartilagem costal*. Os últimos dois pares de costelas são chamados de costelas flutuantes, porque apenas se articulam com a coluna vertebral e não com o esterno. As costelas flutuantes protegem os órgãos abdominais, como os seus rins, sem interferir no espaço do seu abdômen reservado para os intestinos.

O esterno consiste de três partes: o *manúbrio*, o *corpo* e o apêndice *xifóide*. Uma parte mole que você pode sentir na parte superior do peito, alinhado com as clavículas, é o topo do manúbrio. A parte central do esterno é o corpo e a parte inferior do esterno é o apêndice xifóide. O apêndice xifóide é o ponto de referência para a ressuscitação cardiopulmonar (RCP); para achar o ponto exato onde iniciar a RCP, posicione três dedos horizontalmente acima do apêndice xifóide.



**Figura 4-4:**  
Vista frontal  
do esqueleto  
mostrando  
a caixa  
torácica, as  
clavículas,  
os membros  
superiores,  
os membros  
inferiores e  
a pelve.

## Conectando as Partes: O Esqueleto Apendicular

O esqueleto apendicular consiste das extremidades (membros superiores e inferiores) e os ossos que se articulam com o esqueleto axial (veja acima). Esses ossos incluem duas cinturas (ou cinturões) – escapular e pélvica – e os ossos dos braços e das pernas.

### *Usando cinta: todo mundo usa duas*



O seu corpo contém duas cinturas (a cintura escapular e pélvica), e como uma cinta, elas seguram esta parte do corpo. A palavra *cintura* quer dizer algo que circunda ou rodeia. As cintas que vestimos rodeiam a cintura; as cinturas do seu corpo rodeiam a coluna vertebral. As duas cinturas e os membros que se articulam com as cinturas formam o esqueleto apendicular.

#### *Ninguém escapa da cintura escapular*

Esta seção do corpo rodeia a parte superior da coluna vertebral e é onde se conectam os seus membros superiores, melhor conhecidos como os seus braços. A cintura escapular (veja a Figura 4-4) consiste de duas clavículas e duas escápulas (dois ossos em formato de triângulo que formam os seus ombros). As escápulas formam uma superfície larga para conectar os músculos do braço e peito.

As clavículas são a única parte da cintura escapular que se articula com o esqueleto axial. (As clavículas se encontram na parte superior do esterno – o manúbrio.) Como a cintura escapular é apenas minimamente conectada ao esqueleto axial, as estruturas da cintura escapular (como os ombros) permitem uma grande possibilidade de movimentos e uma mobilidade maior, mas também são mais vulneráveis a luxações.

### **Porque a musculação faz bem**

Você deve saber que o exercício aeróbico e a musculação fazem bem ao coração e aos músculos, mas você sabia que também fazem muito bem aos ossos? Exercícios — especialmente os que usam peso como os que envolvem o quadril e as pernas como caminhar, correr, andar de bicicleta, e a musculação — aumentam a atividade de osteoblastos, independente da sua idade. Os osteoblastos são as células ósseas que

se convertem em osteócitos. Então se você desenvolver mais células ósseas, você fortalece os ossos. O exercício também previne a osteoporose, que é a redução de osteócitos (células ósseas) e o enfraquecimento dos ossos. E quando exercitamos os músculos, também exercitamos os ossos e as articulações, o que ajuda a manter a flexibilidade e força. Não há nada melhor do que uma base firme e forte.

## Porque as mulheres têm o quadril maior do que os homens

Bom, é um fato. As mulheres são diferentes dos homens. A estrutura da maioria dos homens é reta, com poucas curvas. Porém, a estrutura das mulheres é mais como um violão – seus quadris geralmente são mais largos do que os dos homens. Na mulher, os ossos ilíacos abrem mais do que no homem. E a pelve feminina – o anel formado pelos ossos púbicos, o ísquio, a parte inferior do ílio, e o sacro – é mais amplo e mais oval. A pelve masculina tem mais um formato de funil.

Essas diferenças anatômicas têm uma razão fisiológica: quando as mulheres estão grávidas e o bebê está pronto para nascer, ele precisa passar pela pelve sem ficar preso. Outras diferenças também têm a ver com o parto: o sacro feminino é mais amplo e se inclina para trás e o cóccix das mulheres tem uma mobilidade maior. Essas duas

características permitem uma flexibilidade maior quando o bebê passa pela pelve. Quando a mulher está grávida, ela produz um hormônio chamado *Relaxina* que faz os ligamentos que conectam os ossos pélvicos relaxarem um pouco, permitindo que eles se abram mais e tenham uma flexibilidade maior durante o parto.

Todas essas características femininas são ótimas para dar à luz, mas como mulher que já teve vários filhos, a minha experiência é que depois do parto os ossos não voltam à sua posição original. O quadril permanece numa posição mais ampla depois de dar à luz. Talvez seja uma recompensa fisiológica para facilitar o parto do próximo filho. É uma pena que os nossos corpos não sabem quando tivemos o nosso último filho, para que o nosso quadril volte ao tamanho original!

### Rodeando o quadril

Elvis Presley era famoso por rebolar e mexer esta parte do corpo. A cintura pélvica (veja a Figura 4-4) é formada pelos ossos do quadril, do sacro e do cóccix. Os ossos do quadril sustentam o peso do corpo e precisam ser fortes.

Os ossos do quadril são formados pelo *ílio*, o *ísquio* e o *osso público*. O ílio é o osso do quadril; é aquele osso grande e largo que você pode sentir em cada lado da sua bacia pélvica. A parte que você sente é o ponto superior do quadril, chamado de *espinha ilíaca*. Nas suas costas, o ílio se articula com a coluna vertebral na altura do sacro; essa articulação é chamada de *articulação sacroilíaca* — é aquele lugar onde muitas pessoas sentem dor nas costas. Esse problema pode ser causado pela própria articulação sacroilíaca, como artrite ou um desalinhamento dos ossos, mas há outro vilão responsável pela dor nas costas. O *forame isquiático maior* é uma abertura que permite a passagem dos vasos sanguíneos e o nervo isquiático maior para a perna. A compressão do nervo isquiático pode causar uma condição muito dolorosa, chamada de *ciática*.

O *ísquio* é a parte posterior do quadril. Você tem um ísquio de cada lado, dentro de cada nádega. Neste momento você provavelmente está sentado sob estas *tuberossidades isquiaias* ou *púbicas*. São as partes do seu quadril que deixam você sentar.

O tubérculo púbico se inclina para fora, e a *espinha do púbis* – que fica onde o ilíio e o ísquio se juntam – é inclinada para dentro da pelve ou bacia. A distância entre as espinhas do púbis de uma mulher é fundamental para ela poder ter um parto vaginal (veja os capítulos 14 e 15); o espaço entre as espinhas isquiais (púbicas) precisa ter um tamanho suficiente para permitir a passagem da cabeça do bebê.

## Ao extremo: os braços e as pernas



Os seus braços e pernas são extremidades ou membros. O seu esqueleto *apendicular* é composto das extremidades do seu corpo e as cinturas com as quais elas se articulam.

### Dando uma mão às mãos (e braços e cotovelos)

O seu membro superior, ou braço, está conectado à cintura escapular (veja a Figura 4-4). Os ossos do seu braço superior incluem o *úmero* do braço superior, o *rádio* e a *ulna* do antebraço e a mão, que consiste nos ossos do *carpo* e do *metacarpo* e *falanges*.

O úmero, ou osso do braço superior, está conectado à escápula (seu ombro). A escápula possui uma peculiaridade chamada de *cavidade glenóide*, uma cavidade pouco profunda onde se encaixa a cabeça do úmero. Os músculos que movimentam o braço e o ombro estão conectados aos *tubérculos maiores* e *menores*, duas saliências perto da cabeça do úmero. O tubérculo maior é maior do que o tubérculo menor. Entre os tubérculos maiores e menores há um *sulco intertubacular*, que prende o tendão do músculo bíceps ao úmero. O úmero também está conectado ao músculo deltóide do ombro num ponto chamado de *tuberosidade deltóide*. O músculo conectado à tuberosidade deltóide deixa você levantar e abaixar o seu braço.

Os ossos do antebraço se conectam ao úmero (na altura do cotovelo) em quatro pontos diferentes:

- ✓ **Capitulum:** côndilo (eminência) que permite a articulação do rádio do antebraço com o úmero.
- ✓ **Tróclea:** côndilo no úmero ao lado do capitulum que permite a articulação do *sulco troclear* da ulna do antebraço com o úmero.
- ✓ **Fossa coronóidea:** depressão no úmero que cria um espaço para acomodar a ulna (chamado de *processo coronóidea*) quando o cotovelo está flexionado.
- ✓ **Fossa do olécrano:** sulco no úmero que cria um espaço para acomodar a ulna (chamado de *processo olecraniano*) quando o cotovelo estendido. Tem cabimento, certo?

Como identificar o rádio e a ulna? Estenda o seu braço com a palma da mão virada para baixo e explicarei a diferença. O rádio é o osso ao lado do polegar. Quando você vira a sua palma da mão para cima, o rádio cruza a ulna para poder continuar ao lado do polegar. O rádio é mais curto, porém mais grosso do que a ulna. A cabeça do rádio parece a cabeça de um prego. A ulna é comprida e fina, e sua cabeça fica no lado oposto do osso, em relação à cabeça do rádio.

Tanto o rádio como a ulna se conectam aos ossos da mão, na altura do punho. O punho consiste de oito ossos pequenos de formato irregular, chamados de *ossos do carpo*.

Os ligamentos que conectam os ossos do carpo são bem apertados, mas a grande quantidade de ossos no punho permite grande mobilidade. Os oito ossos do carpo são o *pisiforme*, *piramidal*, *semilunar*, *escafóide*, *trapézio*, *trapézóide*, *capitato* e *hamato*. Sua palma da mão contém cinco ossos chamados de ossos do metacarpo. Quando você faz um punho com a sua mão, você pode observar as extremidades dos ossos do metacarpo; são os nós dos dedos. Seus dedos consistem de ossos chamados de *falanges*; cada dedo tem três falanges: a *falange proximal*, que se articula com o nó do dedo, a *falange medial*, e a *falange distal*, que é o osso na ponta do dedo. O polegar possui apenas duas falanges, então não é um dedo verdadeiro como os outros. Você tem oito dedos e dois polegares ou dez dedos, dependendo do seu ponto de vista.

### O avanço das extremidades inferiores

A sua extremidade inferior (a perna) é composta pelo *fêmur* (osso da coxa), a *tíbia* e a *fíbula* na parte inferior da perna, e os ossos do pé: do *tarso*, do *metatarso* e *falanges* (veja Figura 4-4).



O termo *falange* é usado tanto para os ossos dos dedos da mão como do pé.

O fêmur é o osso mais forte e mais comprido do corpo. A cabeça do fêmur se encaixa num espaço côncavo do osso pélvico chamado de *acetáculo*. Nas mulheres, os acetábulos costumam ser menores, mas com uma distância maior entre eles do que nos homens. Essa característica anatômica deixa as mulheres com uma amplitude de movimento maior no quadril. Os *trocanteres maiores* e *menores* do fêmur são as superfícies onde se conectam os músculos das pernas e da região glútea. Os trocanteres são apófises grandes encontrados somente no fêmur. A *linha áspera* é uma curva do lado posterior do fêmur onde vários músculos se conectam.

O fêmur forma o joelho junto com os ossos da perna. A patela se articula com a extremidade inferior do fêmur. O fêmur também possui saliências (*côndilos laterais* e *mediais*) que se articulam com a parte superior da tíbia. Os ligamentos da patela estão conectados à tuberosidade tibial. A parte inferior da tíbia tem uma protuberância chamada de *maléolo medial*, que forma parte do tornozelo.

## Pés firmes, base firme

Os arcos dos pés ajudam a absorver o impacto causado pelos pés quando você anda ou corre, e também distribuem o peso uniformemente sobre os ossos que carregam uma boa parte desta carga pesada: o calcâneo (o calcanhar) e o tálus (o tornozelo) em cada pé. O calcanhar, o tornozelo e os ossos do metatarso carregam uma grande parte do seu peso e são ossos estruturais. Se os ligamentos e tendões que formam esses arcos junto com os ossos do tarso e do metatarso enfraquecerem, os arcos podem se acha-

tar, o que resulta numa condição chamada de "pé chato". Uma pessoa com pé chato pode danificar os ossos do pé (como os do metatarso) com mais facilidade, por causa do aumento da pressão sobre esses ossos. Exemplos de danificações incluem joanetes, um deslocamento do primeiro osso do metatarso (o dedão do pé), e esporões calcâneos, excrescências ósseas no calcanhar que causam dor ao andar. O pé chato também pode causar dor no joelho, no quadril e na região lombar.

A tíbia, também chamada de canela, é bem mais grossa do que a fíbula e fica na parte interior (medial) da canela da perna. Apesar da fíbula ser mais fina, ela tem o mesmo comprimento da tíbia. O *maléolo lateral* se encontra na extremidade inferior da fíbula e é a protuberância do seu tornozelo.

O seu pé foi projetado quase da mesma forma que a sua mão. O tornozelo, que é parecido com o punho, consiste de sete ossos do tarso. O conjunto dos ossos do tornozelo é chamado de *tarso*, mas apenas um desses sete ossos faz parte da articulação que oferece uma grande mobilidade – o *tálus*. O tálus se articula com a tíbia e a fíbula e permite a rotação do seu tornozelo. O maior osso do tarso é o *calcâneo*, o calcanhar. O calcâneo e o tálus ajudam a sustentar o peso do seu corpo.

A sola do pé é parecido com a palma da sua mão. A mão possui ossos do carpo e do metacarpo e o pé tem ossos do tarso e do metatarso. As extremidades dos ossos do metatarso na parte inferior do pé formam a planta do pé. Assim os ossos do metatarso também ajudam a sustentar o seu peso. Juntos, os ossos do tarso e do metatarso, interligados pelos ligamentos e tendões, formam os arcos do pé. Os dedos do pé também são chamados de falanges, como os dedos da mão. E, igual ao polegar que tem apenas duas falanges, os dedões do pé também têm apenas duas falanges. Os demais dedos do pé têm três: a proximal, medial e distal.

## Articulando as Articulações

Articular em latim quer dizer conectar, juntar. Há muitos tipos de articulações e geralmente são classificadas de acordo com o grau de mobilidade que permitem. Essa seção explica as várias estruturas das articulações e os movimentos que elas permitem.

## As articulações em ação



Talvez quando você pensa em articulações você imagina algo como o joelho, mas uma articulação é simplesmente qualquer conexão entre dois ossos. Algumas articulações têm grande mobilidade, umas pouca e outras são completamente imóveis.

### Articulando os ossos imóveis

As *sinartroses* são articulações imóveis. Exemplos de articulações imóveis são as sinartroses do crânio. As suturas entre os ossos do crânio não se movem. Uma camada fina de tecido conjuntivo junta esses ossos. As suturas do crânio incluem

- ✓ **Sutura coronal:** Junta os ossos parietais e o osso frontal
- ✓ **Sutura lambdóide:** Junta os ossos parietais e o osso occipital
- ✓ **Sutura sagital:** Entre os ossos parietais
- ✓ **Suturas escamosa:** Entre os ossos parietais e temporais

### Articulando os ossos com pouco movimento

Anfiartroses são articulações semimóveis conectados por cartilagem fibrosa (fibrocartilagem) ou por cartilagem hialina (veja o capítulo 3). Exemplos são as vértebras da coluna vertebral. Os discos intervertebrais conectam cada vértebra e permitem um leve movimento das vértebras.

### Articulando ossos que se movem facilmente

Diartroses são as articulações mais conhecidas quando falamos de articulações móveis (Tabela 4-3). As diartroses também são articulações sinoviais porque a cavidade entre os dois ossos é revestida por uma membrana sinovial e contém *líquido sinovial*, que lubrifica e amortece a articulação.

As diartroses são conectadas por *ligamentos*, que são feitos de tecido conjuntivo denso. O *tendão* é um tecido conjuntivo denso que conecta os músculos aos ossos. Os tendões também estabilizam as articulações, mas não chegam a formar articulações. As *bursas* ou bolsas são sacos preenchidos com líquido que reduzem o atrito entre os tendões e ligamentos e entre os tendões e os ossos. O joelho contém 13 bursas ou bolsas; a *bursite* é uma inflamação nestas bolsas. Esta inflamação também pode ocorrer no cotovelo, uma lesão bem comum nos jogadores de tênis.

**Tabela 4-3** Tipos de diartroses (Articulações sinoviais)

<b>Tipo de articulação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Movimento</b>	<b>Exemplo</b>
Articulação esferóidea	A cabeça arredondada de um osso encaixa na concavidade do outro osso	Movimentos circulares; as articulações se movem em todos os planos e a rotação é possível	Ombro, quadril
Articulação elipsóidea	O côndilo oval de um osso se encaixa na cavidade oval do outro osso	Move-se em vários planos, mas não permite a rotação	Articulação dos nós (as articulações entre os ossos do metacarpo e as falanges)
Articulação plana	Superfícies planas ou levemente curvadas se conectam	Deslizam ou giram em diferentes planos	As articulações entre os ossos do carpo (punho) e entre os ossos do tarso (tornozelo)
Articulação gínglimo	Uma superfície convexa se articula com uma superfície côncava	Permite a extensão e flexão num plano só	Cotovelo, joelho
Articulação em pivô (trocóidea)	A projeção cilíndrica do osso é girar dentro de um anel de outro osso ou ligamento	Permite apenas a rotação	A articulação entre o rádio e a ulna na altura do cotovelo e a articulação entre o atlas e o axis na parte superior da coluna vertebral
Articulação em sela	Cada osso tem um formato de sela e encaixa na região em formato de sela do osso oposto	Possibilita uma grande quantidade de movimentos	A articulação entre os ossos do carpo e do metacarpo e do primeiro dedo

## *Conhecendo a capacidade das suas articulações*

Você sabe que certas articulações podem exercer certos movimentos. A próxima lista oferece um resumo destes movimentos especiais. Os dois movimentos básicos são ângular e circular.

Os *movimentos angulares* aumentam ou diminuem o ângulo formado por dois ossos. Alguns exemplos são:

- ✓ **A abdução** afasta um membro do eixo do corpo. Ao fazer polichinelo, você move seus braços para cima e afasta as pernas, temos a abdução.
- ✓ **A adução** move uma parte do corpo em direção à linha axial ou ao plano mediano dele próprio. Quando você faz polichinelo, e baixa os braços e junta as pernas, temos a adução.
- ✓ **A extensão** aumenta o ângulo. A hiperextensão ocorre quando uma parte do corpo vai além de uma linha reta (180 graus).
- ✓ **A flexão** reduz o ângulo da articulação. Quando você flexiona o braço, você move o antebraço em direção do braço.

Os *movimentos circulares* ocorrem apenas nas articulações esferóides como quadril ou ombro. Veja alguns exemplos:

- ✓ **Circundação** é a rotação de uma parte do corpo em torno de um centro ou eixo.
- ✓ **Depressão** é o movimento para baixo de alguma parte do corpo.
- ✓ **Elevação** é o movimento para cima, como levantar os ombros.
- ✓ **Eversão** ocorre somente nos pés quando o pé é virado com a sola para fora.
- ✓ **Inversão** também ocorre somente nos pés quando o pé é virado com a sola para dentro.
- ✓ **Rotação** é o movimento de uma parte do corpo em torno do seu próprio eixo, como sacudir a cabeça para dizer “não”.
- ✓ **Supinação e pronação** se referem ao braço e são derivados dos termos supino e prono. A supinação é a rotação do antebraço para virar a palma para cima ou para frente. A pronação é a rotação do antebraço para virar a palma para baixo ou para trás.

## *A Fisiopatologia do Sistema Esquelético*

Apesar dos ossos serem incrivelmente fortes, eles são propensos a lesões e aos efeitos do envelhecimento e doenças, como qualquer outra parte do corpo. Essa seção inclui algumas informações sobre alguns problemas comuns que ocorrem nos ossos ou nas articulações.

## Você é uma mulher enrolada?

Curvaturas anormais da coluna podem causar bastante dor e vários outros problemas. A curvatura exagerada da coluna na região lombar é chamada de *lordose*. A coluna lombar de uma mulher grávida desenvolve uma curvatura exagerada porque ela precisa equilibrar a barriga. Porém, às vezes a curvatura permanece depois da gravidez se músculos abdominais enfraquecidos não conseguirem apoiar a coluna lombar na posição normal. Desenvolver o hábito de segurar os músculos abdominais (em vez de soltar e estender a barriga) fortalece o tronco e previne a lordose. Perder aquela barriga de cerveja também ajuda.

Pessoas mais idosas às vezes desenvolvem uma curvatura anormal na região torácica da coluna — uma condição chamada de *cifose* — ou *corcunda*. A osteoporose ou a degeneração e compressão normal das vértebras endireita as regiões cervical e lombar da coluna, empurrando as vértebras torácicas para fora, causando a cifose.

Talvez você lembre quando era adolescente, o médico checar a sua postura para ver se tinha *escoliose*. Esse exame é importante porque a escoliose começa se manifestar durante o início da adolescência — justamente quando os jovens são muito inibidos. Quando você observa a sua coluna de trás, ela parece ser reta — a curvatura normal é visível quando você observa a coluna de lado. Porém, em pessoas com escoliose a coluna apresenta um desvio lateral e por trás tem um formato de S.

## A gota é a últimagota?

A gota é uma doença metabólica, mas que afeta as articulações, que ficam vermelhas, inchadas e dolorosas. A gota é causada pelo depósito de ácido úrico (normalmente removido na urina) nas articulações. A condição de ter um excesso de ácido úrico no sangue é chamada de *hiperuricemia* e pode causar gota, mas a causa de hiperuricemia é desconhecida. A circulação sanguínea pode ter um excesso de ácido úrico quando um defeito genético faz as células produzirem um excesso de ácido úrico ou quando os rins não excretam a quantidade que deveriam. Seja qual for a causa, a gota é uma condição desagradável.

Quando o ácido úrico é depositado nas áreas das articulações, ele cristaliza. Num primeiro momento não há sintomas. Mas em seguida, as articulações ficam tão cheias de cristais que elas ficam inchadas e doloridas. Depois de um primeiro episódio, uma pessoa com gota pode passar meses ou anos sem ter outro episódio. Se a gota não for tratada, os cristais de ácido úrico continuam sendo depositados nas articulações e podem danificar a cartilagem, as membranas sinoviais, os tendões e os tecidos moles assim como os músculos conectados ao osso.

Ao longo do tempo vão se formando *tofos*, nódulos amarelos duros. Os tofos geralmente se formam no dedão do pé ou na orelha externa,

mas podem ocorrer também nas mãos, joelhos, antebraços ou no tendão de Aquiles, na parte posterior do tornozelo. Em casos graves e crônicos, os tofos podem causar deformações e limitar o movimento da articulação. Complicações incluem cálculos (pedras) renais, nervos danificados e problemas circulatórios.



A gota pode ser tratada com remédios, como a colchicina, corticosteróides e allopurinol. Mudanças de vida como reduzir o excesso de peso, beber bastante água e evitar o álcool também ajudam muito.

## *Percebendo a osteoporose*

Quando eu estudava na faculdade, a minha família se reuniu na casa da minha tia-avó na região de Poconos. A minha tia-avó nunca foi alta, mas fiquei chocada quando reencontrei-a naquela manhã; juro que ela tinha encolhido! Eu não tinha crescido quase nada desde a última visita, mas ela com certeza tinha perdido alguns centímetros de altura. Poderia ter sido osteoporose.

A osteoporose é uma doença que causa um desequilíbrio entre o desgaste do osso (a reabsorção do osso) e a formação do osso.

Algumas causas da osteoporose são:

- ✓ Envelhecimento
- ✓ Alcoolismo
- ✓ Desequilíbrio hormonal
- ✓ Alimentação inadequada
- ✓ Uso prolongado de esteróides
- ✓ Artrite reumatóide
- ✓ Uma vida sedentária

Porém, a osteoporose ocorre mais frequentemente em mulheres pós-menopausais. Depois da menopausa, as mulheres produzem menos estrogênio. Então elas perdem a proteção natural que o estrogênio dá aos ossos; o estrogênio previne a perda de cálcio nos ossos. Em pessoas com osteoporose, o cálcio é retirado dos ossos, mas não é reciclado para construir novos osteócitos. Como as células ósseas são destruídas mais rapidamente do que as novas células ósseas são criadas, as estruturas de apoio dos ossos — lembra das trabéculas no osso esponjoso? — deterioram. Essa deterioração pode causar fraturas.

Fraturas minúsculas ocorrem nas vértebras da coluna cervical, causando a compressão das vértebras e mudando a curvatura da coluna, o que pode resultar na perda de altura. A mudança da curvatura da coluna pode causar a protuberância do abdômen quando o corpo começa se adaptar ao novo centro de gravidade.



A osteoporose não tem cura. Depois de diagnosticá-la, a perda óssea pode ser controlada e a dor aliviada. Mas é muito mais efetivo tentar prevenir a osteoporose através de uma alimentação equilibrada com bastante vitamina D, cálcio, proteína e exercícios de musculação para criar novas células ósseas. (Veja o quadro “Por que a musculação faz bem” neste capítulo.) A prevenção deve começar no final da adolescência, principalmente em mulheres com histórico familiar de osteoporose.

## Capítulo 5

# Fortalecendo o seu Conhecimento Muscular

### *Neste capítulo*

- ▶ Entender os diferentes tipos de tecido muscular
- ▶ Flexão versus extensão
- ▶ Descobrir os músculos que seguram você
- ▶ Mexer o esqueleto

**O** que seria de você sem músculos? Simplesmente nada. Sem músculos os seus ossos não se conectam. Você não pode se movimentar. Na verdade, você estaria morto. O seu coração é um músculo e sem o coração para circular o sangue pelo corpo você já era. Os músculos são fundamentais para a sua anatomia e a fisiologia deles comanda a sua fisiologia. Neste capítulo você vai aprender sobre os tipos de tecido muscular, como os músculos contraem, quais são os músculos no seu corpo e o que pode dar errado no sistema muscular.

## Massa Muscular

Você deve conhecer aqueles fortões bombados, os caras na academia que pegam peso nos pesos e desfilam de camisetas justas, exibindo seus músculos definidos. Mas esta seção não é sobre eles. É sobre algo bem mais importante – a sua capacidade de se mover. Alguns querem fazer de tudo para ficar sarados e fortes, mas outros já se contentam em poder flexionar e estender os músculos para poder andar. Os músculos são essenciais para você realizar várias funções importantes:

**Os músculos deixam você ficar de pé.** A gravidade é uma força enorme. Se os seus músculos não contraíssem, a força da gravidade deixaria você no chão. A contração muscular requer a oposição contra a força da gravidade. A força é uma medida de quanta força gravitacional ou peso os seus músculos conseguem aguentar.



- ✓ **Os músculos permitem o movimento.** Talvez seja óbvio que os músculos permitem a você andar ou correr, mas a contração muscular também possibilita ao seu corpo assumir uma variedade de outras posições. Imagina se você fosse tão rígido como o Homem de Lata do *Mágico de Oz*? Os músculos permitem movimentos minúsculos como o piscar do olho, a dilatação das pupilas e o sorriso.
- ✓ **Os músculos também deixam você digerir e controlar a excreção.** Os órgãos no seu sistema digestório são revestidos com músculos que movimentam a comida, primeiro para baixo e depois para fora. A contração desses músculos cria o *peristaltismo*, o movimento rítmico que empurra a comida pelo esôfago, estômago e intestinos. A contração dos músculos que formam o esfíncter segura a urina na sua bexiga e as fezes no seu cólon até que você esteja pronto para excretá-las. Quando você relaxa esses músculos você libera as excreções.
- ✓ **Os músculos influenciam a circulação sanguínea.** Os vasos sanguíneos, como as artérias e veias, são revestidos com tecido muscular que pode ser dilatado para acelerar a circulação do sangue ou contraído, para reduzir a velocidade da circulação sanguínea. A contração muscular pelo seu corpo inteiro também circula o sangue pelas suas veias de volta ao coração, e em seguida o músculo do coração movimenta o sangue pelas artérias.
- ✓ **Os músculos seguram o seu esqueleto.** Os ligamentos e tendões nas extremidades dos músculos rodeiam as articulações para segurá-las, e assim seguram os ossos do esqueleto também.
- ✓ **Os músculos ajudam o corpo a manter uma temperatura normal.** A contração muscular é um processo fisiológico e como a maioria dos processos fisiológicos envolve algumas reações químicas. As reações químicas que causam a contração do músculo liberam calor que é usado para manter a temperatura do corpo já que o corpo está sempre perdendo calor através da sua pele. Quando você fica com frio, o corpo treme. A contração muscular causa os calafrios para tentar gerar calor. Mesmo num dia frio de inverno você sente calor quando faz algum esforço físico como andar de bicicleta ou correr, mas pode sentir frio vendo televisão em casa. Então, se você estiver com frio, se movimente!

## Tratando dos Tipos de Tecidos



Existem três tipos principais de tecido muscular para você poder fazer tudo que precisa para sobreviver: *cardíaco*, *liso* e *esquelético*.

- ✓ **Tecido muscular cardíaco:** Encontrado no coração, as fibras do músculo cardíaco contêm um núcleo (por isso são uninucleares —*uni* quer dizer “um”); essas fibras são estriadas, com um formato cilíndrico e ramificado. As fibras do tecido muscular cardíaco são dispostas em camadas, o que faz a contração se propagar rapidamente pelo coração. Entre as contrações, as fibras relaxam completamente para não esgotar o músculo cardíaco. Felizmente, a contração do músculo cardíaco é completamente involuntária, o que significa que ela acontece sem estímulo do nervo e sem você estar ciente do ato. Você não precisa pensar para fazer o seu coração bater. O capítulo 9 descreve a contração do músculo cardíaco.
- ✓ **Tecido muscular liso:** Este tecido se encontra nas paredes dos órgãos internos ocos, como o estômago, a bexiga, os intestinos, e os pulmões. Essas fibras também são uninucleares, mas elas têm o formato de fuso e são organizadas em linhas paralelas. Com este formato elas podem formar camadas de tecido muscular. A contração do músculo liso é involuntária. Você não precisa pensar para fazer o seu sistema digestório empurrar a comida de um órgão para o próximo. A contração deste músculo é bem devagar, assim ele pode ficar contraído por muito mais tempo do que o músculo esquelético. É por causa desta contração devagar que o músculo liso não se cansa facilmente. O capítulo 11 fala mais sobre o músculo liso no sistema digestório.
- ✓ **Tecido muscular esquelético:** Geralmente quando as pessoas pensam em “músculo” eles imaginam um músculo esquelético que deixa a gente com aquele bíceps enorme, os abdominais “tipo tanquinho” ou as coxas definidas. Os músculos esqueléticos são aqueles que seguram o seu esqueleto e permitem o seu movimento. As fibras do músculo esquelético são *multinucleares* (com muitos núcleos) e estriadas. Com seu formato cilíndrico elas podem percorrer o comprimento inteiro do músculo; então algumas fibras musculares são bem compridas. O resto deste capítulo se concentra nos músculos esqueléticos.



As carnes são exemplos de fibras musculares que percorrem o comprimento de um músculo. (Afinal, a carne — como a picanha ou alcatra — nada mais é que tecido muscular.)

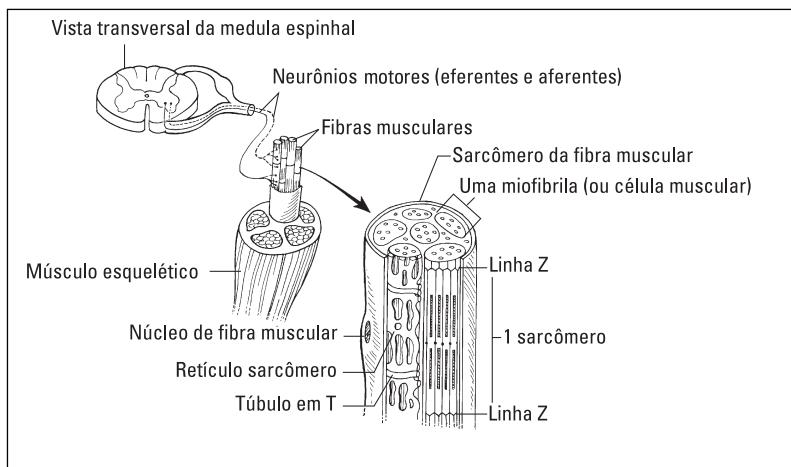
## *Concentrando nas Contrações dos Músculos Esqueléticos*

O sistema nervoso controla os músculos esqueléticos. (Veja o capítulo 7 para mais informações sobre o sistema nervoso.) Às vezes, as reações são involuntárias, como quando você toca em algo quente ou cortante e o seu sistema nervoso envia um sinal aos músculos do braço para retirar a sua mão. (Veja o capítulo 7 para ler mais sobre os arcos reflexos.) Em outras ocasiões, os seus músculos

esqueléticos estão sob seu comando intencional (voluntário), por exemplo, quando você entra na grande área com a bola, dribla seu adversário e faz aquele gol perfeito.

Os músculos são necessários para fazer você correr na direção que você quiser e acertar a bola no momento certo. A Figura 5-1 mostra como o seu músculo esquelético é conectado ao sistema nervoso e como ele contrai.

**Figura 5-1:**  
Anatomia de  
um músculo  
esquelético.  
A conexão  
do músculo  
com a  
medula  
espinhal  
(esquerda) e  
um diagrama  
detalhado  
da fibra  
muscular  
(direita).



As contrações musculares exigem a participação de muitos componentes. Ainda bem que no seu dia-a-dia você não precisa se preocupar com o desempenho de cada componente – eles fazem tudo sozinhos! Nas próximas duas seções vou descrever estes componentes, quais são e as suas funções, e em seguida explico como estes componentes trabalham em conjunto para realizar a contração muscular.

## *Conhecendo os componentes que causam a contração*

Dois componentes básicos são responsáveis pela contração muscular: a estrutura do músculo e a molécula de ATP (*trifosfato de adenosina*: veja o capítulo 3), composto químico que dá o impulso para o músculo realizar a contração. As próximas duas seções explicam cada um desses dois componentes básicos.

### *A essência do músculo*



Os músculos são compostos de fibras. (Veja a Figura 5-1 para acompanhar a explicação.) Imagine a fibra muscular como uma fita longa e fina. Dentro desta fita estão as miofibrilas, que são compridas, porém ainda mais finas que a fibra muscular. As miofibrilas são perfeitamente alinhadas, o que deixa o músculo com uma aparência listrada (o termo técnico é estriado). Cada miofibrila contém filamentos ainda *mais finos* e *filamentos grossos*.

- ✓ **Os filamentos finos** de miofibrila contêm dois filamentos de *actina*, uma proteína dupla enrolada, em formato de dupla hélice (parecida com o formato do DNA). Ao longo da dupla hélice há vários pontos de ligação para as moléculas de *troponina* e *tropomiosina*.
- ✓ **Os filamentos grossos** contêm grupos da proteína *miosina*. Na extremidade do filamento de miosina há uma protuberância, uma “cabeça”. Nos filamentos grossos, alguns filamentos de miosina estão posicionados em uma direção e outros na direção oposta. Você pode identificar um filamento grosso porque essa mistura de filamentos contém “cabeças” nas duas extremidades.

Uma unidade contrátil, chamada de *sarcômero*, ocorre entre as faixas claras e escuras, e as miofibrilas contêm sarcômero após sarcômero.



Os filamentos de actina e miosina de uma miofibrila se alinharam como soldados num exército. Os filamentos de actina estão conectados à margem externa da faixa clara, chamada de linha Z. Em seguida vêm os filamentos escuros de miosina e eles não estão conectados à linha Z. Depois, outro filamento de actina. Imagine uma cerca; as linhas Z são os postes (verticais) e os filamentos de actina são as tábuas (horizontais) fixadas nos postes. Mas para complicar as coisas um pouco, cada filamento de actina não está conectado entre as linhas Z de forma ininterrupta. Existe uma brecha, chamada de *zona H*, no meio de cada sarcômero. Os filamentos de miosina estão posicionados entre cada filamento de actina e parecem “flutuar” porque não estão conectados à linha Z. Esse padrão que altera faixas claras e escuras se repete ao longo da miofibrila. Um *sarcômero* (unidade de contração) vai da margem externa de uma faixa clara (linha Z) até a margem externa da próxima faixa clara (linha Z). De linha Z à linha Z há um sarcômero.



A variedade de proteínas no tecido muscular é o que faz da carne uma excelente fonte de proteína na sua alimentação.

### **Energia para os músculos: ATP**



As células convertem a energia da comida que você comeu em ATP (trifosfato de adenosina), a “moeda” de uma célula. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre células.) A maioria das células no seu corpo — com a exceção das células do cérebro — não pode usar a glicose diretamente. (Veja os capítulos 2 e 3 para ler mais sobre glicose.) Elas precisam converter a glicose numa forma utilizável de energia, que é o ATP. A célula usa o ATP para desencadear as reações químicas que fazem a célula metabolizar.

O ATP também é necessário para induzir a reação química para contrair os músculos. As fibras musculares contêm uma quantidade de ATP que sustenta uma contração muscular durante um segundo. Então você precisa de um fornecimento constante de ATP para manter as contrações musculares. Mesmo sem você notar, você está sempre contraindo alguns músculos; o relaxamento total não existe. E não se esqueça que o seu coração é um músculo e também precisa de ATP.

Quando você usa todo seu estoque de oxigênio, você fica com carência de oxigênio. Sem oxigênio, seu corpo não consegue criar ATP usando a via normal de respiração celular aeróbica (veja o capítulo 2), mas você continua precisando de ATP. Então o seu corpo parte para o plano B, que utiliza ácido láctico para criar ATP.

O ácido láctico é produzido durante a respiração anaeróbica (sem oxigênio; veja o capítulo 2), mas os músculos não conseguem usá-lo diretamente na contração. A energia é armazenada em moléculas de ATP e *creatina* (chamada de *fosfocreatina*), que é formada durante os períodos de relaxamento muscular. Com “relaxamento muscular” quero dizer o período curto entre as contrações; não estou falando de férias numa ilha tropical, tomando sol e bebendo uma batida de rum, ou curtindo uma massagem fabulosa num spa luxuoso. Seria maravilhoso, não? Bom, de volta à fisiologia muscular.

A fosfocreatina se decompõe rapidamente para liberar mais ATP quando for preciso. Porém, os humanos são engenhosos e também utilizam duas moléculas de *difosfato de adenosina* (ADP; dois fosfatos cada para um total de quatro) que são formados durante a contração, criando novo ATP. O novo ATP usa três das quatro moléculas de fosfato e a que sobrou é usada para fazer uma molécula que precisa de apenas um fosfato, o *monofosfato de adenosina* (AMP). Quando a quantidade de AMP numa célula aumenta, a *glicólise* (veja o capítulo 2) é estimulada para sintetizar mais ATP. Resumindo, o seu corpo faz de tudo para garantir que exista sempre algum ATP nas suas células.

## *Entrando em ação*

A teoria do filamento deslizante descreve a contração muscular. O que é um filamento deslizante? Ainda bem que você perguntou.



Durante a contração muscular, o ATP se conecta a uma das “cabeças” do filamento de miosina. Quando isso acontece, o ATP se divide em ADP e em mais uma molécula de fosfato inorgânico ( $P_i$ ). O ADP e  $P_i$  permanecem conectados à faixa de miosina.

Lembra das moléculas de troponina e tropomiosina que mencionei na seção “A essência do músculo”? Elas têm uma função. Os íons de cálcio que se conectam às moléculas de troponina tiram a tropomiosina do caminho, expondo as pontes transversais da actina.



Um *íon* é um átomo ou grupo de átomos que tem uma carga elétrica positiva ou negativa. Essa carga ocorre quando o átomo perde ou ganha um ou mais elétrons. A perda de um elétron resulta numa carga positiva no íon, e o ganho de um elétron resulta num íon com uma carga negativa. (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre os elétrons.)

## A contração final

Um dia chega a hora de todo animal — inclusive os humanos — morrer. Quando o corpo do animal esfria e endurece todos sabem que a sua hora chegou. Você sabe por quê? As células param de produzir ATP. Na hora da morte, os pulmões não se enchem mais de oxigênio, o coração para de circular o sangue pelo corpo, e o cérebro para de enviar sinais. As células — sem o fornecimento de oxigênio, nutrientes ou estímulos do cérebro — não exercem mais suas reações metabólicas. Não há mais produção de ATP. Sem ATP para as miofibrilas não há mais contrações e nem ocorre

a última fase da contração muscular. Para a miofibra poder entrar em repouso, o ATP precisa se juntar à miosina e dissolver as pontes transversais de actina-miosina. Mas quando não há mais ATP disponível para gerar a contração, essa última contração se torna permanente, e o corpo endurece. A *rigidez cadavérica* ocorre em todos os músculos do corpo. Lembre-se que o movimento muscular gera calor; então quando os músculos não exercem mais suas reações fisiológicas e o sangue quente para de circular pelas veias, o corpo esfria.

Quando os pontos de ligação da actina estão abertos, a miosina se conecta à actina. Pontes transversais são formadas para conectar a actina e miosina. Mas a miosina precisa abrir mão de algo para poder “segurar” a actina. Então libera o ADP e o  $P_i$  que segurava depois da divisão do ATP.



Depois que a miosina libera o ADP e  $P_i$ , a cabeça da miosina muda. Quando ela muda, a faixa de actina “desliza” para o centro do sarcômero, puxando as linhas Z no final do sarcômero para dentro, o que faz a zona H desaparecer. Essa ação encurta e contrai as fibras musculares.

Quando outra molécula de ATP se junta à cabeça da miosina, a ponte transversal que liga à actina e a miosina dissolve, e o processo recomeça. É impressionante que durante o tempo que você levou para ler esta seção que descreve a contração muscular, as suas fibras musculares já contraíram centenas de vezes.



Outro motivo para consumir bastante cálcio: os músculos não contraem bem sem os íons de cálcio. Então beba leite e coma espinafre e iogurte por uma boa causa — sua própria força.

## *Entrando em não-ação*

Quando você se movimenta, os seus músculos contraem reduzindo o comprimento. (Veja a seção “Energia para os músculos: ATP” neste capítulo.) Este tipo de contração que envolve um movimento é uma *contração isotônica*. Porém, às vezes, você contrai os seus músculos sem mexer o corpo. Já tentou ficar pendurado naquela barra vertical para medir sua força? Este tipo de ação requer a contração do músculo bíceps, mas o seu braço não se movimenta. Este tipo de contração que não requer um movimento é uma *contração isométrica*. Se contrair os músculos do glúteo maior nas suas nádegas enquanto você tiver sentado lendo esse livro, você está executando uma contração isométrica. Mas se você movimentar o braço para pegar uma xícara de café ou uma caneta, o seu bíceps executa uma contração isotônica.

## *Tonificando o seu tono muscular*



Não importa o que você estiver fazendo, há sempre algumas fibras musculares contraídas. Esse estado constante de contração é o *tono muscular* (ou tônus). Sem ele, você não faz nada. Sério. Se todos os músculos resolvessem relaxar ao mesmo tempo, você não conseguiria fazer mais nada. Então para evitar essa situação desagradável, algumas fibras musculares estão sempre contraídas. O tônus muscular permite a você manter uma postura correta — ficar em pé com os ombros para trás, a cabeça erguida, o abdômen contraído e os joelhos relaxados.

Para manter o tono muscular, os seus músculos utilizam *fusos musculares*, fibras que atuam como receptores sensoriais. Os fusos musculares são fibras musculares especializadas que são cobertas por fibras nervosas. O sistema nervoso central (o cérebro e medula espinhal) mantém o contato com os músculos através dos fusos musculares. Os fusos musculares enviam sinais sobre a posição do seu corpo ao cérebro através da medula espinhal; para iniciar qualquer ajuste, o cérebro envia sinais pela medula espinhal e os nervos aos fusos musculares para manter o tônus muscular.

## *Conferindo os Grupos Musculares*

*Inervado, sinérgico e antagonístico* não parecem nomes de conjuntos de rock progressivo? Até poderiam ser, mas na anatomia esses termos se referem aos grupos musculares. Todos os músculos são inervados, o que significa que os nervos se encontram com as fibras musculares para que os impulsos do nervo causem a contração muscular. Alguns músculos inervados trabalham juntos — esses são os grupos musculares sinergéticos. Outros músculos inervados se opõem às ações dos outros — são grupos musculares antagonísticos. Nessa seção, você vai ler mais sobre as ações musculares e entender por que você deve praticar exercícios para fortalecer os seus músculos.



## Preferindo a hipertrofia em vez da atrofia.

Você já sabe que o exercício físico faz bem à saúde, e talvez já tenha ouvido falar “se não malhar vai atrofiar”. Quando você desenvolve tecido muscular, você não está somente fortalecendo os músculos, mas também aproveita para usar a energia que está armazenada nos seus depósitos de gordura. Um metabolismo acelerado (porque você aumenta a quantidade de miofibrilas) reduz o tamanho das células de gordura. Com o exercício aeróbico, você usa a energia guardada nas células de gordura e aumenta a quantidade de miofibrilas nos músculos.

Porém, se você contrair alguns músculos com força, por exemplo, fazendo musculação, você aumenta o número de miofibrilas nos músculos ainda mais rápido e acelera o seu metabolismo. Se você contrair os músculos em pelo menos 75% da capacidade máxima (isso quer dizer levantar peso suficiente para tornar as últimas duas repetições mais difíceis) durante apenas alguns minutos, várias vezes por semana, você vai notar a *hipertrofia*, o crescimento muscular que contribui para aumentar a força e a capacidade metabólica. Não se preocupem, meninas; as mulheres não possuem os hormônios para desenvolver músculos tão grandes como os homens. (Veja o capítulo 8 para ler mais sobre os hormônios)

Se você leva uma vida sedentária e os seus músculos executam apenas contrações leves, eles *atrofiam* — a condição na qual as fibras musculares ao longo do tempo encolhem, enfraquecendo o músculo. A diminuição das fibras musculares reduz a força e a capacidade metabólica do músculo. Se você já teve alguma parte do corpo imobilizada

com gesso, você provavelmente passou por alguma atrofia. Felizmente, a contração muscular através do exercício pode desenvolver a força muscular e aumentar o metabolismo. Os benefícios incluem:

- U Prevenção de câncer de mama, útero, ovários, colo do útero e cólon
- U Redução do risco de parada cardíaca
- U Melhoria na taxa de colesterol
- U Redução de cansaço e depressão
- U Redução de dor e inchaço em articulações artríticas
- U Manutenção ou redução de peso, o que reduz o risco de desenvolver Diabetes do Tipo II
- U Prevenção da osteoporose

O exercício pode ser bem divertido. Se você não gosta de malhar numa academia, pode fazer exercícios ao ar livre. Caminhar, andar de bicicleta ou correr. Jogar tênis, futebol, volei ou basquete, ou aproveitar a praia ou piscina para nadar. Divirta-se! Se você gosta de malhar com outras pessoas, procure um grupo que gosta de andar de bicicleta, correr ou fazer caminhadas. Jogue tênis no clube. Saia para dançar. Ou pegue o cachorro e o leve para passear. Alongue os seus músculos e mobilize o seu corpo. É uma oportunidade para você se divertir, relaxar e reduzir o estresse. Outra opção é malhar na academia, fazendo aeróbica, ou em casa, usando um DVD com exercícios ou aprender ioga. Experimente atividades novas para encontrar algo que você realmente gosta. Quanto mais você se divertir, mais fácil vai ser manter um hábito saudável.

## Trabalhando com sinergia

Hoje em dia se usa demais a palavra *sinergia* no jargão corporativo. Nas páginas amarelas da cidade americana de Atlanta há quase uma coluna inteira de empresas com nomes derivados de “sinergia” — Synergy Brokerage, Synergy Films, Synergy Outdoors, Synergy

Paintball Enterprises (?), e Synergy Worldwide (mas eu escolhi o nome Synergy Publishing Services para minha empresa bem antes dessa moda pegar!). Mas na verdade a sinergia é um termo médico que significa trabalhar junto. E – se você ainda não sabe, vai saber logo – muitas partes do corpo trabalham em conjunto para alcançar um objetivo em comum.



No sistema muscular, os grupos de músculos muitas vezes trabalham juntos para movimentar uma parte do corpo. Músculos que trabalham juntos são chamados de sinérgicos. O músculo que realiza a maior parte do movimento é chamado de *músculo primário*; os músculos que ajudam o músculo primário a completar um movimento específico são os sinérgicos.

## *A oposição: os Antagonistas*

Os músculos antagonistas se opõem, mas é assim que conseguem alcançar um resultado em conjunto. Um exemplo é quando você flexiona o braço. Quando você levanta o seu antebraço em direção ao ombro, você contrai o músculo do bíceps, mas o músculo do tríceps no posterior do seu braço relaxa. As ações do bíceps e tríceps são opostas, mas ambas as ações permitem a flexão do braço. Em seguida, as ações antagonísticas deixam você abaixar o braço: o bíceps relaxa e o tríceps contrai.

## *Localizando os Músculos Esqueléticos do Corpo*

Bom. Os músculos que o seu corpo usa para se sustentar e movimentar formam a metade do sistema musculoesquelético, que é a combinação dos ossos e músculos que compõem o seu corpo. O sistema musculoesquelético forma uma “casca”, uma “caixa” que contém os seus órgãos, nervos e vasos sanguíneos. Essa seção foca nos músculos esqueléticos e explica como esses músculos são denominados.

## *Entendendo os músculos*

Os anatomistas elaboraram uma série de regras para denominar os músculos de uma forma que faz sentido. Eles escolheram certas características das quais foram derivados os nomes latinos de cada músculo. Se precisar, veja o capítulo 1 para informações sobre a posição anatômica. A Tabela 5-1 mostra alguns exemplos de características dos nomes dos músculos.

**Tabela 5-1****Características dos nomes de músculos.**

<b>Características</b>	<b>Exemplos</b>
Tamanho do músculo	O maior músculo da região glútea é o <i>glúteo máximo</i> ou maior; um músculo menor nesta mesma região é o <i>glúteo mínimo</i> ou menor.
Localização do músculo	O <i>músculo frontal</i> é localizado na parte superior do osso frontal do crânio.
Formato do músculo	O <i>músculo deltóide</i> , com formato triangular, vem de delta — a quarta letra no alfabeto grego, que também tem um formato de triângulo ( $\Delta$ ).
Ação muscular	O <i>extensor dos dedos</i> da mão é o músculo que estende os dedos ou dígitos.
Número de conexões musculares	O <i>bíceps do braço</i> se conecta ao osso em dois lugares, enquanto o <i>tríceps do braço</i> se conecta ao osso em três lugares.
Direção da fibra muscular	O <i>músculo reto do abdômen</i> atravessa o seu abdome em direção vertical.



Muitos termos usados na anatomia e fisiologia (como também na medicina e outras ciências) são derivados de palavras em latim ou grego. Então se você conseguir decifrar o radical do termo, o seu conhecimento vai florar. Gostou das analogias florais? Mas estou falando sério. Se você conseguir lembrar que *bi* significa “dois”, *tri* significa “três”, *max* é “grande” e *brach* quer dizer “braço”, vai ajudar bastante em lembrar outros detalhes sobre as partes anatômicas. A melhor maneira de entender bem esses conceitos é continuar lendo sobre esta matéria. Quanto mais você ler, mais você vai entender e lembrar. Confie em mim. Já passei por essa experiência quando comecei a estudar essa matéria.

## ***Denominando os músculos da cabeça aos pés***

Agora vou explicar os nomes dos músculos da cabeça aos pés, literalmente. Sim, até o dedo do pé tem músculo.

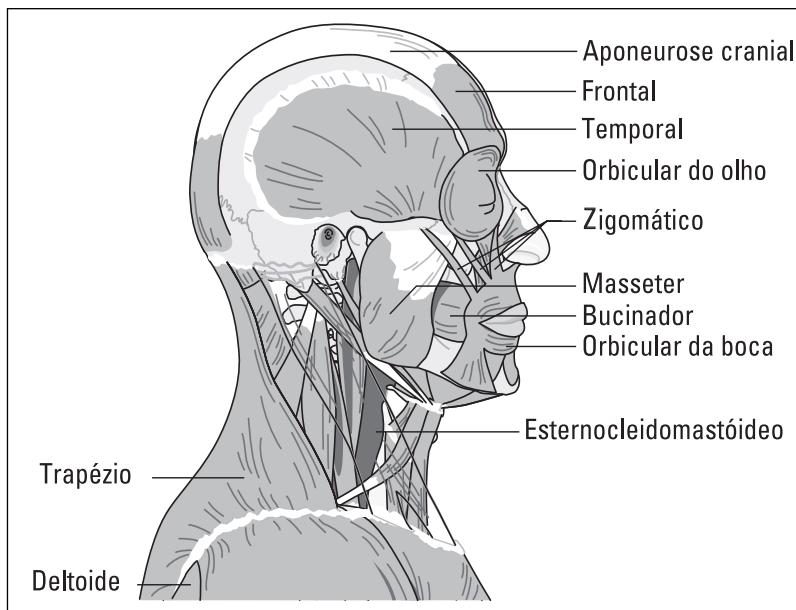
### ***Começando no topo***

A sua cabeça possui músculos que executam três funções básicas: mastigar, fazer expressões faciais e movimentar o seu pescoço. Isso inclui até empinar o nariz.

Para mastigar, você usa os músculos *mastigadores*. O *masseter*, um músculo que vai da arcada zigomática (a maçã do rosto) até a mandíbula, é o músculo primário para a mastigação, então o seu nome é derivado da ação (*masseter, mastigador*). O músculo

*temporal*, em formato de um leque, é o sinérgico do masseter. O músculo temporal trabalha junto com o masseter para abrir e fechar a mandíbula. O músculo é localizado em cima do osso temporal do crânio, então o nome é derivado de sua localização. A Figura 5-2 mostra os músculos da cabeça e pescoço.

Para sorrir, falar, ou fazer careta, você usa vários músculos. O *músculo frontal* (veja Tabela 5-1), junto com um músculo pequenino chamado de *corrugador das sobrancelhas*, deixa você levantar as sobrancelhas e expressar preocupação ou fúria. (Imagine a aparência de papelão ondulado e sinta a pele entre suas sobrancelhas quando você franzi-las.) O *músculo orbicular do olho* rodeia o olho (a palavra *órbito*, em *orbicular*, significa rodear). Esse músculo deixa você piscar ou fechar os olhos, mas ele também é responsável pelas pequenas rugas, mais conhecidas como pé-de-galinha, que se formam no canto externo dos olhos. O *músculo orbicular da boca* rodeia a boca. (*Or* vem da palavra “*oral*”, boca). Esse músculo permite a você franzi os lábios para pedir um beijo.



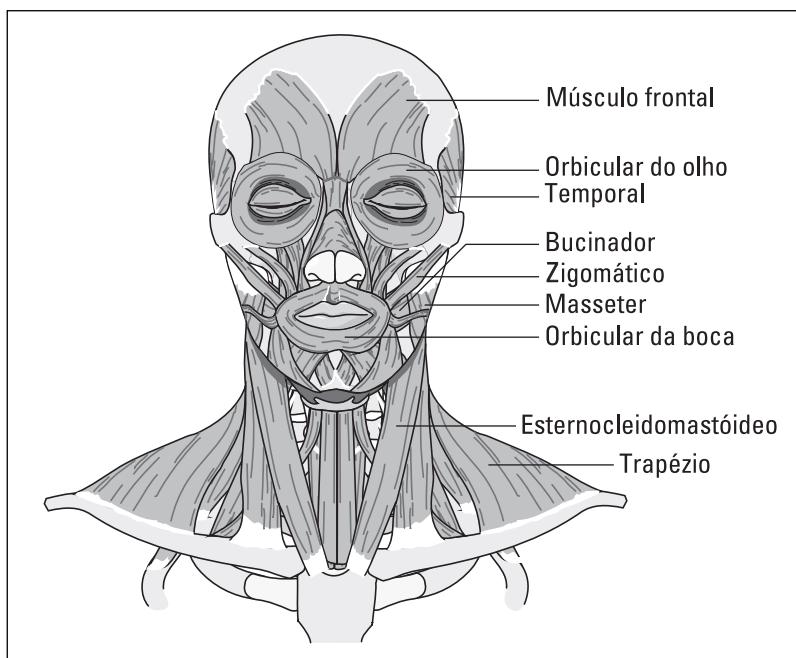
**Figura 5-2:**  
os músculos  
da cabeça e  
pescoço.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Se você toca trompete ou qualquer outro instrumento que exige sopro, você conhece bem a função do *músculo bucinador*. Este músculo está localizado na sua bochecha. (*Buc* quer dizer bochecha). Esse músculo deixa você assobiar e mantém a comida em contato com os seus dentes quando você mastiga. Lembra que a sua arcada zigomática é a maçã do rosto? Bem, o *músculo zigomático* é um músculo ramificado que vai da maçã do rosto até os cantos da sua boca. Este músculo levanta a sua boca para sorrir quando você está feliz. A Figura 5-3 mostra os músculos faciais. Não se esqueça de localizar o músculo zigomático ramificado.

Quando você balança a cabeça para dizer “sim”, “não” ou “talvez”, você utiliza os músculos do pescoço. Você tem dois *músculos esternocleidomastóideos*, um de cada lado do pescoço. Sei que é um nome comprido, mas reflete os locais onde ele está conectado: o esterno, a clavícula e a apófise mastóide do osso temporal do crânio. Quando ambos os músculos esternocleidomastóideos se contraem, você pode abaixar a sua cabeça em direção ao peito e flexionar o pescoço. Quando você vira a cabeça de lado, apenas um músculo esternocleidomastóideo se contrai (aquele do lado oposto da direção em que você virou a cabeça). Então se você virar a cabeça à esquerda, o seu músculo esternocleidomastóideo do lado direito contrai e viceversa. Se você quiser inclinar a cabeça para trás para olhar ao céu, ou levantar os ombros, o seu *músculo trapézio* entra em ação.

**Figura 5-3:**  
os músculos  
da face  
(rosto).



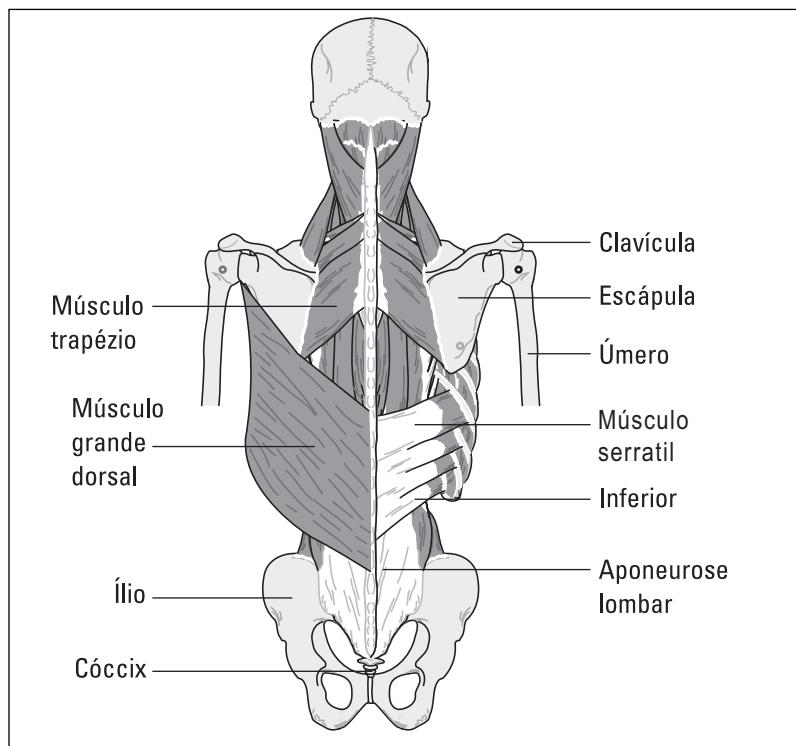
LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

O trapézio é o antagonista do músculo esternocleidomastóideo. Talvez você ainda se lembre da aula de geometria que o trapézio tem o formato de um diamante, e este músculo tem exatamente essa aparência. Ele vai da base do seu crânio até as vértebras torácicas e está conectado às escápulas. Portanto, o trapézio e o esternocleidomastóideo conectam a sua cabeça ao tronco, onde continuarei na próxima seção. Observe bem a Figura 5-4 para ter uma vista posterior dos músculos do pescoço e do tronco.

### Torcendo o tronco



Os músculos do tronco exercem várias funções importantes. Eles não somente apóiam o corpo, como também se conectam aos membros para permitir o movimento dos braços e pernas, a inspiração e expiração e proteger os seus órgãos internos. Nesta seção, mostro os músculos da parte da frente (lado anterior ou ventral) do tronco e em seguida os músculos das costas (lado posterior ou dorsal).

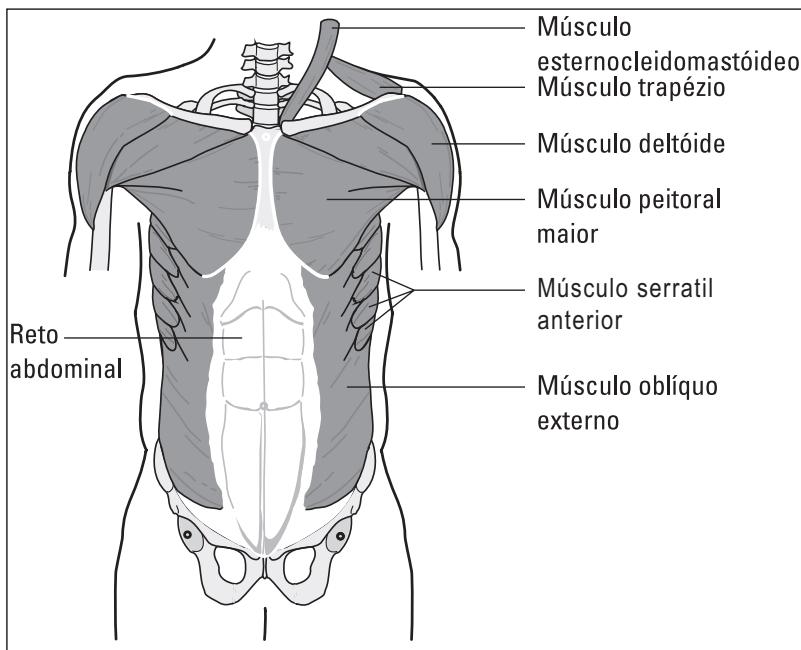


**Figura 5-4:**  
Vista  
posterior dos  
músculos do  
pescoço e  
tronco.

*LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

Os *músculos peitorais* (veja a Figura 5-5) conectam o seu tronco ao esterno e as clavículas aos braços na altura do úmero. Os seus músculos peitorais também protegem as suas costelas, o coração e os pulmões. Você pode sentir o músculo peitoral maior funcionar quando você movimenta o seu braço direito para tocar no seu ombro esquerdo. Também no peito há vários músculos

entre as costelas e em volta delas. Os *músculos intercostais internos* ajudam a elevar e baixar a caixa torácica quando você respira. Porém, os maiores músculos do tronco são os músculos abdominais.



**Figura 5-5:**  
Vista anterior dos músculos do torso e abdômen.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



Os músculos abdominais formam o centro do seu corpo. Se os seus músculos abdominais forem fracos, as suas costas também serão fracas porque os músculos abdominais ajudam na flexão da coluna vertebral. Se a coluna vertebral não flexionar facilmente, os músculos que estão conectados à coluna podem ficar fatigados e fracos. E os músculos do abdômen e das costas estão conectados aos membros superiores e inferiores. Então, se o abdômen e as costas são fracos, os membros também podem ter problemas.

Os músculos do abdômen são finos, mas as fibras musculares dos músculos abdominais correm em várias direções, o que aumenta sua força. Esse efeito entrelaçado fortalece os tecidos muito mais do que se eles corressem todos na mesma direção. Enquanto estou escrevendo esta parte, a minha filha veio me pedir ajuda para montar alguns blocos. Ao mostra-lá como colocar uma camada de blocos na direção perpendicular aos blocos abaixo para fortalecer a construção dela, me toquei que é assim que os tecidos musculares abdominais oferecem força e estabilidade. Ora, se esses blocos estimulam a criatividade dos meus filhos, por que também não a minha?

O músculo “tanquinho” do abdômen, o *reto abdominal*, forma a camada anterior dos músculos abdominais, e corre do osso púbico até as costelas e esterno. A “tarefa” do músculo reto do abdômen é segurar os órgãos da cavidade abdominopélvica e permitir a flexão da coluna vertebral.

Outras camadas de músculos abdominais também ajudam a segurar os órgãos na parte lateral do seu abdômem e fortalecer o tronco do corpo. O *músculo oblíquo externo* está conectado às oito costelas inferiores e desce até o centro do corpo (inclinando em direção à pelve). Os *músculos oblíquos internos* ficam sob o músculo oblíquo externo (faz sentido, né?) num ângulo reto em relação ao músculo oblíquo externo. Os músculos oblíquos internos se estendem da parte superior do quadril na altura da crista ilíaca até as costelas inferiores.

Juntos, os músculos oblíquos externos e internos formam um X, de fato, amarrando o abdômem. O músculo mais profundo do abdômen, o *transverso abdominal*, atravessa o abdômen horizontalmente; sua função é fortalecer a parede abdominal, levantar o diafragma para ajudar a respiração e fazer o corpo se inclinar para frente. O *transverso abdominal* está conectado às costelas inferiores e às vértebras lombares e rodeia a linha pélvica e *linha branca*. A linha branca é uma faixa de tecido conjuntivo que corre verticalmente na parte anterior do abdômen, desde a apófise xifóide na parte inferior do esterno até a sínfise pélvica (a faixa de tecido conjuntivo que conecta os ossos do quadril).

Os músculos nas suas costas (veja a Figura 5-4) servem para dar força, ligar o seu tronco aos membros superiores e inferiores, e proteger os órgãos posicionados na parte posterior do tronco (como os rins). O *deltóide* liga o ombro à clavícula, escápula e úmero. Este músculo tem o formato de um triângulo – como a letra delta do alfabeto grego, que é assim: Δ, ou o formato de uma asa delta. O músculo deltóide deixa você levantar os braços para o lado. O *músculo grande dorsal* é um músculo largo, também com formato triangular. Começa na parte inferior da coluna (as vértebras torácicas e lombares) e sobe numa direção diagonal até o úmero. Os seus músculos laterais deixam você abaixar o braço depois de levantá-lo para alcançar algo, por exemplo, quando escalamos ou nadamos.

### Abrindo as asas



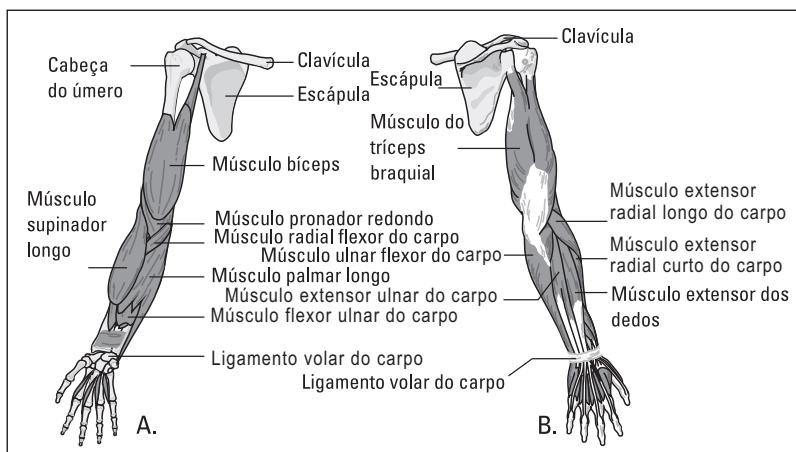
Os seus membros superiores — ou melhor, seus braços — podem executar uma grande variedade de movimentos. Obviamente, os seus braços estão conectados ao tronco. Um dos músculos responsáveis pela conexão, o *serrátil anterior*, é localizado embaixo da axila (também conhecida como o sovaco) e na parte lateral do peito. O músculo serrátil anterior conecta a escápula e as costelas superiores. Você usa esse músculo quando empurra algo ou levanta o braço além do horizontal. Sua ação puxa a escápula para baixo e para frente.

Apesar dos músculos do *bíceps braquial* e *tríceps braquial* estarem localizados na parte anterior do seu braço, eles permitem o movimento do antebraço. A Figura 5-6 A mostra uma vista anterior do braço. Você pode sentir o movimento do bíceps quando você faz de conta que está girando a maçaneta de uma porta e gira o seu antebraço. O nome *bíceps* refere aos dois pontos de origem do

músculo; ele tem dois pontos de conexão com a escápula. De lá, ele vai até o rádio do antebraço (o ponto de inserção). O tríceps braquial é o único músculo que corre através da parte posterior do braço. A Figura 5-6 B mostra uma vista posterior do braço. O nome *tríceps* refere-se aos três pontos de conexão: um na escápula e dois no úmero. Vai até a ulna do antebraço. Você pode sentir a ação desse músculo quando você empurrar ou socar algo. Outros músculos do braço incluem o *braquiorradial*, que ajuda flexionar o braço na altura do cotovelo, e o *supinador*, que vira o seu braço da posição com a palma virada para cima para a posição com a palma para baixo.

A mão contém músculos que movimentam a mão e o punho conjuntamente assim, como músculos que executam os movimentos delicados dos dedos. Quando você digita ou toca piano, você usa o *músculos extensor* e *flexor* dos dedos da mão para levantar e abaixar os dedos sobre o teclado e movimentá-los em direções laterais e diagonais. Para tirar as mãos do teclado, você usa os músculos do seu punho. O *flexor radial do carpo* (conectado ao rádio) e o *flexor ulnar do carpo* (conectado ao osso ulnar) permitem a flexão do punho para cima. O *extensor radial longo do carpo* (que passa pelos ossos do carpo), o *extensor radial curto do carpo*, e o *extensor ulnar do carpo* permitem a extensão do punho; o que significa dobrá-lo para frente ou para baixo.

**Figura 5-6:**  
os músculos  
do membro  
superior:  
Anterior (A)  
e posterior  
(B).



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Palmas para o polegar!

Uma característica de todos os primatas é o *polegar preênsil*; um polegar adaptado para poder agarrar objetos. Muitos animais têm estruturas parecidas com dedos, mas apenas os primatas conseguem agarrar coisas com as mãos. E a única maneira de poder agarrar algo é com um polegar. Imagine se você tivesse uma membrana entre os dedos (como as aves aquáticas), impedindo que você separasse os dedos; seria impossível agarrar qualquer coisa. Por isso muitos animais, como cachorros, gatos e aves, seguram coisas com a boca (ou bico). Mas os primatas — os pequenos e grandes

macacos e os humanos — conseguem facilmente agarrar objetos entre o polegar e os dedos. Porém, de todos os primatas, apenas os humanos têm um polegar oponível (que pode tocar cada um dos dedos; o polegar pode ficar “oposto” de cada um dos dedos). A habilidade de poder opor o polegar a cada dedo deixa os músculos dos dedos executarem movimentos muito delicados. Quando seu polegar toca o dedo mindinho, a sua palma fica arcada. Isso acontece apenas nos humanos por causa dos ossos curtos no dedo mindinho e o polegar oponível.

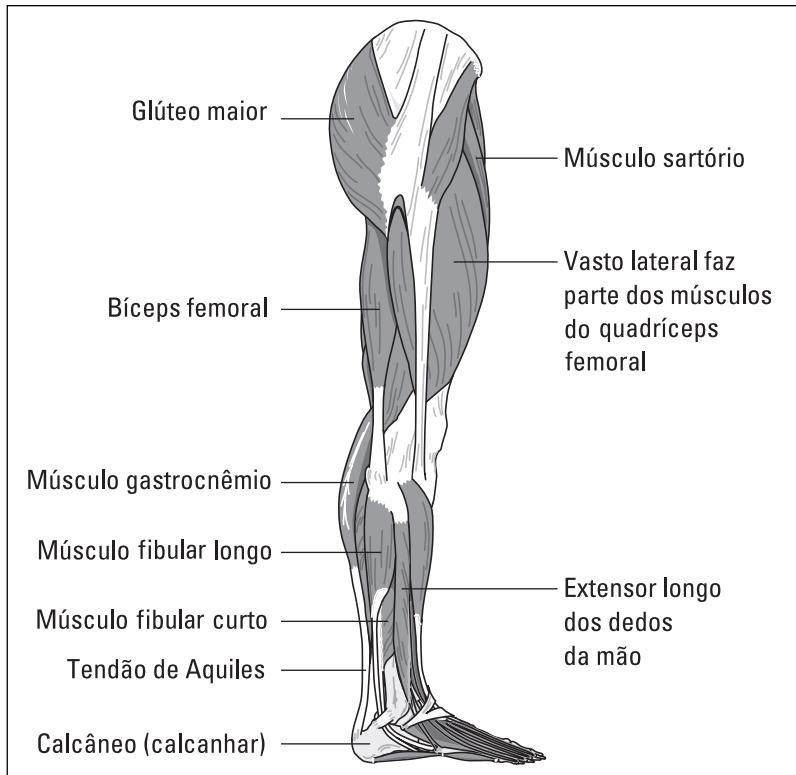
### Fazer uma perna



Os membros inferiores são formados por suas pernas, que estão conectados às nádegas. As nádegas estão conectadas ao quadril. A Figura 5-7 representa o que é considerado o membro inferior.

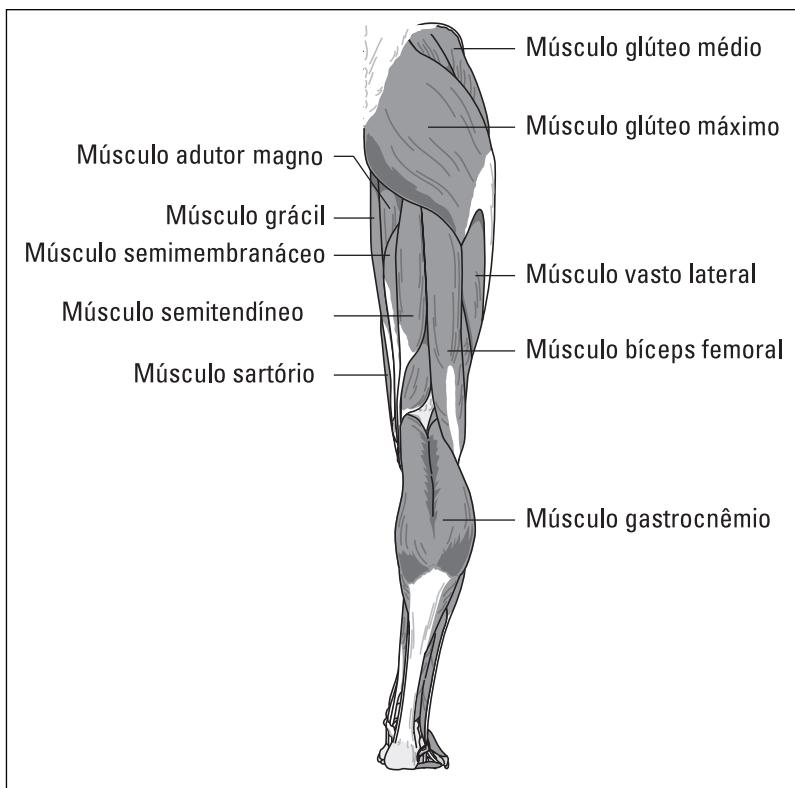
Os *músculos iliopsoas* conectam seu membro inferior ao tronco e consistem de dois músculos menores: o *psoas maior*, que liga a coxa à coluna vertebral, e o *ilíaco*, que conecta o ilíio do quadril ao fêmur da coxa. Começando na espinha ilíaca do quadril e conectando à superfície interior da tíbia (o osso da canela), o *músculo sartório* é um músculo longo e fino que corre do quadril até a parte inferior do joelho. Esses músculos dão estabilidade aos membros inferiores e força para as pernas sustentarem o peso do corpo e equilibrem o corpo contra a pressão da gravidade.

Alguns músculos da perna possibilitam o movimento da coxa em várias posições. Os glúteos deixam você esticar a perna na altura do quadril e estender a coxa quando você anda, escala ou pula. O *glúteo máximo* — o maior músculo da região glútea — também é o maior músculo do corpo (veja a Figura 5-8). O glúteo máximo é um músculo antagonista que reage ao músculo iliopsoas estabilizador, que flexiona a coxa. O *músculo glúteo médio*, localizado atrás do glúteo máximo, deixa você levantar a perna numa direção lateral para formar um ângulo de 90 graus com as duas pernas (essa ação é a *abdução da coxa*). Vários músculos atuam como adutores; eles movem a coxa abduzida para baixo. Esses músculos incluem o *pectíneo* e o *adutor longo*, que podem ser lesados quando você tem uma distensão na virilha (muito comum no futebol, por exemplo), bem como o *adutor magno* e o músculo *grátil*, que correm ao longo do interior da sua coxa.



**Figura 5-7:**  
os músculos  
do membro  
inferior.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



**Figura 5-8:**  
Os músculos  
da parte  
posterior  
do membro  
inferior.

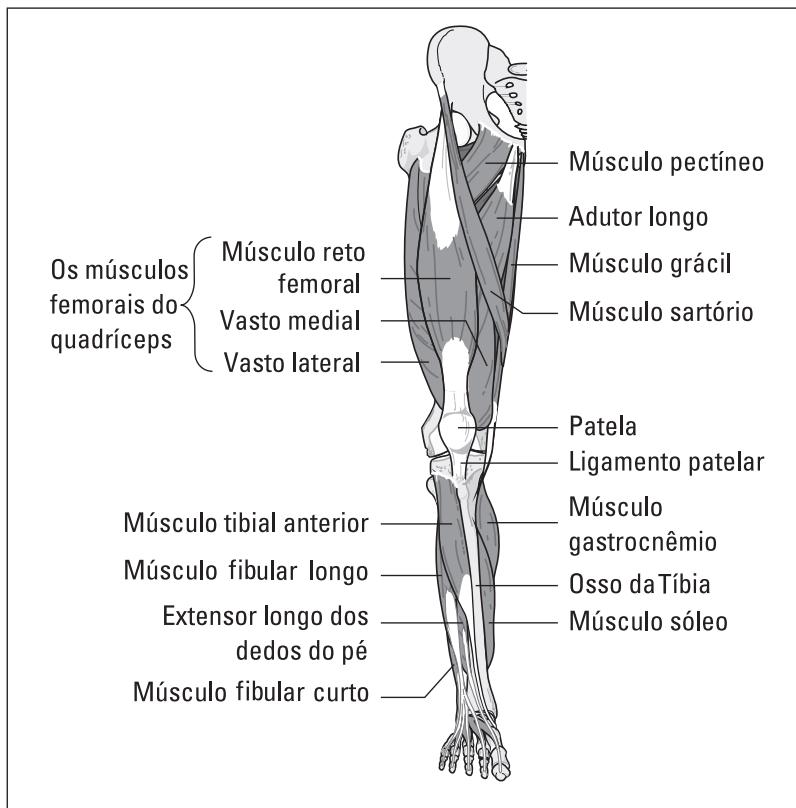
LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Outros músculos da coxa servem para movimentar a perna. Há quatro músculos na parte anterior e lateral da sua coxa que trabalham juntos para você poder chutar. Esses quatro músculos — *o reto femoral, vasto lateral, vasto medial e o vasto intermédio* — são mais conhecidos como *quadríceps* (*quadríceps femoral*). *Quad* significa quatro, como em quadrado. Veja a Figura 5-7 para ver a parte lateral da perna; a Figura 5-9 mostra os músculos da parte anterior da perna.

Os músculos do bíceps femural são os antagonistas do quadríceps. Estes músculos — *o bíceps do fêmur, o músculo semimembranáceo e semitendíneo* — se estendem ao longo da parte posterior da coxa (veja a Figura 5-8) e deixam você flexionar a sua perna e estender o quadril. Eles começam no ísquio do osso do quadril e se inserem na tíbia da perna. Você pode sentir os tendões destes músculos atrás do joelho.

Os músculos da canela e panturrilha movimentam o tornozelo e pé. O *gastrocnêmio*, o músculo da panturrilha, começa no fêmur e se insere no tendão de Aquiles, atrás do calcanhar. Você sente a contração do músculo gastrocnêmio quando você fica na ponta dos pés. O antagonista do gastrocnêmio, o *tibial anterior*, começa na superfície da tíbia (o osso da canela), corre ao longo da canela e se

insere nos ossos do metatarso no tornozelo. Você sente a contração deste músculo quando você levanta os dedos do pé, sem tirar o calcanhar do chão. O *fibular longo* e *fibular curto* correm pelo lado exterior da perna e liga a fíbula aos ossos do tornozelo. Desta forma, os músculos fibulares ajudam a movimentar o pé. O *extensor longo dos dedos* e o *flexor longo dos dedos do pé* conectam a tibia aos pés e deixam você estender e flexionar os pés, como fazemos com os dedos da mão.



**Figura 5-9:**  
os músculos  
da parte  
anterior do  
membro  
inferior.

*LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

## *Fisiopatologia do Sistema Muscular*

Cada sistema do corpo está sujeito a problemas ou doenças. O sistema muscular não é nenhuma exceção. Os músculos podem sofrer de espasmos, causando dor e limitando o movimento. Os tendões e ligamentos podem romper, exigindo muita reabilitação para recuperar. Doenças também podem afetar os músculos.

### *Espasmos musculares*

Ai! Já tive muitos desses e são capazes de causar bastante dor e dificultar o movimento de certas partes do corpo. Não sou uma pessoa super agitada, mas também não tenho muito tempo para relaxar. Infelizmente, os meus músculos também raramente relaxam, e às vezes, pago o preço.

Algumas seções atrás, falei do glúteo máximo e glúteo médio nas nádegas. Bom, outro músculo pequeno da região glútea, o *piriforme*, pode ser uma dor de cabeça, ou melhor, dor no traseiro. O músculo piriforme, um pequeno músculo comprido e fino que começa no ílio do quadril e sacro, corre até a parte superior do trocanter maior, um processo na parte superior do fêmur. Quando o músculo piriforme funciona bem, ele gira a coxa lateralmente. Porém, quando não funciona, é péssimo!

Um *espasmo muscular* é uma contração repentina involuntária. Causando dor repentina, o músculo contrai de uma forma violenta e súbita. Quando o meu pequeno músculo piriforme entra num espasmo, sinto uma dor inacreditável. Conectado ao sacro na base da coluna, o espasmo do músculo piriforme causa dor lombar; depois, as nádegas, e às vezes, o quadril (o músculo também está conectado ao quadril) podem ficar doloridos. A dor é grande e o espasmo limita o movimento porque a contração violenta pode irritar os nervos sacrais.

O espasmo do músculo piriforme é a minha experiência pessoal. Mas o espasmo pode ocorrer em qualquer músculo e os efeitos dependem da localização e dos nervos que se encontram próximos. Nem todos os espasmos são doloridos. O soluço, um espasmo no diafragma, geralmente não dói – chato talvez, mas não dolorido. Câimbras musculares também são espasmos. O músculo da panturrilha (o gastrocnêmio) sofre bastante de câimbras súbitas. Tiques faciais, por exemplo, aquela tremida na pálpebra; também são espasmos musculares e podem incomodar tanto quanto o soluço.

## Distrofia muscular

A *distrofia muscular* é uma doença hereditária cromossômica que afeta os músculos.

O tipo mais comum é a *distrofia muscular de Duchenne* (DMD), mas existem outros tipos. Como já disse, a distrofia muscular é uma doença hereditária. Muitas vezes, a DMD passa de mãe para filho. Meninos são geralmente mais afetados pela DMD e os sintomas costumam aparecer antes do terceiro ano. O que acontece é que os músculos destes meninos começam a enfraquecer, encolher e degenerar lentamente. Quando a doença progride, os músculos atrofiam. Por volta dos 12 anos, os meninos já ficam incapacitados e confinados a uma cadeira de rodas. Gordura e tecido conjuntivo substituem o tecido muscular normal, causando problemas no coração e nos pulmões. Os pacientes com DMD geralmente morrem ainda na adolescência.

A *distrofia muscular miotônica* pode afetar homens e mulheres e pode começar em qualquer idade (idade variável para o início da doença). Esses pacientes sofrem de uma fraqueza muscular e rigidez progressiva. Em seguida podem ocorrer problemas durante certas ações, como engolir, porque os músculos não relaxam após as contrações. Os músculos da face e do pescoço geralmente são os primeiros a desenvolver sintomas; em seguida, os braços e pernas são afetados. Virar a cabeça ou levantar algo fica difícil; uma pessoa com distrofia muscular miotônica piora progressivamente, e muitas vezes, fica confinado a uma cadeira de rodas ou cama.



## Capítulo 6

# A Grande Fachada: A Pele

### **Neste capítulo**

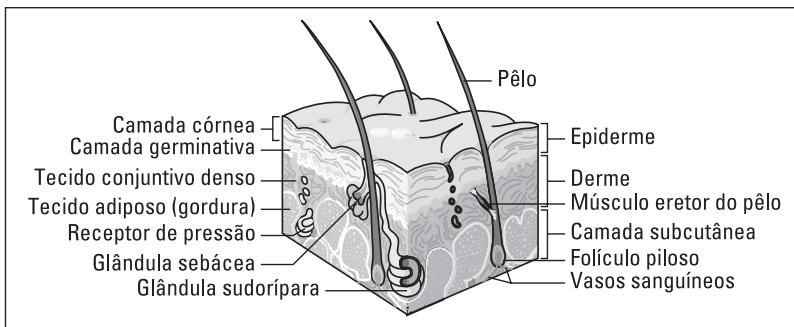
- Explorar as camadas da pele
- Cravando suas unhas, cabelo e glândulas
- Entender como a pele protege você
- Compreender os receptores da pele
- Efeitos nocivos da radiação

**V**ocê sabia que a sua pele é um órgão? É mesmo. Ao ler esse capítulo você vai entender porque a pele é classificada como um órgão e você vai ver os processos fisiológicos que acontecem dentro desse enorme órgão tão fino. Esse capítulo também explica as estruturas por baixo da sua pele e as doenças que podem afetá-la. Explico a fisiopatologia de alguns distúrbios da pele, inclusive as queimaduras. Sem a sua pele você ficaria desidratado e as bactérias e vírus – também chamados de germes (veja o capítulo 13) – tomariam conta do seu corpo. Resumindo, você morreria. Então a sua pele merece um pouco de respeito. Descubra de que ela consiste e quais são as suas funções diárias. E não se esqueça de passar protetor solar, ok?

## *A Tripla Proteção*

Você está embrulhado em aproximadamente 2m<sup>2</sup> de pele, também conhecido como  *tegumento* ou *membrana cutânea*. A Figura 6-1 mostra a anatomia da pele. E apesar da sua pele aparecer bem justa, ela na verdade está apenas frouxamente conectada à camada de músculos. Nos lugares onde não há músculos, como nos nós dos dedos, a pele está conectada diretamente ao osso.

**Figura 6-1:**  
vista  
transversal  
da pele  
mostrando  
as camadas  
e algumas  
estruturas  
especializadas.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



A pele consiste de duas camadas principais: a *epiderme* e *derme*, mas a *camada subcutânea* sob a derme. Essa camada subcutânea serve como um intermediário entre as camadas externas da pele e os músculos e órgãos que estão embaixo da pele. Como a pele contém algumas outras estruturas (como vasos sanguíneos), ela pode ser classificada como um sistema de órgão – o *sistema tegumentar*. A pele, o maior órgão do seu corpo, representa aproximadamente 15% do peso total do seu corpo.

## Tocando a epiderme



A epiderme é a parte da pele que você pode tocar. Essa fina camada externa na verdade consiste de duas camadas: a *camada córnea* e a *camada germinativa*. A epiderme como um todo é composta de tecido epitelio escamoso estratificado (veja o capítulo 3), mas as duas regiões da epiderme exercem funções diferentes.

### Queratinizando a camada córnea

A camada córnea é uma dura camada externa, de espessura de 25 a 30 células. O que torna essa camada dura é o endurecimento das células através da *queratinização* – um processo durante o qual as células produzem a proteína queratina. Muitas fibras de queratina endurecem durante este processo, fortalecendo a camada.

Formando uma barreira entre o ambiente externo e as células internas, a queratina é impermeável. A queratina evita a perda de água do corpo ou a entrada de água de fora, evitando, respectivamente, a desidratação ou o inchaço.



As células endurecidas pela queratina protegem as suas células e tecidos de bactérias e vírus. Então qualquer perfuração na pele (como cortes ou arranhões) precisa ser bem limpa. Se não, os micróbios podem acessar o interior do seu corpo e causar infecções.

### ***Germinando a camada germinativa***

A camada germinativa (também chamada de *camada basal*) é como um criador de células. A região inferior da epiderme (veja a Figura 6-1) contém células que se dividem constantemente para produzir novas células. As novas células sobem até a superfície (a camada córnea) em 14 a 30 dias, mas quando sobem, elas se distanciam cada vez mais da circulação sanguínea e morrem logo em seguida. Então as células da epiderme que você mostra para todo mundo, na verdade são as células mortas. E todo dia, algumas células mortas caem.



Cuidado com o bichinho papão! O seu colchão está cheio de células epidérmicas mortas e essas células mortas são muito apreciadas pelos percevejos, que decompõe as células mortas, mas deixa as suas excreções. Algumas pessoas são altamente alérgicas a esses bichinhos.

A camada germinativa também contém *células de Langerhans* — células especiais que conectam o sistema tegumentar e o sistema imunológico. As *células de Langerhans* são feitas na medula óssea vermelha, mas se acomodam na camada germinativa. Essas células comem (fagocitam) bactérias e vírus e depois os levam pela circulação sanguínea até os órgãos do sistema linfático (como o baço). Quando os restos destes micróbios chegam em algum órgão linfático, o sistema imunológico é estimulado a perseguir ativamente todos os micróbios similares dentro do seu corpo para prevenir uma infecção maior. (Veja o capítulo 13 para ler mais sobre os micróbios, a imunidade e o sistema linfático e seus órgãos.)



Outra função importante da camada germinativa é dar a sua pele um pouco de cor para proteger você do sol. A *Melanina* — um composto de pigmento — é produzida nos *melanócitos* que residem na camada germinativa. O objetivo da melanina é proteger a pele dos raios ultravioletas do sol. Quanto mais melanina uma pessoa produz, mais escura é a sua pele. As raças predominantes nas regiões próximas ao equador — onde os raios do sol são mais fortes — produzem mais melanina porque precisam de uma proteção maior contra os raios ultravioletas do sol. Os grupos raciais que predominam nas regiões longe do equador produzem pouca melanina porque eles têm pouca necessidade de se proteger do sol.



A pigmentação da sua pele protege você contra os nocivos raios ultravioletas do sol.

Apesar de todo mundo ter uma mesma quantidade de melanócitos, a produção de melanina que resulta nas diferentes cores de pele é comandada pelos genes de cada indivíduo. Pessoas de descendência mediterrânea geralmente têm um pouco de pigmento esverdeado misturado com a melanina, e pessoas de descendência asiática costumam ter um pigmento amarelado na melanina. Mas todo mundo tem a mesma quantidade de melanócitos, e embaixo da camada germinativa, todos são iguais.

## *Mexendo no meio: a derme*

Como uma criança do meio, a derme está espremida entre a epiderme, que recebe toda atenção (carinho, cremes), e a camada subcutânea, que as pessoas querem manter bem fina. (Veja mais sobre a camada subcutânea na próxima seção.) Mas como as crianças do meio, a derme tem algumas responsabilidades próprias bem importantes.

A derme contém fibras colágenas e elastinas. O colágeno é uma proteína enorme, e as fibras são extremamente flexíveis e elásticas como as fibras elastinas que dão elasticidade para sua pele poder esticar durante os movimentos.

O colágeno previne a pele de esticar demais e rasgar durante os movimentos. Imagine se a sua pele rasgassem como um par de calças apertadas cada vez que você se movimentasse? Ou se a sua pele rasgassem como o sovaco de uma camiseta velha quando você tenta alcançar algo encima do armário?

Os vasos sanguíneos que fornecem oxigênio e nutrientes às células da pele estão localizados na derme. Quando você faz algum exercício ou sente vergonha e começa ficar com a cara vermelha, os vasos sanguíneos dilatam (abrem) e aumentam o fluxo de sangue na pele. Um aumento de hemoglobinas (células sanguíneas vermelhas) perto da superfície do corpo resulta no enrubescer da pele. Durante o exercício, a dilatação dos vasos sanguíneos deixa escapar o calor para manter a temperatura do corpo normal. Quando você sente frio, os vasos sanguíneos contraem para segurar o calor do corpo.

A redução de hemoglobinas (células sanguíneas vermelhas) próxima à superfície da pele, pode deixar algumas partes do corpo, como os lábios, azulados. Quando a cor azulada resulta de algum problema fisiológico, como a falta de oxigênio no sangue ou a interrupção da circulação sanguínea, a condição é chamada de *cianose*. Se você já viu um cartucho colorido de uma impressora, você talvez tenha reparado que a cor azul é chamada de *ciano* – esta raiz é encontrada em várias outras palavras: a *cianobactéria* é uma alga azul esverdeada; e o *cianeto* é incolor, mas a pessoa que o ingere desenvolve a cianose antes de morrer.

A derme também fornece as impressões digitais (tanto as da mão como as do pé). É, as impressões digitais são visíveis na camada exterior da pele — a epiderme — mas é a conexão entre a epiderme e a derme que forma as cristas de cada impressão. Na parte superior da camada dérmica há projeções chamadas de *papilas dérmicas* que puxam a epiderme em direção da derme.

As cristas formadas seguram a epiderme. Até essas cristas têm uma função: elas ajudam você a pegar objetos minúsculos porque aumentam a fricção entre a superfície do objeto e as *cristas epidérmicas*. Todo mundo possui essas cristas, mas a posição das papilas dérmicas sob a epiderme varia em cada pessoa. As impressões digitais dos dedos da mão e do pé de cada pessoa são únicas.

Os receptores especiais da pele estão localizados na derme. Esses receptores deixam você sentir sensações como pressão, vibração e toques leves. Os receptores, com nomes como *corpúsculos de Pacini*, *corpúsculos de Meissner* e *corpúsculos de Ruffini*, estão espalhados pela derme e conectados aos nervos que atravessam a derme e a camada subcutânea. Em algum ponto da sua pele você pode sentir um toque, enquanto em algum outro ponto — alguns centímetros além — você sente pressão. Os receptores para cada sensação não cobrem a pele toda. Veja o capítulo 7 para entender melhor como os nervos transmitem as sensações recebidas através dos receptores da pele.

## *Por baixo da pele: a camada subcutânea*

A camada subcutânea também é chamada de hipoderme porque é localizada imediatamente sob a derme (*hipo* quer dizer sob ou abaixo). Você talvez já tenha ouvido falar em agulhas ou injeções subcutâneas. Essas agulhas são utilizadas para alcançar a camada subcutânea e administrar uma injeção hipodérmica.

O tamanho da camada subcutânea varia muito porque é aqui onde estão as “células de gordura”; a gordura é depositada nas células do tecido adiposo, que compõe a maior parte da camada subcutânea. Então pessoas muito magras têm uma camada subcutânea fina e pessoas obesas têm uma camada subcutânea grossa.

Mas nem toda gordura faz mal. Você precisa de um pouco de gordura para ter um corpo saudável. O tecido adiposo isola o corpo e protege os órgãos sob a camada subcutânea de impactos como um tombo. A gordura também serve para armazenar energia, aquela reserva que você carrega até começar a queimá-la.

## Enfeitando a Sua Pele



Não, essa seção tem nada ver com tatuagens ou piercings. Vou falar das *estruturas* que enfeitam sua pele como o cabelo, unhas e glândulas — estruturas que complementem a pele.

### Um assunto cabeludo

O seu corpo tem milhões de folículos pilosos — quase a mesma quantidade do chimpanzé, nosso parente mais próximo. (Nem imagino como chegaram a contar todos!) E como um chimpanzé, os humanos não têm pelos nas palmas da mão, nas solas do pé, nos lábios e nos mamilos. A maior parte do seu cabelo é leve, fino e macio. O cabelo na sua cabeça é mais pesado para segurar o calor do corpo. O aumento do nível de hormônios sexuais durante a puberdade estimula o crescimento de cabelo na axila e na região pélvica. Homens também têm pelos faciais; mulheres que sofrem de algum desequilíbrio hormonal também podem desenvolver pelos faciais (veja o capítulo 8).

Todos os pelos crescem dos folículos pilosos — pequenos tubos compostos de células epidérmicas que se estendem até dentro da derme. Eles precisam estender até a derme para fornecer sangue ao bulbo piloso. Apesar do cabelo que sai da pele já estar morto, os folículos pilosos produzem novas células que empurram o cabelo morto mais para fora (produzindo o que chamamos de “crescimento”). Então como a raiz de uma planta que precisa alcançar a terra para obter água e minerais, os seus cabelos precisam estender as raízes para dentro da pele da cabeça, rosto, braço, perna, peito ou virilha. Dentro da derme da pele cabeluda, o bulbo piloso se conecta com as células do folículo piloso que fornecem o oxigênio e nutrientes necessários, transportados através da circulação sanguínea. Imagine o cabelo da sua cabeça como um gramado bem cuidado. (Se você estiver perdendo o cabelo, você apenas tem um pouco menos de grama para cortar).

As células na base do folículo piloso estão sempre se dividindo para produzir novas células. Essas novas células formam o cabelo. Quando o cabelo é novo e ainda suficientemente curto para estar próximo dos vasos sanguíneos da derme, ele é bem alimentado e vivo. Mas, como todas as outras células da pele, o cabelo vai subindo pelas camadas quando cresce. Enquanto ele cresce e sobe, as células se distanciam cada vez mais do fornecimento de sangue, elas se tornam queratinizadas e em seguida morrem. Como a pele do seu corpo, os cabelos visíveis são compostos de células mortas. E, como a sua pele, eles vão caindo aos poucos.



Os cabelos na sua cabeça vivem uns três ou quatro anos antes de cair; os cílios vivem apenas três ou quatro meses antes de cair e serem substituídos. As pessoas não perdem todo o cabelo do dia para a noite. A calvície (chamada de *alopecia*) ocorre quando os cabelos não são mais substituídos.



## De cabelo em pé

Cada folículo piloso possui um minúsculo músculo *erector do pelo*. Quando esses músculos lisos contraem você fica arrepiado. Quando você sente frio ou medo, essa súbita contração do folículo piloso prende o ar entre o cabelo e a pele e faz o cabelo ficar em pé. Quando você sente frio, essa camada de ar serve como um isolante. Quando você está com medo, os

cabelos em pé servem para você assustar aquilo que causou o medo. Lembra que essa reação fisiológica começou milhões de anos atrás quando os humanos eram tanto predador como presa. Agora, você talvez fique arrepiado vendo um filme de terror; a sensação de medo dentro do seu cérebro é a mesma, mas o seu corpo não sabe que a tela do cinema não é um predador.

## Crescendo as unhas

As unhas da mão e do pé estão “acomodadas” no leito da unha (leito ungueal). Na parte posterior do leito da unha está a raiz da unha. Como o cabelo e a pele, as unhas começam a crescer próximas ao fornecimento de sangue sob o leito da unha. Em seguida as células se afastam. Ao passar pelo leito da unha, elas ficam queratinizadas. A queratinização fortalece o tecido, como no caso das unhas, ou torna o tecido impermeável, como no caso da pele e do cabelo. Claro que a pele e o cabelo se molham, mas não absorvem a água; a queratina os torna impermeáveis. As unhas que você vê em suas mãos e pés são células velhas e queratinizadas que formam o corpo da unha. A ponta das unhas que parece crescer na verdade não cresce; ela é apenas empurrada para fora pelas novas células criadas. A sua unha “cresce” um milímetro por semana.

Na base das unhas há uma área branca, em forma de meia-lua, chamada de *lúnula*. (*Lun* — é o radical latino da palavra *lua*). A lúnula é branca porque é uma área de crescimento celular. No corpo da unha, a unha parece rosa por causa dos vasos sanguíneos que estão sob o leito. Mas há muitas outras células que preenchem esta área de crescimento. Essa camada é mais grossa e você a vê como branca em vez de rosa.

Se a *cutícula* — a pele que cobre a unha na base da lúnula — ressecar ou rasgar, germes podem penetrar o leito da unha e causar infecções. Às vezes, fungos entram no leito causando uma infecção fúngica nas unhas. Morder as cutículas ou unhas também pode causar infecções porque as bactérias da sua boca conseguem entrar no tecido vascularizado (com vasos sanguíneos) ao lado ou abaixo da unha.

As unhas também podem dar dicas aos médicos sobre problemas ou doenças no corpo. A Tabela 6-1 mostra alguns sintomas nas unhas e a doença ou condição que a pessoa possa ter.

**Tabela 6-1 Sintomas nas unhas como um sinal de outras condições médicas**

<b>Sintoma da unha</b>	<b>Doença ou condição indicada</b>
Unhas quebradiças, côncavas (forma de colher) e onduladas	Anemia por deficiência de ferro
Unhas que se soltam do leito da unha	Distúrbio da tireóide que produz um excesso de hormônios (como a doença de Graves)
Manchas pretas (parecem estilhas) sob as unhas	Doença respiratória ou cardíaca
Unhas duras, curvadas e amarelas	Bronquietasia (dilatação crônica dos brônquios, mau hálito, tosse espasmódica) e linfedema (acumulação de líquidos nas glândulas linfáticas que causa inchaço das mãos e pés). Fumar cigarros e usar esmalte também pode deixar as unhas amareladas.

## As glândulas à flor da pele

As glândulas do corpo produzem substâncias que em seguida são transportadas pelas glândulas para entrar no local devido. As glândulas próximas dos órgãos internos produzem substâncias que causam um efeito em algum outro lugar do corpo. Por exemplo, o pâncreas, uma glândula grande ligada ao estômago, produz insulina de acordo com o seu consumo de glicose. A circulação sanguínea leva essa insulina e mantém o seu nível de glicose dentro do padrão normal. Porém, na pele há glândulas que secretam substâncias que são levadas para fora do corpo.



As duas glândulas principais encontradas na pele são as *glândulas sudoríparas* e as *glândulas sebáceas*.

### Bem suado

É, as glândulas sudoríparas produzem o *suor* — uma substância aguada que serve para o corpo remover um excesso de sal (cloreto de sódio) e uréia (excreção produzida pelos rins), e desempenham um papel importante em regular a temperatura do corpo. (Veja o capítulo 12 para ler mais sobre os rins).

- ✓ **Glândulas sudoríparas ácrinas:** distribuídas pelo corpo inteiro, essas glândulas sudoríparas na superfície da pele abrem-se quando você está com calor, liberando o calor e reduzindo a temperatura do corpo. A maneira que o calor sai do corpo é explicada pelo processo de *refrigeração evaporativa*. O suor é uma substância aguada. O excesso de calor do corpo é absorvido pela água no suor. Quando esse suor aguado evapora, o calor é removido do corpo, efetuando a refrigeração.
- ✓ **Glândulas sudoríparas apócrinas:** responsáveis pelo odor do corpo, essas glândulas são encontradas na base dos folículos pilosos das axilas e virilha, e começam a se desenvolver durante a puberdade. O suor produzido pelas glândulas ácrinas é transparente, porém o suor produzido pelas glândulas apócrinas contém uma substância branca leitosa. As bactérias que vivem na pele digerem essa substância leitosa e suas excreções causam o cheiro do suor. As glândulas apócrinas entram em ação quando você fica ansioso ou estressado, ou quando você é estimulado sexualmente.

### ***Secretando óleos saudáveis***

As glândulas sebáceas secretam uma substância oleosa chamada de *sebo* nos folículos pilosos. Além de entupir os poros faciais de muitos adolescentes, o sebo também exerce várias funções fisiológicas. Quanto menos cabelo você tiver, mais rápido você perderá calor, então o sebo ajuda a cuidar do seu cabelo. A propriedade oleosa do sebo mantém o cabelo macio, evitando a quebra, e como a queratina, é uma substância que deixa as células epidérmicas impermeáveis. Todos os anos o meu marido passa um produto oleoso nas botas para proteger o couro da água. O sebo é o produto que protege o seu corpo da água. Quando as glândulas sebáceas conectadas aos folículos pilosos secretam o sebo, ele cobre as células da pele e evita a perda de água para fora e a entrada de água no corpo. O sebo torna a sua pele um local inóspito para certas bactérias, protegendo você contra infecções.

## ***Salvando a sua pele***

Como órgão, a sua pele exerce várias funções específicas. Como o coração, pulmão e cérebro, a sua pele também tem tarefas a cumprir e deve cumprí-las bem para manter você saudável. A pele atua com um soldado valente. Está na linha de fogo, sujeita a raios ultravioletas, dor, pressão, calor e frio. A principal linha de defesa do corpo, sua pele, precisa saber cuidar de si mesma quando for ferida. Continue lendo para conhecer todas as funções da sua pele. E tome muito cuidado lá fora!

## Produzindo vitamina D

Apesar do sol poder danificar a pele, você *precisa* dele. A sua pele precisa de algum sol regularmente para manter os seus ossos saudáveis. Isso mesmo, os seus ossos. É claro que os seus ossos não podem absorver o sol diretamente. Os ossos precisam da pele para desencadear o processo que produz a *vitamina D* que os ossos precisam para desenvolver novas células ósseas.



As células da pele contêm uma molécula que é convertida em vitamina D quando os raios ultravioletas atingem esta molécula. Em seguida, a vitamina D deixa a pele e é levada através da circulação sanguínea até o fígado e os rins, onde a vitamina D é convertida no hormônio calcitriol. De volta à circulação sanguínea, o calcitriol circula pelo corpo inteiro e regula a quantidade de cálcio e fósforo presente no corpo (mantendo os níveis destes minerais importantes dentro do padrão normal) — por isso a vitamina D é tão importante. Cálcio e fósforo são essenciais para o desenvolvimento e a manutenção de ossos saudáveis. Sem o metabolismo adequado de cálcio e fósforo, o corpo pode desenvolver uma doença chamada *raquitismo*.

O raquitismo deixa os ossos moles e curvados sem condições de sustentar o peso do corpo. Sem vitamina D, o corpo não produz calcitriol, e sem calcitriol, o corpo não pode metabolizar o cálcio e fósforo necessários para desenvolver um esqueleto forte. O raquitismo afeta, principalmente, crianças que não costumam brincar expostas ao sol ou não têm alimentação adequada. Felizmente, hoje em dia, o leite é reforçado com vitamina D para ajudar a prevenir essa condição em crianças. Porém, a deficiência de vitamina D também pode afetar adultos.



Adultos com problemas no fígado ou nos rins, os locais onde a vitamina D é convertida, podem ter dificuldades em produzir calcitriol e desenvolver uma doença parecida com raquitismo, a *osteomalacia*, que amolece os ossos em adultos. Outras condições que podem causar uma deficiência crônica de vitamina D e a subsequente osteomalacia incluem o uso de fenitoína (um remédio anticonvulsivante), defeitos genéticos e doenças intestinais que impedem a absorção de vitamina D. O capítulo 4 inclui mais informações sobre a fisiopatologia dos ossos.

## Curando suas feridas

Você já se machucou cortando legumes? Já aconteceu comigo várias vezes. Dói. Mas, a dor não dura muito, especialmente se cortou nas extremidades dos nervos! Mas qualquer ferida na pele precisa ser

reparada porque as bactérias podem entrar através do corte e causar uma infecção, comprometendo a sua saúde.



Ainda bem que a sua pele tem grandes poderes regenerativos. Infelizmente, os humanos não são capazes de regenerar partes do corpo, como as estrelas-do-mar ou lagartixas, mas alguns órgãos humanos são capazes de desenvolver tecido novo. O fígado e a epiderme da pele são capazes de regenerar tecido. Não seria bom se o cérebro também pudesse regenerar algumas células?

Se você tiver uma ferida pequena e superficial (como um arranhão), a epiderme simplesmente substitui as células danificadas. Em alguns dias o arranhão desaparece. Mas, se a ferida for tão profunda que danificou alguns vasos sanguíneos, o processo reparativo fica um pouco mais complicado.

Primeiro a ferida sangra para limpar o local. O sangue leva qualquer partícula ou micrório e imediatamente preenche a área em volta da ferida. Logo em seguida, os vasos sanguíneos em volta da ferida se contraem para reduzir o fluxo de sangue e evitar o vazamento de sangue dos vasos danificados. Um componente do sangue chamada *plaqueta* gruda nas fibras colágenas que compõem a parede do vaso sanguíneo, formando um *tampão de plaquetas* que sela o vaso.



Depois de formar o tampão de plaqueta, começa uma série de eventos para formar um coágulo. Enzimas chamadas de *fatores coagulantes* desencadeiam as reações necessárias. Há 12 fatores coagulantes, e o processo todo é complicado. Aqui segue um resumo dos acontecimentos, focando nas etapas mais importantes:

- ✓ **Protrombina:** Esse fator de coagulação se converte em trombina. Essa reação requer cálcio.
- ✓ **Trombina:** Esse fator age como uma enzima que faz o plasma proteico fibrinogênio formar filamentos longos, chamados de fibrina.
- ✓ **Fibrina:** Rodeando o tampão de plaqueta, esses fios de fibrina formam uma malha que ajuda a formar o coágulo.
- ✓ **Coágulo:** Essa “malha” prende as hemoglobinas para formar o coágulo. As hemoglobinas que ficaram presas do lado de fora do coágulo ressecam (o ar oxida o ferro contido nelas, como ferrugem), e ficam meio marrom-vermelho e viram uma crosta.

Embaixo da crosta, os vasos sanguíneos se regeneram e se recuperam, e na derme, as células chamadas de *fibroblastos* incentivam a criação de novas células para regenerar os tecidos nas camadas danificadas. As cicatrizes são desenvolvidas para oferecer mais suporte às áreas mais danificadas. O tecido cicatricial contém muitas fibras colágenas interlaçadas, mas não possui folículos pilosos, unhas ou glândulas. Geralmente perdemos a sensação na área coberta pelo tecido cicatricial por causa da danificação dos nervos.

## *Controlando seu termostato*

A sua pele tem um papel muito importante na homeostase (veja o capítulo 8), o processo de ajustes usado pelo seu corpo para manter o equilíbrio geral. Seu corpo está continuamente convertendo a energia da alimentação (medida em calorias) em energia na forma de ATP (veja o capítulo 3). Mas nem toda energia da nossa alimentação é convertida em ATP. Aproximadamente 60% da energia alimentar é convertida em calor.

As reações metabólicas que ocorrem em cada célula para produzir ATP geram calor. Esse calor mantém a temperatura do seu corpo dentro do padrão normal, monitorado pela homeostase.

A temperatura normal do corpo é 37 graus, mas pode variar entre 36 e 37,7 graus. Então não se preocupe se a sua temperatura é 37,5 graus. A sua pele executa duas ações que ajudam a aumentar a sua temperatura quando você sente frio, e reduzir a temperatura quando você sente calor.

Quando você sente frio, duas coisas acontecem nas camadas da sua pele. Primeiro, as glândulas sudoríparas não são ativadas para evitar a perda de calor. Segurando o calor, a pele aumenta a temperatura do seu corpo. E depois os vasos sanguíneos se contraem para manter o sangue dentro do corpo, em volta dos órgãos vitais. Se o sangue quente circulasse perto da superfície da pele, o calor poderia fugir do corpo. Se você ficar com muito frio e a sua temperatura chegar a menos de 36 graus, você fica arrepiado e começa tremer. (Veja o quadro “De cabelo em pé” neste capítulo.) A contração involuntária dos músculos que faz você tremer ajuda você a esquentar porque os músculos geram calor durante a contração.

Quando você sente calor, os vasos sanguíneos na sua pele se abrem para liberar o excesso de calor na circulação sanguínea. As glândulas sudoríparas também são ativadas. A água no suor absorve o calor de dentro do corpo. Quando você sua, o excesso de calor é removido do seu corpo através da pele. O calor deixa o corpo com a evaporação do suor.

## *Sentindo as sensações*

Como o seu corpo sabe quando está com frio ou calor? Como você sabe quando você se cortou ou machucou? Como você sente a diferença entre cócegas e um soco? A resposta está nos receptores especializados em nossa pele que percebem calor e frio, toque, pressão e dor.

A derme da pele contém terminações nervosas que atuam como receptores especializados (veja a Figura 6-1). Essas terminações nervosas para cada sensação não cobrem a pele toda. Então em alguns lugares você sente a diferença em tocar vários objetos; você sente a diferença entre uma pressão leve ou um empurrão; alguns pontos sentem frio e outros calor. Todos os receptores estão conectados a

um nervo que corre pela camada subcutânea. Esse nervo repassa a informação através de uma rede de nervos até o seu cérebro. Assim você pode gritar “Ai!” quando se machucar ou rir quando alguém faz cócegas em você porque o cérebro interpretou a informação.

## Doenças e Condições da Pele

Os problemas de pele podem ter várias causas. Com a localização da sua pele no corpo — bem na linha de frente — a pele é atacada por germes que podem causar infecções. A pele também sofre da exposição ao sol, que pode causar várias formas de câncer de pele em algumas pessoas. A pele também pode sofrer de doenças genéticas ou ser danificada por produtos químicos ou fogo. Nessa seção vou falar mais sobre os dois problemas de pele mais comuns e também evitáveis: o câncer de pele e as queimaduras.

### Câncer de pele

Eu sei, eu sei. Algumas seções atrás eu disse que você precisa do sol para manter um corpo saudável. E agora venho falar de câncer de pele. Você pergunta, “Qual é?”. Bom, você realmente precisa do sol para manter o corpo saudável, mas é muito fácil exagerar na dose. Apenas alguns minutos de sol por dia são suficientes para a pele produzir uma quantidade adequada de vitamina D para manter os seus ossos saudáveis. No caso da nossa pele e o sol, todo cuidado é pouco.



Como quase tudo ligado ao corpo, a moderação é fundamental para manter uma boa saúde, e um protetor solar também ajuda.



Se você tomar muito sol durante muitos anos, há uma boa probabilidade de você desenvolver câncer de pele. O crescimento desordenado das células é a característica do *câncer*, isso quer dizer que as células de um órgão ou tecidos crescem muito rapidamente. Câncer de pele é chamado de *melanoma* (uma forma maligna que pode se espalhar) ou de *não-melanoma* (restrito à uma região da pele).

✓ **Carcinoma de células basais:** (*carcin* – é o radical que significa câncer; o carcinógeno é uma substância que causa câncer.) Este é o tipo de câncer de pele mais comum e ocorre na camada germinativa (também chamada de *camada basal*), a parte inferior da epiderme onde as células são criadas. A radiação ultravioleta — seja do sol ou artificial — que afeta a camada germinativa pode resultar num tumor. Portanto, o tumor que cresce na camada basal é bem esperto porque o sistema imunológico do corpo é cada vez menos capaz de detectar o tumor enquanto cresce. Essa característica permite o crescimento do tumor sem alertar as defesas do corpo que poderiam combatê-lo. Felizmente, quando o tumor é percebido, ele geralmente pode ser curado com facilidade. Sinais de carcinoma de células basais incluem

- Marcas ou manchas claras
- Recorrentes manchas avermelhadas
- Um crescimento (parecendo uma pinta ou sinal) redondo, liso com uma borda elevada
- Nódulos brilhosos
- Feridas que não cicatrizam

Mesmo depois de retirar um carcinoma de células basais, você não necessariamente se livrou dele para sempre. Este tipo de carcinoma tem a tendência de ressurgir. Felizmente, o carcinoma de células basais é uma forma não-melanoma de câncer de pele, isso quer dizer que apesar de formar um tumor canceroso, ele não se forma nos melanócitos da pele e está restrito a uma área específica, então tem uma probabilidade menor de se espalhar.

✓ **Carcinoma das células escamosas:** o segundo tipo de câncer de pele mais comum é um tipo de melanoma que começa na camada epidérmica da pele (onde estão as células escamosas). O carcinoma de células escamosas se espalha com mais facilidade para um órgão próximo do que o carcinoma de células basais e o carcinoma de células escamosas têm uma porcentagem de morte de 1% dos casos. Isso quer dizer que de cada 100 pessoas diagnosticadas com carcinoma de células escamosas, apenas um deve morrer. Os sintomas deste tipo de câncer são iguais aos sintomas mencionados para o carcinoma de células basais, mas também incluem verrugas sangrentas que desenvolvem uma crosta. Esse tipo de câncer de pele pode ressurgir então pessoas que já foram diagnosticadas com carcinoma de células escamosa precisam evitar o sol (para evitar mais danos) e fazer exames regulares (para monitorar mudanças).

✓ **Melanoma maligno:** os tumores, desta forma mais perigosa de câncer de pele começam nos melanócitos (as células que produzem melanina), então possuem muita pigmentação. Um crescimento exagerado de melanócitos causa pintas normais, circulares e marrons, mas elas não se espalham. Porém, um melanoma maligno é tão escuro que parece quase preto e as bordas não são tão bem definidas com uma pinta. Essas marcas cancerosas parecem uma mancha de óleo no chão da garagem. Pintas normais não coçam ou doem, mas os melanomas muitas vezes sim. Também a pele em volta do melanoma muitas vezes fica vermelha, branca ou cinza.

Com mais pessoas tomando sol, o índice de melanoma aumentou e ocorre mais frequentemente em pessoas de pele clara, com um histórico de sérias queimaduras solares, principalmente quando eram crianças. Comparada com a taxa de morte de 1% nos casos de carcinoma de células escamosas, 20% das pessoas diagnosticadas com melanoma maligno morrem dentro de 5 anos.



Para se proteger melhor dos danos nocivos do sol, lembre-se de:

- ✓ Usar um protetor solar com um fator de proteção mínima de 15.
- ✓ Usar um chapéu de aba larga (para proteger seu rosto e orelhas).
- ✓ Evitar o sol de meio-dia (Entre 10h e 15h) para evitar a maior concentração de raios carcinógenos.
- ✓ Usar óculos de sol que protejam contra ambos os tipos de raios ultravioleta (UV-A e UV-B). Além de danificar o olho e causar problemas como cataratas, os raios UV também podem danificar a pele delicada em volta dos olhos, causando hiperpigmentação (manchas escuras) e rugas.

## Queimaduras

Calor, radiação, eletricidade ou produtos químicos podem causar queimaduras. Se você já levou algum choque de um aparelho elétrico ou esfregou o seu banheiro com algum produto químico até a pele da sua mão ficar vermelha, você já sofreu uma queimadura. A maioria das pessoas se queima tocando algo quente como um ferro de passar roupa ou uma panela no fogão. O grau da queimadura é medida através do número de camadas da pele (profundidade) afetadas pela queimadura e o tamanho da área afetada. Depois de avaliar a gravidade da queimadura, ela é classificada como primeiro grau, segundo grau, terceiro grau ou quarto grau.

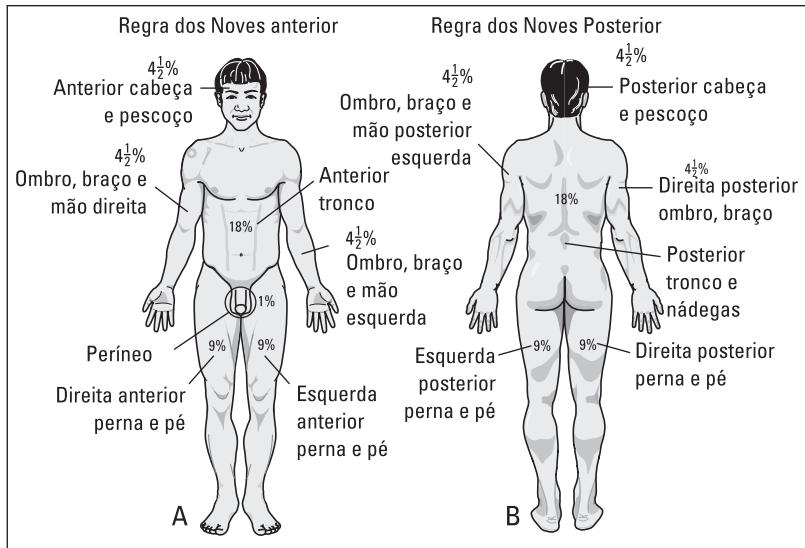


- ✓ **Queimadura de primeiro grau:** Todo mundo sabe o que é uma queimadura de sol — você tem muita sorte se nunca passou por essa experiência — mas você sabia que a queimadura de sol já é uma queimadura de primeiro grau? Uma queimadura de primeiro grau afeta apenas a epiderme. Essa camada exterior da pele fica vermelha e os receptores de dor avisam o seu cérebro sobre o dano, mas não há bolhas ou inchaço. Essas queimaduras não deixam cicatrizes.

- ✓ **Queimadura de segundo grau:** Também chamada de *queimadura de espessura parcial*, a queimadura de segundo grau afeta a epiderme toda e a parte superior da derme. Essas queimaduras causam dor e vermelhidão e há bolhas. Quanto mais bolhas, mais profundo a queimadura. Uma queimadura de segundo grau geralmente leva de 10 a 14 dias para sarar e deixa pouca cicatrização se apenas uma parte pequena da derme for afetada e não houver infecção. Se a queimadura for mais profunda, pode levar entre um e quatro meses para sarar e provavelmente deixará cicatrizes.
- ✓ **Queimadura de terceiro grau:** Também chamada de *queimadura de espessura total*, a queimadura de terceiro grau afeta toda a epiderme e derme e destrói os vasos sanguíneos, glândulas, folículos pilosos e os receptores de dor; então quase não há dor depois da queimadura. A ferida em si tem uma aparência dura e pode variar de cor entre branco, marrom, preto ou simplesmente vermelho. Sem os vasos sanguíneos a recuperação é lenta. A queimadura pode inflamar facilmente porque as células do sistema imunológico que combatem as bactérias não conseguem chegar ao tecido sem os vasos sanguíneos para transportá-las. E sem as glândulas sebáceas, a pele não tem lubrificação natural; então a perda de água é um outro problema. Também sem os folículos pilosos para responder às mudanças na temperatura do corpo e ajudar isolá-lo, o corpo fica mais difícil regular a perda de calor.
- ✓ **Queimadura de quarto grau:** Pouca chance de sobrevivência, exceto se a área afetada for pequena. Essas queimaduras não somente afetam todas as camadas da pele, mas atingem também o tecido muscular e os órgãos — chegando até o osso.

Para determinar qual é o tamanho da superfície do corpo que foi afetado pela queimadura, os médicos usam a *regra dos nove* (veja a Figura 6-2). O corpo inteiro é dividido e medido em múltiplos de nove. Somando tudo — exceto a região genital — equivale a 99%. A região genital equivale a 1% da superfície do corpo. A região da cabeça e pescoço vale 9% (frente = 4,5%, atrás = 4,5%). O lado anterior do tronco equivale a 18% e o lado posterior também. A parte anterior de cada braço equivale a 4,5%, e o posterior de cada braço equivale a 4,5%. Somando os braços, mãos e ombros (anterior e posterior) - equivale a 18%. A parte anterior das pernas e pés equivale a 18%, e a parte posterior das pernas e pés equivale a mais 18%. Então quando o médico diz que uma queimadura afetou 45% do corpo você sabe como eles chegaram a esses números.

**Figura 6-2:**  
A regra dos nove para determinar a porcentagem da área danificada pela queimadura.



LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

O tratamento de queimaduras envolve a prevenção de complicações enquanto o paciente se recupera. Administrar líquidos intravenosos evita a perda de líquidos. Proteger o paciente contra o frio evita a perda de calor. Pode parecer esquisito, mas os pacientes que sofreram queimaduras muitas vezes são colocados embaixo de uma lâmpada quente para mantê-los aquecidos. Para evitar infecções bacterianas é importante minimizar o número de visitantes e cobrir as áreas queimadas com gazes encharcadas de remédios antibactericidas.



Se precisar de reparos adicionais, o tecido danificado é removido e uma nova pele é implantada nas áreas afetadas. Chamado de *enxerto autólogo* (*auto* quer dizer de si mesmo), os *enxertos de pele* podem ser retirados de alguma outra parte do corpo do paciente ou de outra pessoa, mas a rejeição da pele doada pode ser um problema. Pele doada também é chamada de *enxerto heterólogo* (*hétero* quer dizer outro). Porém, mais recentemente também começaram a desenvolver pele em laboratórios. Esse processo é chamado de *cultivo de tecido* porque apenas algumas células epidérmicas são removidas do paciente, e essas células são cultivadas em camadas de tecido epidérmico que podem ser usadas para fazer um *enxerto de pele* no paciente. Esse método é considerado uma forma de *enxerto autólogo*, mas é capaz de criar muito mais tecido do que poderia ser retirado diretamente de uma pessoa com queimaduras graves. Em menos de um mês, é possível cultivar uma quantidade de epiderme suficiente para cobrir o corpo inteiro, retirando apenas um pedaço de tecido de 3 cm<sup>2</sup>. Uma tecnologia incrível para uma anatomia incrível.



# Parte III

# Focando na Fisiologia

A 5<sup>a</sup> Onda

Por Rich Tennant



Bom, vocês estão começando a entender onde ficam todas as partes do corpo, mas é importante lembrar que tem muita coisa rolando nos bastidores. Agora vamos mergulhar na parte mais ensanguentada e estudar as vísceras.

## *Nesta parte...*

**S**e a parte sobre a anatomia neste livro explica como a estrutura, ou a carroceria, do corpo está organizada, esta parte sobre a fisiologia então fala do motor. Os sistemas dos órgãos do seu corpo trabalham juntos para fazer o seu corpo funcionar, como o motor de um carro faz o carro andar.

Nos capítulos de 7 a 13 você pode observar cada sistema do corpo: o nervoso, endócrino, circulatório, respiratório, digestório, urinário e imunológico, respectivamente. (Sei que falta o sistema reprodutivo, mas este está incluído na Parte IV.) Muitas funções do corpo ocorrem em ciclos e você vai ler mais sobre esses ciclos nos próximos capítulos.

Vai ser muito mais fácil entender anatomia e fisiologia se você compreender que os mesmos processos se repetem em vários sistemas do corpo. E entender o que acontece dentro do seu corpo e por que, pode nos dar uma sensação de controle sobre o nosso corpo e as nossas escolhas que podem afetá-lo.

## **Capítulo 7**

# **Testando os Nervos: O Sistema Nervoso**

### ***Neste capítulo***

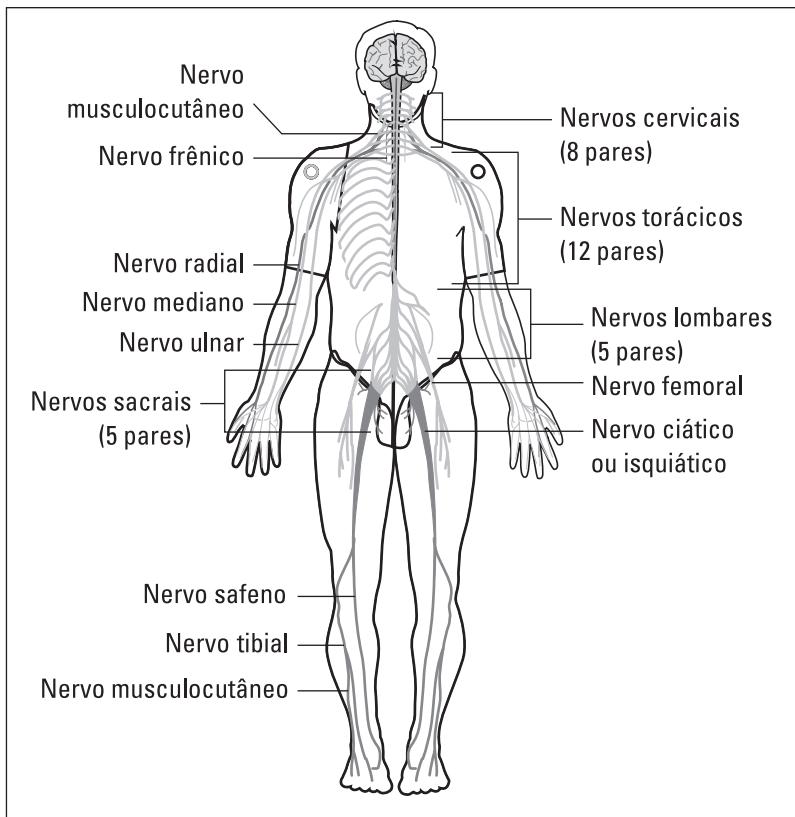
- ▶ Começando pelo cérebro e medula espinhal: o SNC (sistema nervoso central)
- ▶ A rede de nervos dentro de um sistema complexo, mas bem-organizado
- ▶ Enviando impulsos pela célula e através de uma sinapse
- ▶ Recebendo impulsos: os cinco sentidos
- ▶ Degeneração de tecidos e conglomerados de neurofibrilas

**I**magine: sem o seu sistema nervoso você não faria quase nada. Você não poderia fugir de um leão, amarrar seu sapato ou fazer duas coisas ao mesmo tempo. Seu cérebro não poderia receber os impulsos (mensagens químicas) da sua pele para informar que você está com frio ou tocou em algo quente ou cortante. Você também não poderia sentir um toque carinhoso do seu parceiro, da sua mãe ou filho. E mais importante de tudo, você não poderia ler este livro!

Mas, felizmente, você pode ler este livro, então o seu sistema nervoso está funcionando muito bem. Esse capítulo explica como a rede de nervos repassa os impulsos a várias partes do cérebro e controla alguns processos importantes. Também mostra o que pode acontecer quando as coisas dão errado.

## ***Tecendo uma Rede Bem Conectada***

A imagem do nosso sistema nervoso sempre me lembra uma teia de aranha. Veja a Figura 7-1. Como a teia de uma aranha, o sistema nervoso é um conjunto de fios interconectados muito bem-organizado; os nervos são finos, mas muito resistentes.



**Figura 7-1:**  
o sistema  
nervoso.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Navegando no sistema nervoso



O sistema nervoso é dividido em *sistema nervoso central* (SNC), que consiste do cérebro e da medula espinhal, e *sistema nervoso periférico* (SNP), que consiste de todos os nervos que partem do cérebro e da medula espinhal. O *nervo* é um vaso que contém fibras nervosas, conectando-as ao SNC. Há dois tipos de fibras nervosas: *motoras* (ou eferentes), que enviam impulsos do SNC, ou *sensitivas* (ou aferentes), que enviam impulsos ao SNC. Enquanto o SNC consiste do cérebro e da medula espinhal, o sistema nervoso periférico (SNP) consiste de:

- ✓ **Nervos cranianos**, que têm sua origem no cérebro.
- ✓ **Nervos espinhais**, que têm sua origem na medula espinhal.
- ✓ **Fibras sensitivas**, que são encontradas pelo corpo todo e enviam impulsos ao SNC através dos nervos cranianos e espinhais.
- ✓ **Fibras motoras**, que são conectadas aos músculos e glândulas e enviam impulsos do SNC através dos nervos cranianos e espinhais.

Adicionalmente, o SNP pode ser dividido em

- ✓ **O sistema somático**, que consiste de fibras motoras que mandam impulsos do SNC para os músculos esqueléticos voluntários, e as fibras sensitivas que recebem informações dos receptores na pele e iniciam impulsos em reação a esta informação (veja mais detalhes sobre os receptores e efetores na seção seguinte).
- ✓ **O sistema autônomo**, que consiste das fibras motoras que enviam impulsos do SNC às glândulas, ao coração e aos músculos lisos involuntários (como nos órgãos). O sistema autônomo consiste dos seguintes sistemas:
  - **O sistema nervoso simpático**: os nervos têm origem nas regiões torácica e lombar da medula espinhal (veja a Figura 7-2).
  - **O sistema nervoso parassimpático**: os nervos têm origem no cérebro e sacro.

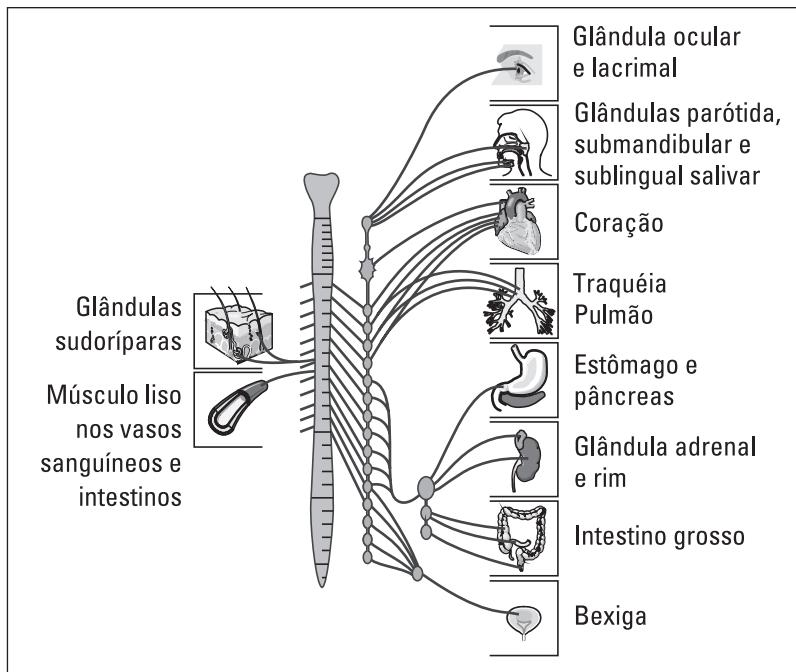
Ambos os sistemas simpático e parassimpático controlam as funções involuntárias dos órgãos internos que ocorrem subconscientemente, como a respiração, o batimento cardíaco e a digestão.

## *Integrando as mensagens recebidas com as enviadas*

Antes de descrever a estrutura de um nervo e explicar como os nervos enviam impulsos (mensagens químicas), gostaria de mostrar as principais funções do sistema nervoso. O sistema nervoso executa apenas três tarefas que se sobrepõem.

### *Informações sensoriais*

Essa função informa o SNC e ajuda no ajuste dos órgãos conforme a situação interna e externa do corpo. Então se você sentir medo de alguma coisa, a informação sensorial inicia uma reação de *t*. Essa informação sensorial transmitida pelos receptores do corpo, como os da pele (veja o capítulo 6), estimula um impulso que vai até a medula espinhal e, em seguida, diretamente ao cérebro.



**Figura 7-2:**  
o sistema  
nervoso  
simpático.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Suponha que você esteja andando numa viela escura de madrugada. (Não sei por que você faria isso, mas vamos supor.) De repente, um assaltante aparece na sua frente. Você imediatamente percebe o perigo porque os seus olhos receberem uma mensagem visual da condição externa. O seu cérebro grita “Ai, meu Deus!” e manda um impulso às glândulas adrenais – através da divisão simpática da parte autônoma do SNP – para imediatamente liberar adrenalina (veja o capítulo 8). A adrenalina altera a sua condição interna, acelerando a frequência cardíaca, aumentando a circulação sanguínea aos músculos em preparação para a luta ou fuga.

### Integração

O SNC interpreta as mensagens que recebe do corpo inteiro. Os *interneurônios*\* (um neurônio — uma célula nervosa entre uma fibra sensitiva e motor) integram as mensagens recebidas dos nervos sensitivos no SNC, o SNC rapidamente avalia a situação e manda impulsos aos nervos que podem estimular uma ação.

### Efeito motor

O sistema nervoso também estimula o movimento dos músculos e a secreção de substâncias nas glândulas. Esses nervos que estimulam alguma ação – os nervos que causam algum efeito – são chamados de *efetores*. As fibras motoras são efetores porque elas respondem à informação recebida pelas fibras sensoriais.

\* N.T. Também chamados de neurônios de associação.

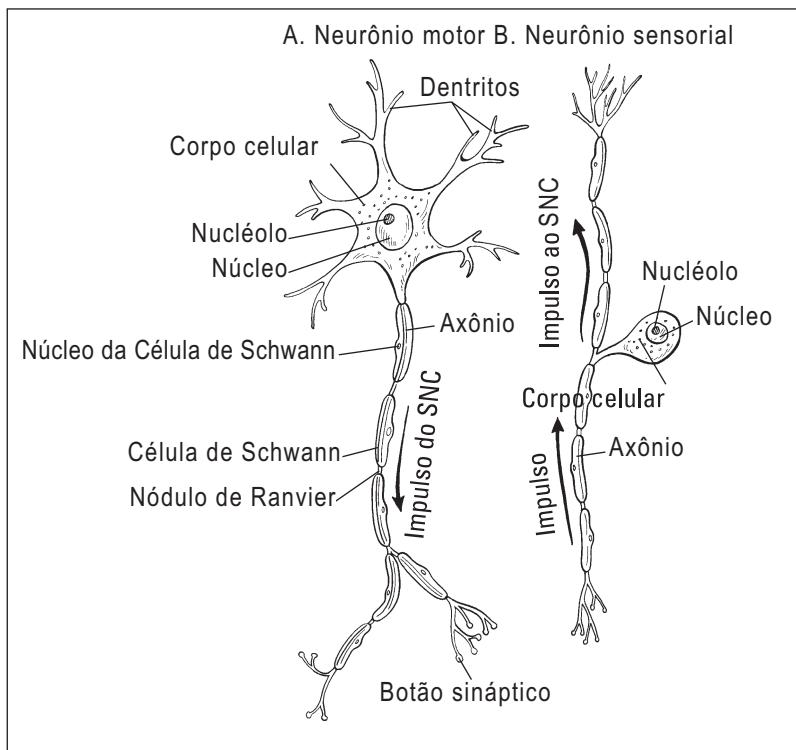
## A estrutura de uma célula nervosa



Um nervo começa com o neurônio, uma célula nervosa que transmite os impulsos nervosos pelo sistema nervoso. As *células neurogliais* (também chamadas de *neuróglias*), um outro tipo de célula no sistema nervoso, também ajudam os neurônios.

### Os neurônios

A Figura 7-3 mostra a estrutura de um neurônio motor e um neurônio sensorial.



**Figura 7-3:**  
Neurônio  
motor (A)  
e um neurônio  
sensorial  
(B),  
estrutura  
e a via dos  
impulsos.

LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Os neurônios consistem de três partes; porém, a aparência do neurônio varia de acordo com a função específica do nervo no qual ele se encontra (motor ou sensorial). As três partes de um neurônio – qualquer neurônio – são:

- ✓ **O corpo celular**, que contém o núcleo e outras organelas essenciais para o funcionamento da célula (veja o capítulo 3).
- ✓ **Os dendritos**, que recebem informações de outros neurônios e enviam impulsos ao corpo celular.
- ✓ **Os axônios**, localizados no lado oposto dos dendritos e que enviam impulsos para fora do corpo celular.

### ***As células neurogliais***

As células neurogliais abastecem os neurônios de nutrientes e ajudam a proteger os fios delicados do nervo. Há três tipos de células que apóiam os neurônios:

- ✓ **Os astrócitos** formam conexões entre os capilares e os neurônios; assim os neurônios podem receber nutrientes e se livrar de restos residuais.
- ✓ **As Células Microgliócitas** inundam as feridas para cobrir os micróbios e remover sujeiras.
- ✓ **As células de Schwann** envolvem o axônio como uma panqueca em volta de um recheio. Essas células produzem a bainha de mielina que isola e protege os nervos. Afinal, não queremos deixar os nervos em frangalhos, certo?

## ***Transmitindo Impulsos***

Os impulsos nervosos causam um efeito dominó. Cada neurônio recebe um impulso e precisa repassá-lo ao próximo neurônio e garantir a transmissão do impulso correto. Nesta cadeia de eventos químicos, os dendritos recebem um impulso que é transferido através do axônio e transmitido ao próximo neurônio. O impulso inteiro passa pelo neurônio em aproximadamente 7 milissegundos – mais rápido do que um relâmpago. Veja, em seis passos simples, o que acontece:



**1. Polarização da membrana do neurônio: íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) do lado de fora e íons de potássio ( $\text{K}^+$ ) do lado de dentro.**

As membranas celulares envolvem os neurônios como qualquer outra célula do corpo que tem uma membrana. Quando o neurônio não é estimulado ou excitado — quando não há impulso para carregar ou transmitir — sua membrana está polarizada. Não paralisada; polarizada. Polarizada significa que a carga elétrica externa é positiva, enquanto a carga elétrica interna é negativa. O exterior da célula contém um excesso de íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ); o interior da célula contém um excesso de íons de potássio ( $\text{K}^+$ ). (Íons são os átomos de um elemento com uma carga positiva ou negativa. Veja o capítulo 5 para ler mais sobre íons.)

Já sei o que você está pensando: como é possível ter uma carga negativa dentro da célula, se ela contém íons positivos? Boa pergunta. A resposta é que além do  $\text{K}^+$ , as células também contêm moléculas protéticas e moléculas de ácido nucléico com cargas negativas; o interior da membrana tem uma carga negativa maior que o exterior da membrana.

Uma pergunta ainda melhor seria: se as membranas celulares permitem que os íons as atravesssem, como o  $\text{Na}^+$  permanece do lado de fora e o  $\text{K}^+$  do lado de dentro? Se você pensou nisso, merece palmas! A resposta é que na verdade o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{K}^+$  vão e voltam através da membrana. Porém, a Mãe Natureza pensou em tudo. Há *bombas de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$*  na membrana que bombeiam o  $\text{Na}^+$  de volta para fora e o  $\text{K}^+$  de volta para dentro. A carga do íon inibe a permeabilidade da membrana (isso quer dizer, dificulta a passagem de outras coisas pela membrana).

**2. O potencial de repouso deixa o neurônio descansar por um instante.**

Quando o neurônio está inativo e polarizado, ele está no seu potencial de repouso. Ele permanece desta forma até aparecer um estímulo.

**3. Potencial de ação: os íons de sódio se movimentam dentro da membrana.**

Quando um estímulo chega ao neurônio em repouso, as portas de passagem na membrana do neurônio de repente se abrem e deixam o  $\text{Na}^+$  que estava no exterior da membrana entrar na célula. Quando isso acontece, o neurônio deixa de ser polarizado e se torna *despolarizado*.

Lembre que quando o neurônio era polarizado, o exterior da membrana era positivo, e o interior da membrana era negativo. Bom, depois do fluxo de íons positivos que entrou na membrana, o interior se torna positivo também; a polaridade desaparece e um valor limite é alcançado.

Cada neurônio tem um valor limite — abaixo deste valor nada acontece e acima deste valor ocorre a inversão de carga. Quando o estímulo ultrapassa o valor limite, mais portas de passagem se abrem e deixam entrar mais  $\text{Na}^+$  na célula. Isso

resulta na despolarização completa do neurônio e cria um *potencial de ação*. Nesse estado, o neurônio continua abrindo todas as portas de passagem de  $\text{Na}^+$  ao longo da membrana. Quando isso ocorre, é “*tudo ou nada*”. Isso quer dizer que se o estímulo não ultrapassar o valor limite e causar a abertura de todas as portas de passagem, não há potencial de ação. Porém, se ultrapassar o valor limite, não tem volta: ocorre a despolarização completa e o estímulo é transmitido.

Quando um impulso passa pelo axônio revestido de bainha mielínica, é obrigado a passar pelos intervalos sem bainha mielínica, chamados de *nódulos* ou *anéis* de *Ranvier*, que existem entre cada célula de Schwann.

**4. Repolarização: os íons de potássio passam para fora, e os íons de sódio permanecem dentro da membrana.**

Depois que o interior da célula encher de  $\text{Na}^+$ , as portas de passagem no interior da membrana abrem para deixar o  $\text{K}^+$  sair da membrana. Com o  $\text{K}^+$  passando para fora, a repolarização reestabelece o equilíbrio elétrico, apesar de agora ser o oposto da membrana inicial, que tinha  $\text{Na}^+$  no exterior e  $\text{K}^+$  no interior. Assim que as portas do  $\text{K}^+$  abrem-se, as portas do  $\text{Na}^+$  se fecham; se não, a membrana não poderia repolarizar.

**5. Hiperpolarização: há mais íons de potássio do lado de fora do que íons de sódio do lado de dentro.**

Quando as portas de passagem do  $\text{K}^+$  finalmente se fecham, o neurônio tem um pouco mais de  $\text{K}^+$  do lado de fora, do que  $\text{Na}^+$  do lado de dentro. Isso deixa o potencial da membrana um pouco abaixo do potencial de repouso, e falamos que a membrana é hiperpolarizada porque tem um potencial maior. (Como o potencial da membrana é menor, há mais espaço para “crescer”.) Porém, esta fase não dura muito (bom, nenhuma dessas fases demora muito!). Depois que o impulso passou pelo neurônio, o potencial de ação acaba, e a membrana celular retorna à sua posição normal (quer dizer, ao potencial de repouso).

**6. No período refratário volta tudo como era antes: o  $\text{K}^+$  (potássio) volta para dentro, e o sódio ( $\text{Na}^+$ ) volta para fora.**

O período refratário é quando o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{K}^+$  retornam aos lados originais:  $\text{Na}^+$  do lado de fora e  $\text{K}^+$  do lado de dentro. Enquanto o neurônio está reorganizando tudo, ele não responde a nenhum estímulo. É como deixar a secretária eletrônica atender ao telefone quando você acaba de chegar em casa, carregado de compras. Depois que as bombas  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  devolvem os íons para o lado correto da membrana celular do neurônio, o neurônio volta ao seu estado normal polarizado e permanece neste potencial de repouso até a chegada do próximo impulso.

A Figura 7-4 mostra a transmissão de um impulso.

Como os intervalos entre as células de Schwann num axônio isolado, um intervalo chamado de *sinapse* ou *fenda sináptica* separa

o axônio de um neurônio e os dendritos do próximo neurônio (veja a Figura 7-3). Os neurônios jamais se tocam. Um sinal precisa atravessar a sinapse para continuar o seu caminho pelo sistema nervoso. A condução elétrica transmite um impulso pelas sinapses no cérebro, mas em outras partes do corpo, os impulsos são transmitidos através das sinapses pelas seguintes modificações químicas:



#### 1. As portas de cálcio se abrem.

Na extremidade do axônio de onde vem o impulso, a membrana é despolarizada, as portas de passagem abrem-se e os íons de cálcio( $\text{Ca}^{+2}$ ) podem entrar na célula.

#### 2. Liberando o neurotransmissor.

Quando os íons de cálcio entram na célula, um produto químico chamado de *neurotransmissor* é liberado na sinapse.

#### 3. Esse neurotransmissor se conecta com os receptores do neurônio.

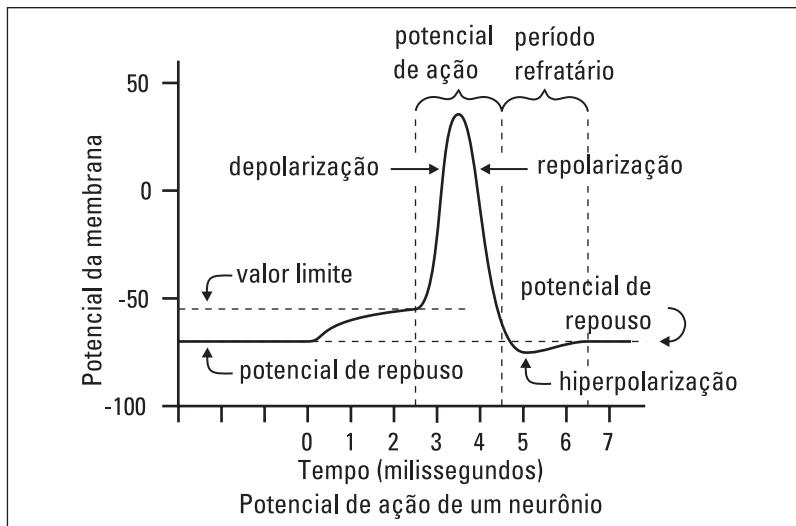
Essa substância química que serve como neurotransmissor se movimenta pela sinapse e se conecta às proteínas da membrana neuronal que vai receber o impulso. As proteínas servem como receptores, e as diferentes proteínas servem como receptores de diferentes neurotransmissores — isso quer dizer que os neurotransmissores têm receptores específicos.

#### 4. Ocorre a excitação ou inibição da membrana.

Dependendo do elemento químico que serviu como transmissor e o resultado obtido, ocorre excitação ou inibição. Por exemplo, se o neurotransmissor causa o fluxo de  $\text{Na}^+$ , a membrana neuronal será despolarizada, e o impulso será transmitido através deste neurônio. Se for gerado o fluxo de  $\text{K}^+$ , a membrana neuronal será hiperpolarizada, o que resulta em inibição. O impulso para completamente se não houver como criar um potencial de ação.

Se você ficou curioso em saber o que acontece com o neurotransmissor depois que ele se conecta ao receptor, você já está ficando bem craque nesse assunto de anatomia e fisiologia. É o seguinte: depois que o neurotransmissor produziu seu efeito, seja excitação ou inibição, ele é liberado pelo receptor e volta para a sinapse. Na sinapse, a célula “recicla” esse neurotransmissor depredado. Os elementos químicos voltam para a membrana e no próximo impulso, quando as vesículas sinápticas se conectam à membrana, um neurotransmissor completo é liberado novamente.

**Figura 7-4:**  
Transmissão  
de um  
impulso  
nervoso:  
potencial de  
repouso e  
potencial de  
ação.



## Pensando Sobre o Seu Cérebro

Imagino que você saiba onde está o seu cérebro, mas você sabia que ele faz parte do encéfalo? Olhando para o cérebro (veja a Figura 7-5), parece tudo cinza e mole, mas a dura verdade é que as diferentes áreas do cérebro desempenham diferentes tarefas.



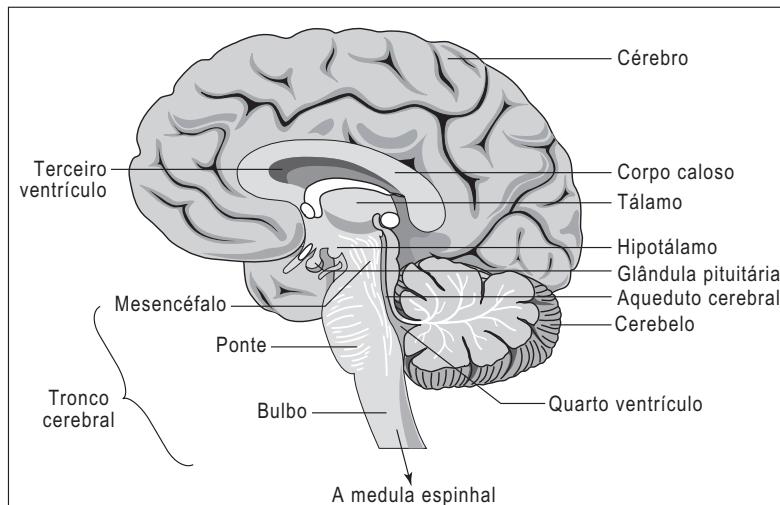
Os principais componentes do encéfalo são o *cérebro*, o *cerebelo*, o *tronco cerebral* e o *diencéfalo*. As quatro cavidades interligadas do encéfalo são chamadas de *ventrículos*. Nessa seção, você vai aprender mais sobre as partes do encéfalo e seus ventrículos.

## Mantendo o consciente: Seu cérebro

Se você está consciente, você está usando o seu cérebro. O cérebro, a maior parte do encéfalo, ele controla a consciência.



O cérebro é dividido em duas metades laterais, direita e esquerda, ou o *hemisfério cerebral direito* e *esquerdo*, e cada metade tem quatro lobos: *frontal*, *parietal*, *temporal* e *occipital*. Os nomes são derivados dos ossos craniais (veja o capítulo 4) que cobrem esses lobos. A Tabela 7-1 mostra a função de cada lobo.



**Figura 7-5:**  
Vista sagital  
do encéfalo

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

**Tabela 7-1 Funções dos lobos dentro dos hemisférios cerebrais**

Lobo	Lobo parietal	Lobo temporal	Lobo occipital
Produção da fala	Interpretação geral	Interpretação de sensações	Memória visual
Concentração	Entender a fala	Reconhecimento visual de objetos	Visão
Resolução de problemas	Habilidade de usar palavras	Memória através de sons	Combinar imagens recebidas visualmente
Planejamento	Sensações percebidas pela pele: calor/frio, pressão, tato, dor	Audição	
Controle muscular voluntário	Outras sensações	Aprendizado	

O *côrtex*, o nível externo do encéfalo, cobre o cérebro e tem uma aparência cinza porque contém corpos celulares. Várias marcas são visíveis na superfície do córtex, como as circunvoluçãoes cerebrais, também chamadas de *giros*, *sulcos*, (que separam os giros), e *fissuras*, (fendas mais profundas).

Olhando a parte superior do encéfalo, você pode notar uma fenda bem acentuada que passa pelo centro do cérebro. Essa fenda é chamada de *fissura longitudinal* ou fenda inter-hemisférica e divide o cérebro num hemisfério esquerdo e direito. O *corpo caloso*, localizado dentro do encéfalo na parte inferior da fissura longitudinal,

contém fibras mielinizadas que conectam o hemisfério esquerdo e direito. Às vezes, em casos graves de epilepsia o corpo caloso é removido, para que as falhas elétricas que causem as convulsões se limitem a um lado do encéfalo, permitindo um funcionamento normal do outro lado.

## ***Embelecendo a vida: seu cerebelo***

O cerebelo é localizado diretamente embaixo do cérebro. Como o cérebro, uma fissura divide o cerebelo em duas partes e a parte externa é cinzenta e a parte interna é branca. (Veja o quadro abaixo)



### **Substanciando a substância cinza e branca**

A periferia do cérebro tem uma aparência cinzenta por causa das células localizadas perto da superfície do cérebro para ficar próximo das células sanguíneas. Esses tecidos do cérebro e da medula espinhal são chamados de *substância cinza* do sistema

nervoso. Porém, uma camada protetora que deixa os nervos com uma aparência branca isola os axônios, que enviam impulsos. Então estes são chamados de *substâncias brancas* do sistema nervoso.



O cerebelo coordena os seus movimentos musculares. Se você não sabe dançar pode culpar o seu cerebelo. Com as informações dos impulsos recebidos no cérebro, o cerebelo torna os seus movimentos musculares mais graciosos e suaves. Não estou dizendo que o cerebelo faz você dançar que nem Fred Astaire, mas pelo menos evita os movimentos robóticos.

O cerebelo também é responsável pelo tono muscular normal. Você nunca pode relaxar todos os seus músculos ao mesmo tempo, se não, você seria apenas um saco de ossos e tecido. Você está sempre – mesmo quando está dormindo, com alguns músculos contraídos para manter sua postura e tono muscular. Os impulsos que acionam a contração muscular são controlados pelo cerebelo.

## ***Firme e forte: o tronco cerebral***

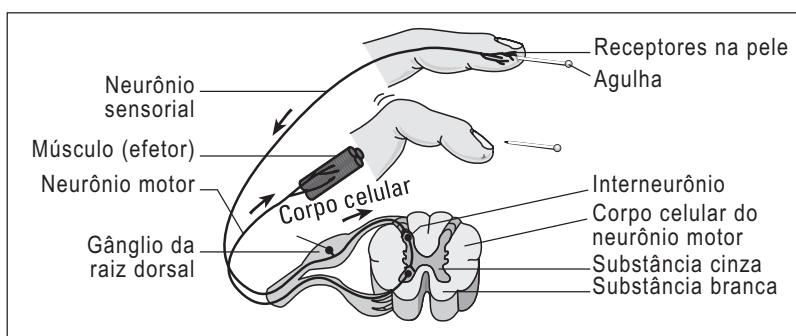


Imagine o seu cérebro como a copa de uma árvore – mesmo que seja uma árvore cinzenta, pegajosa – e você já pode visualizar onde fica o seu tronco cerebral. O tronco cerebral consiste do *mesencéfalo, a ponte e o bulbo*. O bulbo se torna a medula espinhal depois de passar pelo buraco chamado de *forame magno* (veja o capítulo 4), na base do crânio.

Dentro do seu encéfalo, diretamente em frente (anterior) ao cerebelo, estão o mesencéfalo e a ponte. O mesencéfalo serve como uma “estação” para as informações que passam entre a medula espinhal e o cérebro ou entre o cérebro e o cerebelo. Os impulsos passam pelo mesencéfalo, que possui centros para reflexos baseados em visão, audição e tato. Se você vê, escuta ou sente algo que lhe deixa com medo, assusta ou machuca, a informação é enviada ao mesencéfalo, que responde imediatamente enviando impulsos para iniciar o grito, pulo ou exclamação apropriada. Os *arcos reflexos*, às vezes, criam reações naturais imediatas.

Arcos reflexos (veja a Figura 7-6) acontecem automaticamente quando você toca em algo muito quente ou afiado. Neurônios sensoriais detectam dor, temperatura, pressão, e outras sensações parecidas. Se os neurônios sensoriais detectam algo que poderia machucar o seu corpo, como calor que pode queimar ou um objeto afiado que poderia perfurar a pele, um impulso passa do receptor na pele através do neurônio sensorial até a medula espinhal e em seguida para os neurônios motores que causam a contração do músculo para remover a parte do corpo que está correndo risco de ser queimado ou perfurado.

**Figura 7-6:**  
Arco reflexo.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Esses reflexos acontecem tão rapidamente que você nem tem tempo para pensar em como reagir. Mas a outra razão pela qual você não tem tempo de pensar é porque o impulso não chega ao cérebro a tempo de gerar uma reação. Quando o impulso chega ao cérebro, a medula espinhal já resolveu o problema! Nos processos normais do SNC, os impulsos vão até o cérebro para ser interpretados e gerar a reação adequada. Porém, os arcos reflexos economizam tempo e evitam possíveis danos em usar a medula espinhal em vez do cérebro para produzir uma reação.

Se o mesencéfalo funciona como uma estação para os impulsos, a ponte é responsável pela conexão entre o cerebelo e o cérebro e o hemisfério esquerdo e direito do cérebro. A ponte contém feixes de axônios. Esses axônios são capazes de responder rapidamente a informação recebida através dos olhos e ouvidos.

O bulbo, que depois vira a medula espinhal, é responsável por várias funções importantes, como o batimento cardíaco, a respiração e a

regulagem da pressão arterial. O bulbo — gostou do nome? — também contém axônios que enviam sinais para tossir, vomitar, espirrar e engolir, baseado na informação que ele recebe do sistema respiratório ou digestório. E quando você fica com aquele soluço chato, pode culpar seu bulbo.

## Verificando os ventrículos



Cada lado do seu encéfalo tem um *ventrículo lateral*. Os outros dois ventrículos são, pelo incrível que pareça, o terceiro e quarto ventrículo. O *terceiro ventrículo* fica em cima da parte central do encéfalo; o *quarto ventrículo* fica em cima do tronco cerebral. O *aqueduto cerebral* (também chamado de aqueduto de Sylvius) faz a ligação entre o terceiro e quarto ventrículo. O aqueduto cerebral depois se transforma no canal central da medula espinhal.



Quando você pensa num aqueduto, talvez lembre-se da antiga Roma. Os aquedutos romanos faziam parte do sistema para distribuir água. Bom, no seu SNC, os ventrículos e aquedutos servem como um sistema para circular o *fluído cerebroespinhal* (FCE).

Um líquido transparente produzido no encéfalo, o FCE é contido nos quatro ventrículos do encéfalo, no espaço subaracnóideo e no canal central da medula espinhal. O FCE é utilizado para remover restos residuais das células do SNC e entregá-los aos capilares para que a circulação sanguínea possa eliminar esses restos. O FCE também protege o SNC. Junto com o seu crânio e as vértebras, o FCE acrescenta uma camada protetora em volta do seu encéfalo e a medula espinhal.

Talvez a função mais importante do FCE seja equilibrar os íons e estabilizar os potenciais das membranas. O FCE circula dos ventrículos laterais do encéfalo para o terceiro ventrículo, pelo aqueduto cerebral para o quarto ventrículo, e depois desce pelo canal central da medula espinhal. Do quarto ventrículo, o FCE também entra no espaço subaracnóideo, embaixo da membrana aracnóidea, que cobre a medula espinhal e o cérebro. Através do espaço subaracnóideo no cérebro, o FCE pode penetrar em espaços minúsculos para alcançar a circulação sangüínea.



Através de uma *punção espinhal*, o FCE pode ser retirado do espaço subaracnóideo com uma agulha para ser analisado. O FCE pode ser testado para encontrar a presença de bactérias que causam meningite, ou a presença de proteínas que indicam outras doenças, como Alzheimer.



## Os sistemas regulatórios: o diencéfalo

Bem no meio do encéfalo estão o *hipotálamo* e o *tálamo*, embutidos no terceiro ventrículo, que formam o diencéfalo. O hipotálamo regula o sono, fome, sede, a temperatura corporal, a pressão arterial e os

níveis de fluidos, e mantém a homeostase, que monitora os sistemas do corpo. Imagine o hipotálamo como aquele painel no seu carro que avisa quando há pouca água no radiador, o motor superaquece ou falta óleo. O hipotálamo também controla quando a glândula hipófise avisa ao sistema endócrino para secretar hormônios (veja o capítulo 8).



## O sistema mais interessante de todos

Se você já se apaixonou, curtiu sexo, guardou lembranças maravilhosas ou sentiu raiva (parece quase o ciclo completo de um relacionamento?), você usou o seu sistema límbico. O sistema límbico não é uma estrutura anatômica, mas um conjunto de áreas no encéfalo — certas partes do cérebro e do diencéfalo — que estão envolvidas em

algumas questões emocionais. Essas áreas controlam o seu desejo sexual (libido), a memória, o prazer ou a dor, e sensações como felicidade ou tristeza, medo, carinho e raiva. Essas reações e emoções talvez não sejam essenciais para a sua sobrevivência, mas tornam a nossa vida certamente mais interessante.

O tálamo é a porta de entrada para o cérebro. Quando um impulso sai de qualquer lugar do corpo (exceto do nariz; as sensações do olfato são enviadas diretamente ao cérebro pelo nervo olfatório), ele passa pelo tálamo. Em seguida, o tálamo repassa o impulso para o local apropriado no córtex cerebral (veja a Tabela 7-1), que interpreta a mensagem. Imagine o tálamo como um servidor de e-mail, encaminhando a sua mensagem através dos canais apropriados.

## O Bom Senso dos Sentidos

O encéfalo controla os cinco sentidos — tato, audição, visão, olfato e paladar. A pele — um dos órgãos sensoriais — contém receptores que atuam como sensores que transmitem informações sobre o tato através do sistema nervoso ao cérebro, que processa as informações e reage de acordo. Cada órgão sensorial — os ouvidos, os olhos, a língua e o nariz — contém sensores especializados. (Tabela 7-2). Como o capítulo 6 fala especificamente da pele, essa seção explica como funcionam os outros quatro sentidos.

**Tabela 7-2 Os receptores encontrados nos órgãos sensoriais**

Órgão sensorial	Função	Receptor
Ouvidos	Mecanorreceptores	Cílios nos ouvidos detectam o movimento do tímpano e dos ossículos que deixam você ouvir.
Olhos	Fotorreceptores	A retina do olho detecta luz que permite a visão

**Tabela 7-2****Os receptores encontrados nos órgãos sensoriais**

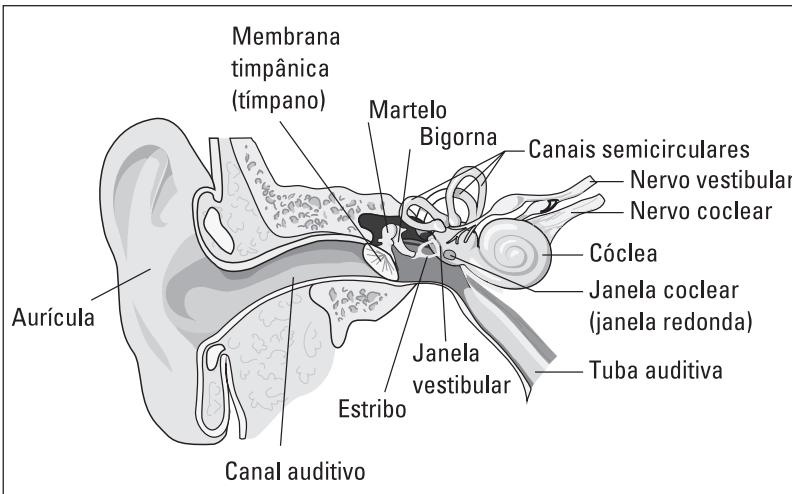
<b>Órgão sensorial</b>	<b>Função</b>	<b>Receptor</b>
Língua	Quimiorreceptores	Papilas gustativas detectam várias moléculas químicas presentes na comida.
Nariz	Quimiorreceptores	Cílios na cavidade nasal detectam moléculas químicas presentes no ar.
Pele (tato, pressão, dor, temperatura)	Mecanorreceptores (tato e pressão), termorreceptores (calor ou frio), e nociceptores (dor)	Terminações nervosas especializadas detectam várias sensações (veja o capítulo 6 para ler mais sobre a pele)

## Audição

O desenho estrutural dos seus ouvidos (veja a Figura 7-7) permite que você ouça sons. A orelha externa atua como um funil que canaliza as ondas sonoras até o tímpano. Quando as ondas sonoras causam a vibração do tímpano, os ossos do ouvido, os *ossículos*, recebem e amplificam a vibração e transmitem a vibração à orelha média. As vibrações criam pequenas ondulações no líquido da orelha interna que causam a movimentação das *células ciliadas*. Como estes cílios celulares se movem, eles são chamados de *mecanorreceptores*.

O movimento dos cílios celulares também causa o movimento de uma membrana fina, chamada de *membrana tectória*. A membrana cria os impulsos que são enviados pelas fibras nervosas da orelha interna para o *canal coclear* do *nervo vestibulococlear* (um dos nervos cranianos), que está diretamente conectado ao tronco cerebral. O tronco cerebral passa a informação — tecnicamente chamado de *estímulos auditivos* — até a área do cérebro que interpreta o impulso como um som específico. Esse processo todo acontece quase instantaneamente; há um intervalo muito pequeno entre o começo da onda sonora e a interpretação do estímulo como um som pelo cérebro.

Os seus ouvidos também enviam informações ao seu cérebro sobre a posição do seu corpo; isso quer dizer, se você está na horizontal, vertical, girando ou parado, andando para frente ou para trás. Portanto, os seus ouvidos são o principal órgão de *equilíbrio*. O processo de transmissão ao cérebro sobre a posição do seu corpo é praticamente o mesmo usado para a audição. Quando você se movimenta, o líquido dentro da orelha interna se movimenta e causa o movimento das células ciliadas. Esse movimento inicia o impulso enviado a partir das fibras nervosas na orelha interna. Em seguida o seu cérebro interpreta a informação sobre o seu posicionamento espacial e inicia os movimentos para ajudar você a manter o equilíbrio.



**Figura 7-7:**  
Anatomia do  
ouvido.

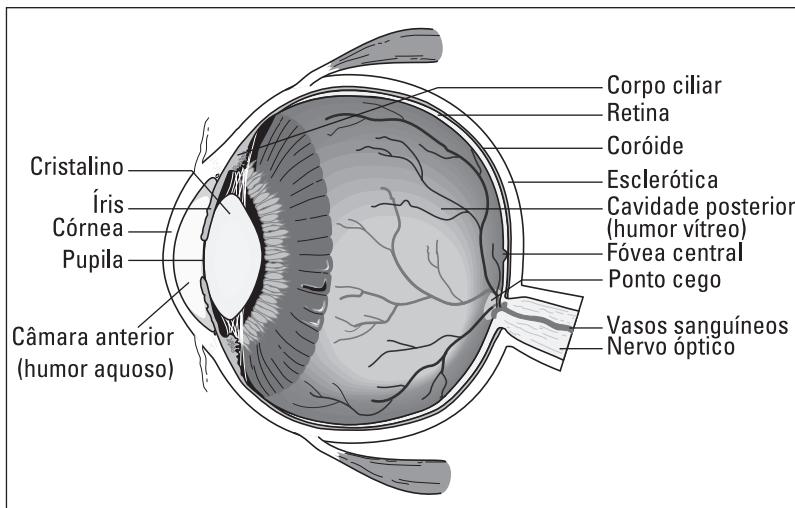
LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Visão

A visão é provavelmente o mais complexo de todos os sentidos. A *pupila* do seu olho (veja a Figura 7-8), o ponto no centro do olho que costuma ser preto, regula a entrada da quantidade certa de luz. A *íris*, a membrana colorida do olho, contém o músculo que controla a dilatação da pupila. A íris contrai para dilatar a pupila e deixa entrar mais luz, por exemplo, quando você está num quarto escuro ou de noite, na rua. Há outro músculo na íris que contrai para diminuir a pupila e reduzir a entrada de luz, por exemplo, quando você está no sol ou num lugar bem iluminado. A *córnea* cobre a íris e a pupila. (Se você observar o olho de lado, dá para notar uma área transparente.) O *cristalino* — que tem a função de lente — fica atrás da pupila. É a área escura que você vê quando olha para dentro da pupila de alguém.

Uma substância transparente e gelatinosa preenche o *espaço vítreo*, atrás da lente. E não é brincadeira: essa substância gelatinosa é chamada de *humor vítreo*. Esse humor vítreo transparente dá ao olho seu formato arredondado, e também permite a entrada de luz até o fundo do globo ocular. A *retina* está localizada na parte posterior do globo ocular, e a retina contém dois tipos de fotorreceptores — *bastonetes*, que servem para a visão noturna e são sensíveis a movimentos, e *cones*, que detectam cores e detalhes mínimos. Os três tipos de cones detectam cores; um de cada para detectar vermelho, azul e verde. A ausência ou danificação de um cone (de qualquer um dos três) resulta em cegueira para cores.

**Figura 7-8:**  
As  
estruturas  
internas do  
olho.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Os impulsos nervosos são gerados quando a luz atinge os bastonetes e cones e são enviados às células que formam o nervo óptico. O nervo óptico conecta o globo ocular ao cérebro e envia os impulsos ao cérebro onde são interpretados no lobo occipital.

## Olfato

Cheiramos com o nosso nariz, mas quem realmente executa a tarefa são as *células olfativas*. O nariz é o órgão sensorial do *olfato* (cheiro), mas apenas as células olfativas que revestem a parte superior da sua cavidade nasal são capazes de detectar cheiros no ar que você respira — o cheiro de uma fralda suja ou de feijão cozinhando, ou de uma torta no forno, ou qualquer outra substância com odor. Quando você inspira o ar pelas narinas, os gases com odor vão direto às células olfativas onde as substâncias químicas se conectam com os cílios que revestem a sua cavidade nasal. Essa ação inicia um impulso nervoso que é enviado através da célula olfativa à *fibra nervosa olfativa*, ao *bulbo olfativo*, direto ao cérebro. (O bulbo olfativo é uma área na parte superior do trato olfativo onde as fibras nervosas olfativas entram no cérebro.) Em seguida, o cérebro “reconhece” a origem dos odores químicos e diz o que você está cheirando.



## Não esqueça de comer cenouras: Sua mãe tinha razão

Comer cenouras realmente melhora a sua capacidade de ver no escuro. Quando os bastonetes na retina detectam movimento e pouca luz, eles liberam um elemento químico chamado *rodopsina* que se divide numa proteína (*opsina*) e o pigmento retinal. A opsina e o retinal geram os impulsos nervosos que são enviados ao cérebro. Até os seus olhos se adaptarem à mudança, é difícil ver no escuro. Depois de produzir mais rodopsina

para enviar os impulsos ao cérebro, você começa a ver melhor. Então, quanto mais rodopsina você tiver, mais rápido você consegue se adaptar ao escuro.

O que isso tem a ver com as cenouras? Retinal, um dos produtos derivados da rodopsina que gera os impulsos nervosos, é derivado da vitamina A, e as cenouras contêm muita vitamina A.

## Paladar

A língua é o órgão sensorial do paladar, mas olfato e paladar geralmente atuam juntos. Se você não consegue sentir o cheiro (por exemplo, quando você está resfriado), e não enxerga, o seu cérebro não tem informação para interpretar. O sentido do paladar funciona de uma forma parecida com o sentido olfativo. As *papilas gustativas* da língua — que estão localizadas nos sulcos da língua — contêm quimiorreceptores que detectam doce, azedo, amargo e salgado. Quando você coloca alguma comida ou bebida na boca, as papilas gustativas identificam o que é. Quando os elementos na comida se conectam com os *microvilos* (pequenas fibras com projeções digitiformes) encontrados nas papilas gustativas, é gerado um impulso nervoso que é transmitido pela fibra nervosa sensorial localizada na extremidade dos microvilos. Em seguida, esse impulso é transmitido até o cérebro. O cérebro interpreta o impulso como algum tipo de comida e manda liberar as enzimas digestivas necessárias para decompor este alimento. Então o sentido do paladar está vinculado ao sistema endócrino e digestório e tem uma função além de deixar você curtir uma boa comida.

## A Fisiopatologia do Sistema Nervoso

Muita coisa pode dar errado no seu sistema nervoso. Um tumor cerebral ou uma medula espinhal fraturada certamente causam problemas graves, mas outras doenças ou distúrbios mais sutis, que se desenvolvem devagar e quase despercebidos, também afetam o sistema nervoso.

Essa seção explica mais detalhadamente algumas dessas doenças.

## Esclerose múltipla

A esclerose múltipla (EM) afeta a bainha de mielina que cobre o axônio de um nervo. A bainha de mielina desenvolve uma lesão que fica inflamada e irritada. Depois de curar, permanece um tecido cicatricial endurecido – A esclerose. Com o avanço da doença, ela vai afetando cada vez mais nervos, aumentando a quantidade de escleroses e criando múltiplos locais danificados.

Esse tecido cicatricial endurecido atrapalha a capacidade do nervo em conduzir um impulso pelo axônio. Sem transmitir um impulso, não ocorre o movimento ou reação. Com o avanço da doença, os movimentos se tornam cada vez mais difíceis e acabam ficando impossíveis.

A maioria das pessoas diagnosticada com EM percebe os primeiros sintomas quando ainda são jovens adultos. Leva anos ou até décadas para avançar até a fase mais grave. Felizmente, hoje em dia existem vários remédios para tratar a esclerose múltipla.

## Degeneração macular

A degeneração macular é um distúrbio da visão que hoje em dia é a principal causa de cegueira. Já que a doença afeta principalmente as pessoas mais idosas, esta doença está se tornando cada vez mais comum. Com o aumento da porcentagem da população na fase idosa, há também um aumento do índice da degeneração macular. O que acontece com as pessoas afetadas por essa doença é que a *mácula lútea* — uma pequena área da retina com uma grande concentração de cones (fotorreceptores que detectam cor e detalhes) — enfraquece e começa a deteriorar. Um dos primeiros sinais da degeneração macular é quando objetos retos, como o tronco de uma árvore ou um poste, parecem destorcidos. Objetos aparecem menores ou maiores do que realmente são e as cores parecem mais pálidas. Normalmente, a mácula lútea mantém a visão nítida e é capaz de detectar cores fortes, mas pessoas idosas com degeneração macular têm uma visão embaçada.

Uma das causas da degeneração macular é um excesso de crescimento de novos vasos sanguíneos em torno da mácula lútea. O novo crescimento pode ser algo saudável, mas neste caso não é. Os vasos vazam e o vazamento de sangue começa a destruir a mácula lútea. Outra causa é o excesso de sol; pessoas com um pigmento mais claro nos olhos (azul ou verde) são mais gravemente afetadas. O tabagismo e pressão alta também podem contribuir ao vazamento dos vasos sanguíneos. O tratamento de laser pode temporariamente parar o crescimento anormal dos vasos sanguíneos e suplementos de zinco talvez previnam a deterioração da degeneração macular, mas ainda não existe uma cura geral.

## Mal de Alzheimer

É normal esquecer alguma coisa de vez em quando. Às vezes, você não lembra onde deixou as suas chaves, ou o nome de um colega, ou a data daquela reunião, mas imagine esquecer todas as suas lembranças? Isso é o que acontece com o paciente com mal de Alzheimer. É difícil acreditar que alguém poderia esquecer os seus filhos ou amigos, mas acontece com o mal de Alzheimer. Finalmente, os pacientes de Alzheimer não conseguem mais cuidar de si mesmos porque esqueceram até como executar as tarefas mais básicas e ficam mentalmente perturbados.

As pessoas com o mal de Alzheimer costumam ter feixes de proteína fibrosa em volta do núcleo dos neurônios. Esses *entrelaçamentos neurofibrilares* parecem ser compostos de uma proteína — chamada de *proteína associada ao mal de Alzheimer* — que muitas vezes pode ser detectada no FCE desses pacientes. *Placas amilóides* — depósitos de proteína que envolvem os ramos de axônios — são uma outra indicação do mal de Alzheimer.

Com mais e mais entrelaçamentos neurofibrilares e placas amilóides afetando os neurônios do cérebro, os sintomas do mal de Alzheimer pioram. A capacidade de lembrar de pessoas, lugares, eventos e objetos, como a capacidade de raciocinar vem do lobo frontal e do sistema límbico, quando é feito uma autópsia num paciente de Alzheimer geralmente se encontra neurônios anormais nessas áreas do cérebro. Ainda não existe uma cura ou forma de prevenir o mal de Alzheimer.



## Capítulo 8

# Lamentando os Hormônios: O Sistema Endócrino

### **Neste capítulo**

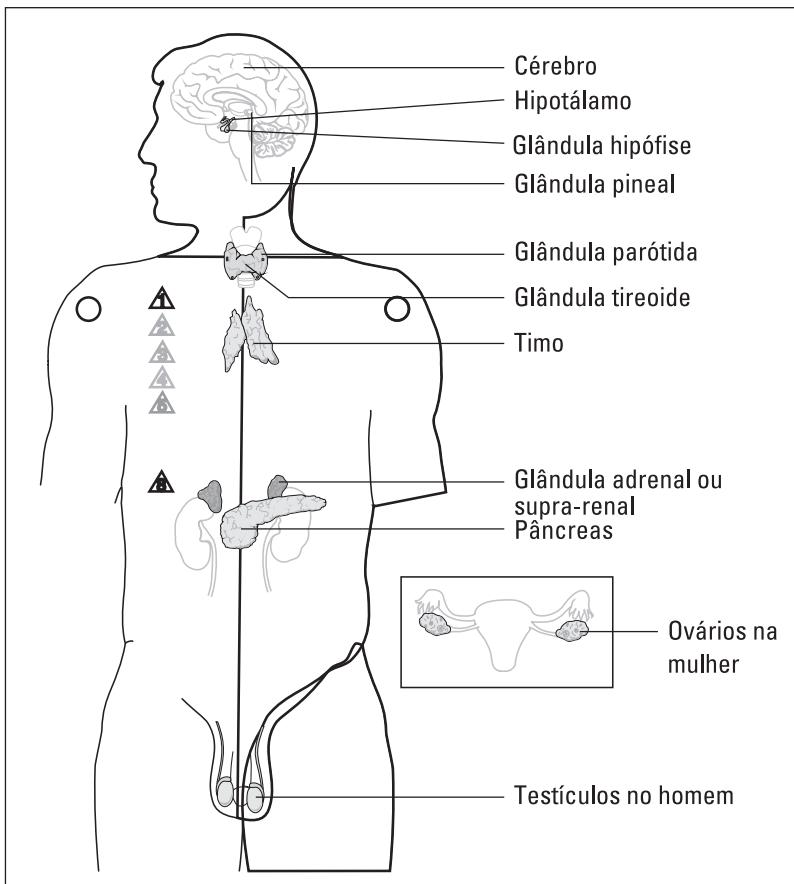
- Equilibrando os seus sistemas com hormônios
- Transportando as substâncias químicas pela corrente sanguínea
- Comandando tudo, desde a digestão ao nível de líquidos e a libido
- Controlando diabetes, hipotireoidismo e a doença de Graves

**N**em todos os hormônios deixam as mulheres mal-humoradas e sensíveis, e as mulheres não são as únicas com hormônios. Todos nós temos hormônios, inclusive homens e crianças. Esse capítulo explica o que é um hormônio, as suas funções, de onde surgem, como chegam e onde são precisos. No final do capítulo você vai entender o que acontece quando há algo de errado com os hormônios. Não vou esquecer de falar sobre isso! Por que você acha que eu esqueceria? Não confia em mim? Você não gosta mais de mim! Desculpa.. Acho que são os meus hormônios...

## Honrando os Hormônios



Bom, prometi explicar o que é um hormônio. Um *hormônio* é uma substância química criada por um órgão ou tecido do sistema endócrino (geralmente uma glândula endócrina) que, depois de ser secretado pela glândula endócrina, é levado pela corrente sanguínea até as outras células, onde o hormônio exerce o seu efeito. O *sistema endócrino* é o sistema de glândulas que produz hormônios (veja a Figura 8-1). Ao longo deste capítulo, você vai perceber que o sistema nervoso (veja o capítulo 7) e o sistema endócrino trabalham em conjunto para regular os sistemas do seu corpo. O sistema nervoso controla quando o sistema endócrino libera ou retém certos hormônios, e os hormônios controlam as atividades metabólicas que ocorrem dentro do corpo. Essa seção explica os tipos de hormônios que temos, como eles funcionam e o seu papel no processo de homeostase.



**Figura 8-1:**  
O sistema  
endócrino

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Os tipos de hormônios

As glândulas no sistema endócrino produzem duas categorias principais de hormônios:



- ✓ **Os hormônios esteróides** são lipídeos criados a partir de colesterol.
- ✓ **Os hormônios não-esteróides** são compostos de aminoácidos e proteínas. (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre os aminoácidos e as proteínas.)

Os hormônios esteróides, como o estrogênio, progesterona, testosterona, aldosterona e cortisol são os hormônios geralmente “culpados” pelas alterações hormonais ou a TPM (tensão pré-menstrual). Os hormônios não-esteróides podem ser divididos nos seguintes quatro tipos:

- ✓ **Hormônios protéicos:** Insulina, hormônio do crescimento e prolactina
- ✓ **Hormônios de amina:** Adrenalina (ou epinefrina) e noradrenalina
- ✓ **Hormônios glicoprotéicos:** Hormônio foliculoestimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH) e o hormônio tireotrófico (TSH).
- ✓ **Hormônios peptídeos:** Hormônio antidiurético (ADH) e oxitocina

A Tabela 8-1 explica a origem e função dos principais hormônios esteróides e não-esteróides.

**Tabela 8-1****Os principais hormônios: Origem, funções**

<i>Hormônio</i>	<i>Origem</i>	<i>Funções</i>
Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH)	Glândula hipófise (parte anterior)	Estimula o crescimento de córtex na glândula supra-renal e a secreção de corticosteróides pelo córtex da glândula supra-renal; aumenta durante épocas de estresse
Hormônio antidiurético (ADH)	Glândula hipófise (parte posterior)	Estimula a absorção de água pelos rins, evitando a desidratação
Calcitonina	Glândula tireoide	Avisa aos ossos, rins e intestinos para reduzir o nível de cálcio no sangue
Corticotrofina (veja ACTH em cima)		
Adrenalina/noradrenalina	Medula da glândula supra-renal	Estimula o músculo cardíaco e outros músculos durante a reação luta ou fuga; aumenta a taxa de glicose no sangue (para fornecer energia rápida para atacar ou fugir)
Estrogênio/progesterona	Ovários	Além de estimular a produção e liberação de óvulos, esses hormônios afetam os músculos, ossos e pele para desenvolver os caracteres secundários femininos

(continuação)

**Tabela 8-1 (continuação)**

<b>Hormônio</b>	<b>Origem</b>	<b>Funções</b>
Glucagon	Pâncreas	Faz o fígado, os músculos e o tecido adiposo aumentarem a taxa de glicose no sangue
Glicocorticóides	CôrTEX da glândula supra-renal	Esses hormônios esteróides (como o cortisol) regulam a taxa de glicose e aumentam a glicose no sangue quando for preciso
Hormônio de crescimento (GH), ou somatotrofina	Glândula hipófise (parte anterior)	Promove a divisão celular, síntese de proteínas e o crescimento de tecido ósseo nos ossos e tecidos moles
Insulina	Pâncreas	Induz o armazenamento de glicose no fígado, músculos e tecido adiposo para reduzir a taxa de glicose no sangue
Melatonina	Glândula pineal	Afeta vários tecidos para regular o bioritmo do corpo
Mineralocorticóides (como a aldosterona)	CôrTEX da glândula supra-renal	Esses hormônios esteróides fazem as células dos rins reabsorverem sódio e excretarem potássio para manter o equilíbrio de eletrólitos (íons)
Oxitocina	Glândula hipófise (parte posterior)	Presente imediatamente antes e depois do parto; estimula a contração do útero e produção de leite
Hormônio paratireoide	Glândula paratireoide	Estimula a liberação de cálcio pelas células nos ossos, rins e intestinos para aumentar a taxa de cálcio no sangue
Prolactina	Glândula hipófise (parte anterior)	Estimula a produção e secreção de leite
Testosterona	Testículos	Nos testículos estimula a produção de esperma; na pele, nos músculos e ossos estimula o desenvolvimento de caracteres secundários masculinos
Hormônio tireotrófico	Glândula hipófise (parte anterior)	Estimula a tireoide a produzir e liberar hormônios importantes, calcitonina e tiroxina
tiroxina	Glândula tireoide	Distribuído para todos os tecidos para aumentar o metabolismo; ajuda a regular o desenvolvimento e crescimento

## Como os hormônios funcionam

Quando a glândula secreta um hormônio, ele é transportado pela corrente sanguínea até a *célula alvo*, onde exerce seu efeito. O hormônio controla a atividade que ocorre na célula alvo. Como o relacionamento entre um patrão e seu funcionário, o hormônio controla a atividade na célula alvo. O patrão fornece as regras e orientações ao funcionário. Se tudo correr bem, da maneira combinada, o patrão deixa o funcionário fazer seu trabalho sem interferir. Se tiver algum problema ou o funcionário não seguir as regras ou não cumprir suas obrigações, o patrão interfere nas atividades do funcionário.

A célula alvo é o funcionário e o hormônio é o patrão. O hormônio aparece com certa frequência para oferecer “informações”, mas se o funcionário não produzir de acordo com as expectativas, o hormônio oferece uma outra informação para reduzir ou aumentar a atividade.

Claro que a maneira como os hormônios estimulam a célula alvo é um pouco mais complicada do que uma conversa com o patrão. Os hormônios esteróides ativam as células de uma forma diferente do que os hormônios não-esteróides. Veja a seguinte lista para entender como os dois tipos de hormônios estimulam as células alvo:

- ✓ Os hormônios esteróides passam pela membrana celular e se conectam às moléculas receptoras (as moléculas que recebem o hormônio) no citoplasma da célula. As moléculas receptoras e os hormônios entram juntos no núcleo celular onde ativam certos genes que sintetizam a proteína necessária. (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre os genes e a síntese de proteína.)
- ✓ O desafio dos hormônios não-esteróides é um pouco maior. Compostos de aminoácidos e proteínas, esses hormônios precisam se juntar ao receptor na membrana da célula alvo. Em seguida, o hormônio — o primeiro mensageiro — é levado para dentro da célula através de transporte ativo. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre o transporte ativo.) ATP, a molécula de energia, é usada para levar o hormônio para dentro da célula. Quando o hormônio entra, a produção de um composto chamado de *monofosfato de adenosina cíclico* — o segundo mensageiro — é estimulado, levando a célula alvo a produzir as enzimas necessárias.

Ao alcançar o efeito desejado, a glândula endócrina precisa ser “informada” para deixar de produzir o hormônio. Se não, pode causar o efeito oposto.

Por exemplo, quando tiver um excesso de glicose no sangue, o pâncreas secreta o hormônio insulina, que remove um pouco de glicose da corrente sanguínea. Mas depois que a taxa de glicose voltar ao nível normal, o pâncreas precisa parar de produzir insulina, se não a taxa de glicose pode baixar demais. O excesso de uma substância pode ser perigoso, mas a falta de uma substância também pode ter consequências graves. Então o *mecanismo de “feedback”*

(retorno) negativo trava a secreção de hormônios depois de concluir sua tarefa.

O sistema de feedback negativo funciona um pouco como um termostato do ar-condicionado. Se você colocar o termostato em 18 graus, o ar-condicionado vai ligar quando a temperatura ultrapassar os 18 graus. O ar-condicionado funciona até a temperatura alcançar 18 graus e em seguida desliga o aparelho. O termostato desliga por causa do feedback recebido através do termômetro. O ar-condicionado não fica ligado até você desligá-lo, se não você iria morrer de frio.

O hipotálamo no seu cérebro detecta a taxa de glicose no sangue e envia o retorno ao pâncreas. (Veja a seguinte seção “Alterar para normalizar: homeostase”.) Quando o hipotálamo percebe que a taxa de glicose no sangue está dentro do padrão normal, ele informa o pâncreas para parar a produção de insulina.

## *Alterar para normalizar: homeostase*



A *homeostase* é o processo que mantém o equilíbrio do seu corpo para você continuar saudável. Os hormônios desempenham um papel fundamental na homeostase. Os hormônios são transportados pelo corpo através da corrente sanguínea. Quando o sangue passa por algumas “blitzes” do sistema nervoso (como o hipotálamo no cérebro), as taxas hormonais são controladas. É como controlar o óleo do seu carro.

Se a taxa de algum hormônio estiver baixa, a glândula que produz este hormônio é estimulada a produzir mais. Se a taxa de algum hormônio estiver alta demais, a glândula que produz este hormônio é avisada para parar a produção. Os hormônios vêm do sistema endócrino, mas o estímulo e as mensagens para mudar o que está acontecendo partem do sistema nervoso. E não esqueça da importância do sistema circulatório! Sem o transporte pela corrente sanguínea, a detecção e implementação de mudanças seria impossível.



Seu corpo está sempre controlando os processos metabólicos que ocorrem. Se qualquer um deles (como a temperatura corporal, taxa de glicose ou o nível de pH) sai do padrão normal, os controles da homeostase atuam junto com o sistema endócrino para normalizar o equilíbrio nos sistemas.

## Agrupando as Glândulas do Sistema Endócrino

As glândulas do corpo estão divididas em glândulas exócrinas ou glândulas endócrinas:



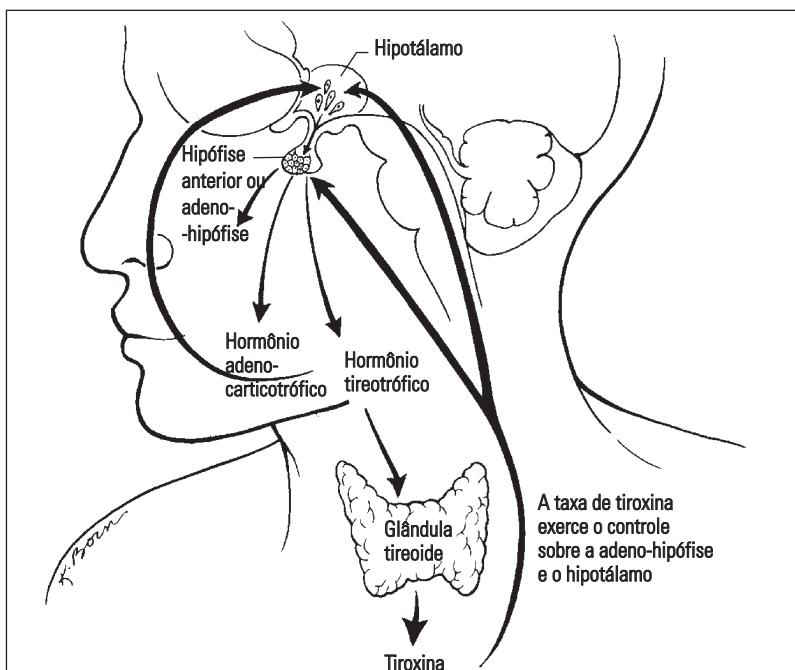
- ✓ **As glândulas exócrinas** produzem substâncias, que não são hormônios, que exercem seu efeito nos mesmos tecidos onde são produzidas. Por exemplo, a glândula sebácea é uma glândula exócrina. A glândula sebácea produz e secreta óleos para manter seu cabelo e pele lisos e evitar a desidratação. Os óleos não são transportados pelo corpo e não exercem efeito em nenhum outro lugar, exceto nos folículos pilosos onde são produzidos. Os óleos podem ser secretados rapidamente, mas o efeito não é duradouro.
- ✓ **As glândulas endócrinas** produzem hormônios que são secretados na corrente sanguínea e são transportados até o lugar onde exercem o seu efeito. Porém, as glândulas endócrinas não somente produzem os hormônios, como precisam distribuí-los pelo corpo. E o que circula continuamente pelo corpo todo? Seu sangue. A sua corrente sanguínea é como aquele trenzinho circular num parque de diversões. Cada célula sanguínea é como um vagão que pega os passageiros num local e os leva até um outro local. Pode demorar um pouco para o hormônio chegar à célula alvo, mas o efeito dura muito mais do que o efeito das substâncias secretadas por uma glândula exócrina.

O corpo tem várias glândulas endócrinas e as seguintes seções explicam cada glândula. Algumas glândulas são reconhecíveis como órgãos, mas alguns órgãos também podem atuar como glândulas e secretar hormônios. A seguinte lista inclui todas as glândulas endócrinas, da cabeça aos pés. (da cabeça à pelve, já que as suas pernas e pés não possuem glândulas endócrinas.)

- O hipotálamo e glândulas hipófises
- Glândula tireoide
- Timo
- Pâncreas
- Estômago
- Intestinos
- Glândulas supra-renais
- Ovários e testículos

## *Os gerentes: o hipotálamo e as glândulas hipófises*

O hipotálamo, às vezes, é considerado a “glândula mestre” porque é a que controla a homeostase. Porém, os hormônios do hipotálamo não atuam diretamente nas células do corpo que executam os ajustes para alcançar o equilíbrio. O hipotálamo detecta a taxa das substâncias no sangue e secreta os hormônios através da glândula hipófise. A glândula hipófise, em seguida, libera os hormônios que influenciam a homeostase. A Figura 8-2 mostra a relação entre o hipotálamo e as glândulas hipófises.



**Figura 8-2:**  
A parceria  
entre o  
hipotálamo  
e a glândula  
hipófise.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

O hipotálamo e as glândulas hipófises convergem na parte central do cérebro chamada de *terceiro ventrículo* (veja o capítulo 7).

A *hipófise* consiste de duas partes que secretam hormônios diferentes. A *parte anterior* da glândula hipófise também é chamada de *adeno-hipófise*. A *parte posterior* da glândula hipófise é a parte diretamente conectada ao hipotálamo (veja a Figura 8-2) e é chamada de *neuro-hipófise*.

O hipotálamo conecta o sistema nervoso com o sistema endócrino. Na verdade, os hormônios liberados pela adeno-hipófise são produzidos nas células nervosas do hipotálamo. Os hormônios passam pelos axônios dos neurônios que terminam na neuro-hipófise.

Um dos hormônios produzidos no hipotálamo, mas liberado pela hipófise é o hormônio antidiurético (ADH), também chamado de

*vasopressina*. A homeostase verifica que o sangue contém uma quantidade adequada de água. O hipotálamo possui células especiais que atuam como sensores para detectar quando falta água no sangue. Quando o sangue precisa de mais líquido, o hipotálamo produz vasopressina e a vasopressina passa pelos axônios à glândula hipófise posterior, que libera o hormônio na corrente sanguínea. O ADH é levado pela corrente sanguínea até chegar a seu alvo — as células dos rins.

Através do transporte ativo, o ADH entra nas células dos túbulos renais. Dentro dessas células, o hormônio altera as reações para remover mais água da urina produzida no rim, permitindo que essa água seja absorvida pela corrente sanguínea. Remover a água da urina deixa-a mais concentrada. Isso também pode causar problemas, mas menos graves do que a falta de água na sua corrente sanguínea. Não beber uma quantidade suficiente de água pode causar desidratação crônica, que pode causar uma concentração crônica da urina e resultar em vários problemas, como pedras renais (Ai!). Então ajude o seu hipotálamo e hipófise e beba pelo menos 2 litros de água por dia para manter as suas taxas de líquido dentro do padrão normal.

Pequenos vasos sanguíneos conectam a parte anterior da glândula hipófise ao hipotálamo, que libera o hormônio *hipotalâmico liberador* (RH) e o *hormônio hipotalâmico inibidor* (RIH). Quando o hipotálamo envia os hormônios hipotalâmicos liberadores para a parte anterior da hipófise, a hipófise é estimulada a secretar um dos seus hormônios. A hipófise anterior secreta vários hormônios fundamentais, como o hormônio do crescimento, a prolactina e a tireotrofina (veja a Tabela 8-1).

A adeno-hipófise secreta alguns outros hormônios, como a melanotropina (MSH, que estimula os melanócitos); hormônios gonadotrópicos, como o hormônio foliculoestimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH); e o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). O MSH estimula os melanócitos na pele que estimulam a produção de melanina, o pigmento da pele. Os hormônios gonadotrópicos atuam nas gônadas — os órgãos sexuais — e estimulam a produção de hormônios sexuais masculinos ou femininos e gametas. A corticotrofina (ACTH) atua no córtex das glândulas supra-renais e estimula a secreção de hormônios. A adeno-hipófise libera os hormônios gonadotrópicos e ACTH, mas sua função é estimular a secreção de outros hormônios em outras glândulas do corpo. O mesmo acontece com o hormônio do crescimento e a tireotrofina — eles são apenas intermediários para a produção de outros hormônios.

Quando os hormônios da adeno-hipófise já estimularam as outras glândulas a exercer os seus efeitos, o hipotálamo secreta o hormônio hipotalâmico inibidor na adeno-hipófise. Esse hormônio faz a adeno-hipófise parar de estimular as outras glândulas.

## Diabetes insípido: realmente desagradável

O *diabetes* é uma doença que causa um desequilíbrio na taxa de glicose no sangue. A maioria das pessoas conhece o *diabetes melito*, causado por um problema com a insulina que resulta numa taxa de glicose elevada. O *diabetes insípido* é um problema parecido, mas com uma causa diferente. A doença é causada pela incapacidade do hipotálamo de produzir uma quantidade suficiente do hormônio antidiurético (ADH), responsável por estimular o rim a devolver água à corrente sanguínea. A água é removida da urina que é produzida no rim e em seguida a água é absorvida pela corrente

sanguínea. Portanto, sem o ADH apenas uma quantidade muito pequena de água é removida da urina e devolvida para a corrente sanguínea. Isso resulta numa elevação significativa da concentração de substâncias (como a glicose) na corrente sanguínea, o que resulta numa grande quantidade de urina aguada que remove os eletrólitos do corpo. Apesar da grande quantidade de urina produzida, as pessoas com diabetes insípido sofrem de desidratação e sede. Mas eles podem ser tratados com o hormônio antidiurético (ADH).

## Tirando as dúvidas da tireoide

Sua tireoide parece um pouco com uma borboleta pousada na sua traquéia. Cada lobo da tireoide — as asas da borboleta — fica de um lado da traquéia; um tecido chamado de *istmo* conecta os dois lobos. A parte dos lobos que secreta substâncias é revestida por células epiteliais cilíndricas (veja o capítulo 3); essas células secretam uma substância gelatinosa chamada de *tireoglobulina*.

A tireoglobulina atua como um misturador. Quando o sangue que transporta iodo (extraído de comida que contém sal) passa pela tireoide (num volume de quarto ou cinco litros por hora!), a tireoglobulina “capta” o iodo presente na corrente sanguínea. Em seguida o iodo interage com o aminoácido tireosina para formar *tiroxina* e *triiodotireonina*, hormônios secretados pela tireoide.

A tiroxina não é secretada tão frequentemente como a triiodotireonina, mas quando é produzida tem um efeito mais duradouro. Há uma quantidade muito maior de tiroxina presente na tireoide do que de triiodotireonina. Quando o TSH (hormônio tireotrófico) estimula a ação dos hormônios da tireoide, eles adsorvem (não *absorvem*; absorver quer dizer “reter o material”) as moléculas protéicas no sangue e são liberados devagar. A tiroxina exerce muitas funções importantes; veja algumas das responsabilidades da tiroxina:

- ✓ Regular o ritmo do metabolismo e respiração das células (usar oxigênio e liberar gás carbônico)
- ✓ Aumentar o uso de glicose pelas células e estimular a conversão da glicose armazenada (o glicogênio) em glicose para aumentar a taxa de glicose no sangue
- ✓ Ajudar a manter a temperatura do corpo (quanto mais reações ocorrem no seu corpo, mais alta a temperatura do corpo.)
- ✓ Ajudar no crescimento e na diferenciação dos tecidos em crianças e adolescentes
- ✓ Aumentar a quantidade de certas enzimas na mitocôndria que atuam nas reações oxidantes
- ✓ Influenciar no metabolismo das proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas, minerais e água
- ✓ Estimular os processos mentais

Você pode ver pela lista de funções importantes que a tiroxina e o hormônio tireotrófico são muito importantes para o seu bem-estar geral. Na seção “Fisiopatologia do sistema endócrino” explico o que pode acontecer se você tiver um excesso ou falta de hormônios tireoideos.

### *Você precisa conhecer seu timo*

Como a tireóide, o timo é uma glândula lobular. Ele é localizado na cavidade torácica, logo embaixo das clavículas e acima do coração. A principal função do timo é transformar um linfócito T imaturo da medula óssea numa célula T madura (veja o capítulo 13). O timo produz um grupo de hormônios, *timosinas*, que atua em diferenciar e estimular as células do sistema imunológico. As mais recentes pesquisas de AIDS estão se focando na possibilidade de usar essas timosinas.

### *Parando no pâncreas*

O seu pâncreas é um órgão fibroso, alongado e achatado, alojado no seu abdômen, perto dos rins, estômago e intestino delgado. A Figura 8-1, apresentada numa seção anterior deste capítulo, mostra a localização do pâncreas. A glândula é composta de dois tipos de tecido e tem duas funções distintas:

- ✓ **Função digestiva:** Produz enzimas digestivas que são secretadas no intestino delgado (veja o capítulo 11).
- ✓ **Função endócrina:** Produz os hormônios *insulina* e *glucagon*, que são secretados diretamente na corrente sanguínea.



A insulina e o glucagon ajudam a manter a taxa de glicose no sangue. A insulina ajuda a reduzir a taxa de glicose; o glucagon ajuda a aumentar a taxa.

Quando você ingere comida, seu corpo imediatamente começa a decompor as moléculas da comida nos menores componentes possíveis. A glicose, uma forma simples de açúcar, é o menor componente de um carboidrato. É disso que seu corpo precisa para funcionar; é o combustível do cérebro e as células no seu corpo convertem a glicose em ATP (molécula de energia). (Você encontra os detalhes sobre a digestão no capítulo 11.) Então a glicose é bem importante para o funcionamento geral do seu corpo. Porém, a taxa de glicose no seu sangue precisa estar dentro de certa faixa; tanto o excesso como a deficiência prejudicam sua saúde.

Assim que você termina de comer algo, as secreções de insulina cuidam do fluxo de glicose. A insulina atua de quatro formas para manter a taxa de glicose dentro do padrão normal:

- ✓ Estimula a absorção e metabolismo de glicose pelas células. Assim evita a passagem livre da glicose na corrente sanguínea.
- ✓ Estimula o armazenamento de glicose na forma de glicogênio nas células do fígado e dos músculos, removendo assim ainda mais glicose da corrente sanguínea.
- ✓ Estimula a produção de gordura e proteína, que requer glicose, usando assim mais um pouco da glicose que pode ser encontrada na corrente sanguínea.
- ✓ Inibe o uso de gorduras e proteínas como forma de energia para preservar a glicose armazenada para uso futuro; a glicose fica guardada longe da corrente sanguínea.

Se tiver algum problema na produção ou liberação de insulina, a taxa de glicose no sangue pode aumentar muito. Essa situação — chamada de *hiperglicemias* — significa que há algum problema com a homeostase, e a causa pode ser uma doença. Essa doença é o diabetes que vou explicar melhor na seção “Fisiopatologia do sistema endócrino”, no final deste capítulo.

A insulina é secretada logo depois de uma refeição para remover a glicose, mas entre refeições a sua taxa de glicose pode cair abaixo do nível normal. Você conhece os sinais: sua barriga começa a roncar, você se sente fraco e começa a ficar com dor de cabeça. Para resolver esta situação — chamada de *hipoglicemias* — o seu pâncreas libera um pouco de glucagon, que tem o efeito oposto da insulina: devolve a glicose armazenada à corrente sanguínea para aumentar a taxa de glicose e restaurar o equilíbrio. De onde vem essa glicose armazenada? A glicose vem de todas as células e tecidos onde a insulina tinha guardado a glicose — seu fígado, as células musculares e o tecido gorduroso.



A capacidade do corpo em manter o seu próprio equilíbrio é realmente impressionante. Para ajudar a manter esse equilíbrio evite comer refeições exageradas que sobrecarregam o seu pâncreas e aumentam a produção de insulina e não coma entre as refeições. Deixe seu glucagon fazer o seu trabalho!

## *Você tem estômago para mais uma glândula?*

Talvez você não considere o seu estômago uma glândula, mas ele também secreta hormônios. Por isso o estômago é um desses órgãos que também atua como glândula. Sim, o estômago é um dos órgãos principais da digestão, mas também secreta hormônios usados na digestão, o que faz dele uma glândula. O estômago secreta um grupo de hormônios chamado de *gastrina*. Há muitos tipos de moléculas de gastrina — pequena, média e grande, digamos. A gastrina estimula a secreção de ácido gástrico, o principal suco gástrico que se mistura com a comida no estômago durante a digestão (veja o capítulo 11). A gastrina também causa a contração do músculo do esfíncter — um músculo que cerca uma abertura — na base do esôfago, controlando assim quando a comida pode ser descarregada no estômago. E a gastrina causa o crescimento das células mucosas que revestem o estômago e secretam ácido.

## *Testando os intestinos*

Os intestinos são um órgão ou uma glândula? É outra pergunta traiçoeira, porque a resposta é ambos: os intestinos são um órgão do sistema digestório, mas também secretam hormônios. O intestino delgado e o hipotálamo secretam *colecistoquinina* (CCK), que estimula a vesícula biliar e estimula a liberação de bili. A bili é um líquido marrom-esverdeado que se mistura com as substâncias alimentares digeridas para reduzir a acidez. (Os ácidos do estômago são agressivos demais para os intestinos, então a bili, que contém bicarbonato, ajuda a neutralizar os ácidos.) A bili também dissolve o colesterol na comida e facilita a absorção das gorduras. O CCK também estimula a produção das enzimas pancreáticas.

Não é segredo: o intestino delgado secreta um outro hormônio chamado de *secretina*. A função da secretina é parecida com a do CCK; estimular as células do pâncreas a secretar substâncias neutralizantes. Os intestinos secretam enzimas que não funcionam em ambientes ácidos, então as ações do CCK e da secretina permitem a continuação da digestão.

## *Superando os rins: suas glândulas supra-renais*

O radical *renal* significa rim; o prefixo *supra* quer dizer acima. Então adivinha onde ficam as glândulas supra-renais. Exatamente, perto dos rins, ou melhor, ficam bem em cima dos rins (veja a Figura 8-1). Temos dois rins — um do lado esquerdo e um do lado direito — e também temos duas glândulas supra-renais, uma de cada lado do corpo.

Parecido com a pele de um amendoim ou feijão, uma cápsula fina cobre a glândula supra-renal inteira. No interior, as glândulas supra-renais consistem de duas partes: o *côrortex* e a *medula*, ambos exercem funções diferentes. As funções do côrortex e da medula são diferentes porque se desenvolveram de uma forma diferente. Quando você era apenas um embrião, seu côrortex supra-renal se desenvolveu a partir do mesmo tecido que os rins e os tecidos conjuntivos (músculos, ossos, cartilagem, etc.). Mas a sua medula supra-renal se desenvolveu a partir do mesmo tecido que faz parte do seu sistema nervoso autônomo (veja o capítulo 7).

### *Côrortex supra-renal*

Essa parte da sua glândula supra-renal secreta *corticostéroides*, que incluem *mineralocorticóides* e *glicocorticóides*. Um dos mineralocorticóides mais importantes é a *aldosterona*, que é responsável por regular a concentração de eletrólitos, como os íons de potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), e cloreto ( $Cl^-$ ). Essa regulagem mantém o equilíbrio dos sais e minerais no sangue – mais homeostase!



Os *eletrólitos* são substâncias que se dissociam em *íons* (os átomos de um elemento com uma carga positiva ou negativa) quando se encontram em soluções (como o líquido aguado do tecido em volta das células ou o citoplasma dentro das células). Os eletrólitos são capazes de conduzir eletricidade; por isso têm esse nome.

A aldosterona atua nos túbulos renais e estimula a reabsorção do sódio ( $Na^+$ ). Quando os íons de sódio são reabsorvidos na corrente sanguínea, os íons de cloreto vão logo atrás, ( $Na^+$  e  $Cl^-$  adoram ficar juntos, formando  $NaCl$ , também conhecido com “sal”.) E onde o sal vai, a água vai atrás. Quando os íons de sal entram na corrente sanguínea, a água também vai, aumentando a taxa de líquido no sangue. Essas ações controlam o equilíbrio dos líquidos no corpo. O equilíbrio de líquidos e eletrólitos afeta a pressão arterial (veja o capítulo 9).

O *cortisol*, o principal hormônio glicocorticóide, é responsável pela regulagem do metabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos. Muitas vezes, o cortisol é liberado quando você se estressa emocional, física ou ambientalmente. Esse hormônio afeta o metabolismo das seguintes maneiras:

- ✓ Decompondo a proteína, reduzindo a síntese protéica (veja o capítulo 2), e transferindo os aminoácidos dos tecidos para as células do fígado
- ✓ Transferindo gordura do tecido adiposo para a corrente sanguínea ou aumentando o armazenamento de gordura no tecido adiposo.
- ✓ Reduzindo o uso de glicose pelas células, o que resulta num armazenamento maior de glicose como glicogênio pelo fígado.

Ao reduzir a quantidade de células do sistema imune que circulam pelo sangue e reduzir o tamanho do tecido linfático, o cortisol (e os outros corticosteróides) afeta o sistema imunológico. Quando o corpo passa por muito estresse e há grandes quantidades de glicocorticoides circulando no sangue, o tecido linfático é incapaz de produzir anticorpos (veja o capítulo 13). Talvez seja por isso que você sempre fica doente quando está sob muito estressado.

### ***Medula supra-renal***

Essa parte da glândula supra-renal se desenvolveu a partir dos mesmos tecidos que formaram uma parte do sistema nervoso simpático. Então não deve ser nenhuma surpresa que algumas funções da medula supra-renal envolvam regular as ações das estruturas que contêm esses nervos. A medula supra-renal produz uma classe de hormônios chamada de *catecolamina*; os principais hormônios são a *adrenalina* e a *noradrenalina*.



A *adrenalina* é conhecida por iniciar a reação *luta ou fuga*. Você com certeza já sentiu alguma vez esse surto de adrenalina, geralmente quando você leva um susto grande. Se algo deixar você com medo ou sem controle, você sente a adrenalina correr pelo sangue.

Sem usar glicose, a adrenalina aumenta seus batimentos cardíacos e respiração. A glicose é reservada para o uso pelo cérebro. A adrenalina estimula a liberação de ácidos graxos livres do seu tecido adiposo. Os seus músculos usam esses ácidos graxos livres como energia. E, de novo, a glicose é preservada para o seu cérebro. Afinal, se você se meteu em alguma encrenca, vai precisar pensar.

Como a adrenalina, a noradrenalina é uma catecolamina ligada ao sistema nervoso. A noradrenalina tem uma ação vasoconstritora, quer dizer constringe os vasos sanguíneos. Quando os vasos sanguíneos se constringem, a pressão arterial aumenta. Portanto, a noradrenalina é liberada quando a sua pressão arterial está baixa (hipotensão), e quando você está estressado.

### ***As gloriosas gônadas***

Suas gônadas — ovários se você for mulher ou testículos se você for homem — são as glândulas endócrinas mais inferiores do corpo (veja a Figura 8-1). Os ovários produzem e secretam *estrogênio*

e progesterona; os testículos produzem e secretam testosterona. Juntos, o estrogênio, a progesterona e a testosterona são conhecidos como os *hormônios sexuais*. A testosterona também é chamada de *androgênio* porque estimula os caracteres masculinos.



Talvez você pense que o estrogênio é encontrado apenas nos animais femininos, mas não é o caso. O estrogênio também pode ser encontrado na urina dos animais masculinos, e até em plantas em fase de crescimento! Espero que as dionéias (planta carnívora) não fiquem com TPM e vêm atrás da gente!

A secreção do estrogênio nas mulheres aumenta durante a puberdade. O hormônio é responsável por iniciar o desenvolvimento dos caracteres femininos secundários, as estruturas que transformam uma menina em mulher. (Os caracteres primários são a vagina, o útero e os ovários, que já estão presentes no nascimento.) As mamas começam a crescer e gordura é depositada nelas; o estrogênio estimula esse processo. O tecido ósseo cresce rapidamente, aumentando a altura. O estrogênio ajuda esse processo; o estrogênio causa a retenção de cálcio e fosfato no sangue (para usar no crescimento ósseo) e estimula a atividade dos osteoblastos (novas células ósseas; veja o capítulo 4). O estrogênio também permite o alargamento dos ossos pélvicos. Isso quer dizer que o quadril fica mais largo, mas também permite a passagem do feto durante o parto. (Veja o quadro “Por que as mulheres tem o quadril maior que os homens.” na página 81 do capítulo 4.) Além disso, o estrogênio aumenta o depósito de gordura pelo corpo, deixando as mulheres com mais curvas do que os homens. Nossa, um quadril maior e mais gordura também; não é justo!

Através das mudanças nas secreções uterinas e o armazenamento de nutrientes no revestimento do útero, a progesterona prepara o útero para a implantação de um óvulo fertilizado. Ao estimular o crescimento dos lóbulos dentro da mama e o crescimento das células para secretar leite, a progesterona também contribui para o desenvolvimento das mamas.

A testosterona causa o desenvolvimento dos caracteres secundários nos homens; os caracteres primários são o pênis e os testículos, visíveis ao nascer. Mas depois que o menino entra na puberdade, o seu tecido muscular começa a crescer, seus órgãos性uais aumentam, ele começa a desenvolver pelo no peito e no rosto e o pelo nos braços e pernas fica mais escuro e grosso. Tanto mulheres como homens desenvolvem pelo na região axilar e púbica. Já que os homens têm um pouco de estrogênio, as mulheres também têm um pouco de testosterona. Veja o capítulo 15 para ler mais sobre o desenvolvimento durante a puberdade.

# Fisiopatologia do Sistema Endócrino



A homeostase é fundamental para sua saúde, e o sistema nervoso e o sistema endócrino trabalham juntos para manter a homeostase. Porém, às vezes, a homeostase falha. Uma disfunção na homeostase é uma *doença*. Algumas doenças, chamadas de *doenças locais*, afetam apenas algumas partes específicas do corpo. Mas outras doenças, chamadas de *doenças sistêmicas*, afetam um sistema inteiro ou o corpo inteiro. Quando uma doença se desenvolve e passa rápido, é chamada de *doença aguda*. Uma doença que se desenvolve ao longo de um período maior e causa efeitos nocivos de longa duração, é chamada de *doença crônica*. Nessa seção vou falar de algumas doenças que afetam o sistema endócrino ou que resultam de alguma disfunção no sistema endócrino.

## Diabetes melito

*Diabetes* é derivado das palavras gregas que significam “sifão”, “através” e “ir”, o que se refere ao fato de que pessoas com diabetes costumam urinar em excesso. *Poliúria*, o termo técnico para a secreção excessiva de urina, é um sintoma das duas formas de diabetes mais comuns: o *diabetes insípido*, que é uma disfunção da glândula hipófise, e o *diabetes melito*, que é causado por uma disfunção pancreática. (Veja o quadro “Diabetes insípido: realmente desagradável” neste capítulo.) O diabetes melito é a forma de diabetes mais comum; é tão comum que geralmente quando se fala apenas de “diabetes”, se trata de diabetes melito (DM).

Há dois tipos de diabetes melito (DM); a diferença é se requer insulina para sobreviver e porquê. O DM Tipo 1 é uma forma de diabetes insulinodependente; o tipo 2 é uma forma não insulinodependente. Genética, alimentação inadequada, obesidade, doença pancreática, gravidez, problemas hormonais, alguns remédios (como esteróides e contracepção oral) e, possivelmente, até infecções podem causar diabetes.

A insulina é o hormônio que leva a glicose até as células do corpo, contribui para síntese proteica e estimula o armazenamento de ácidos graxos livres no tecido adiposo. Se o pâncreas não produzir uma quantidade suficiente de insulina ou o corpo não reagir bem a sua própria insulina, o metabolismo de carboidratos, proteína e gorduras é prejudicado.

Numa pessoa com DM tipo 1, o pâncreas produz pouca ou nenhuma insulina e os tecidos do corpo literalmente morrem de fome. Um dos primeiros sintomas do DM tipo 1 é a perda de tecido muscular e de

gordura subcutânea. Os sinais do DM tipo 2 se desenvolvem mais gradualmente.

A obesidade abdominal é comum em pessoas com tipo 2 DM, como também fatores como um histórico familiar de diabetes, parir bebês com um peso acima de 5 quilos, estresse ou trauma, infecções virais e um histórico de diabetes gestacional.

Os sintomas dos pacientes com DM tanto do tipo 1 como do tipo 2 incluem fome e sede excessiva, perda de peso, cansaço, fraqueza, problemas de visão, coceira e infecções na pele que não curam bem.

A desidratação é um sintoma de diabetes (tanto do tipo 1 como do tipo 2) porque a falta de insulina que causa um excesso de glicose no sangue também aumenta a taxa de outras substâncias no sangue (*hiperosmolaridade*). E a forma do corpo lidar com a hiperosmolaridade é remover mais água, na esperança de também remover o excesso das outras substâncias. Infelizmente, a perda de água aumenta a desidratação e piora o problema.

O aumento da produção de urina resulta da decomposição de proteínas numa tentativa de conseguir glicose para produzir energia. (Lembre-se que sem a insulina, as células não conseguem aproveitar bem a glicose.) Durante o metabolismo das proteínas, os aminoácidos se separam e são convertidos em glicose e ureia no fígado. O excesso de ureia resulta numa produção adicional de urina.

O tratamento de diabetes consiste de insulina, uma dieta bem monitorada e um programa de exercícios para os pacientes com DM tipo 1. Os pacientes com DM tipo 2 geralmente começam com uma dieta bem monitorada e regulamentada e exercícios. Comer refeições com uma quantidade igual de carboidratos em horários certos todo dia ajuda a manter a taxa de insulina equilibrada. Queimando o excesso de glicose, o exercício ajuda os diabéticos a perder peso (a obesidade é um fator contribuinte) e aumenta a sensibilidade à insulina que eles já produzem. Se o regime e o exercício não resolverem o problema dos diabéticos tipo 2, há remédios orais que podem ajudar a controlar as taxas de glicose e insulina.

Complicações causadas pelo diabetes incluem a retinopatia que pode causar cegueira, problemas cardíacos, hipertensão e danos aos nervos do pé. Com os nervos do pé danificados, o paciente não sente dor tão facilmente, aumentando o risco de infecções graves na pele que podem resultar em gangrena e até amputação.

## ***Hipotireoidismo versus a doença de Graves***

O hipotireoidismo e a doença de Graves são dois problemas opostos. O *hipotireoidismo* é uma condição causada pelo funcionamento insuficiente da tireoide; a doença de Graves é causada pelo *hipertireoidismo* – quando a tireoide funciona acima do nível normal. A doença de Graves resulta no aumento do tamanho da tireoide, um bócio e o inchaço dos músculos oculares, causando a protrusão dos globos oculares. O hipertireoidismo deixa a

pessoa irritada, nervosa e com insônia. Opções de tratamento para pacientes com hipertireoidismo incluem remédios orais, uma dose única de iodo radioativo ou a cirurgia para reduzir o tamanho e atividade da tireoide.

Pacientes com hipotireoidismo podem sofrer de um defeito na tireoide (*hipotireoidismo primário*), ou o hipotálamo ou as glândulas hipófises talvez não estejam enviando os hormônios certos para liberar ou inibir a secreção de hormônios tireoideos (*hipotireoidismo secundário*). Pessoas com hipotireoidismo primário podem sofrer de condições inflamatórias parecidas com artrite ou condições crônicas, como *tireóidite de Hashimoto* (uma doença que leva o sistema imunológico do corpo a atacar as células da tireoide). Uma alimentação deficiente em iodo e remédios com um efeito negativo na tireoide também podem causar o hipotireoidismo secundário.

Como os hormônios tireoideos exercem um efeito tão amplo no corpo, o hipotireoidismo é acompanhado por muitos sinais e sintomas. Quase todas as células do corpo são estimuladas pelo hormônio tiroxina, que regula o metabolismo. E o metabolismo em si já envolve muitas reações; a tiroxina é necessária para efetuar uma grande parte dessas reações nos seus níveis adequados. A Tabela 8-2 mostra os sintomas de hipotireoidismo.

**Tabela 8-2**

### Sintomas de hipotireoidismo ao longo da doença

<i>Inicialmente</i>	<i>Com o avanço da doença</i>	<i>Grave</i>
Cansaço	Redução da libido	Problemas psiquiátricos, mudanças de comportamento
Sensível ao frio	Articulações doloridas	Tendinite
Aumento de peso sem aumentar o consumo calórico ou diminuir o exercício	Caimbras musculares	Colesterol alto, circulação ineficiente, problemas cardíacos
Constipação	Perda de peso	Pele e cabelos ressecados, perda de cabelo, unhas onduladas e fracas
Problemas de memória	Perda de sensação ou formigamento	Problemas de fertilidade
		Colón fraco, obstrução intestinal, anemia

A *mixedema* é a complicação mais grave do hipotireoidismo. Pacientes podem entrar em coma por causa da redução excessiva da frequência respiratória e dos batimentos cardíacos. Como a frequência da troca de gás carbônico e oxigênio também é reduzida, a quantidade de gás carbônico aumenta. Essa condição requer intervenção emergencial e muitas vezes leva à morte.

O tratamento para pessoas com hipotireoidismo requer a administração continua de um hormônio tireoideo sintético. Porém, o tratamento precisa ser iniciado gradualmente para não danificar o coração.

## Capítulo 9

# Abrindo o Coração: O Sistema Circulatório

### **Neste capítulo**

- Descobrir o que tem no seu sangue e como ele é criado
- Entender o que faz bater o seu coração
- Percorrer o caminho do sangue pelo corpo todo
- Localizar as artérias, veias e capilares
- Compreender os problemas que podem afetar o seu sistema circulatório

**O**que a BR-101, a Marginal Pinheiros, a Via Dutra e o seu sistema circulatório têm em comum? Todas são vias de transporte. Os veículos de transporte — carros, caminhões, trens, e sangue — certamente são diferentes, mas em todos os casos alguém ou algo vai de um lugar a outro. Seja pessoas viajando de carro, um caminhão carregado de hortaliças, ou células sanguíneas transferindo oxigênio, a carga é transportada pela via. Esse capítulo não trata de estradas ou carga, mas vai explicar tudo sobre o seu sangue, a função do sangue e coração, e como o seu sangue coleta e distribui os materiais pelo seu corpo.

## *Carregando a Carga: o Conteúdo do Seu Sangue*

As pessoas costumam dizer que alguém tem música, dança, arte ou alguma outra paixão “no sangue”, mas você sabe do que *realmente* consiste o seu sangue? Células minúsculas, partículas ainda menores e muita água. Ao *centrifugar* uma proveta de sangue (girar em alta velocidade até que as matérias se separem), os elementos formados ficam no fundo e o plasma flutua em cima. Nesta seção, vou passar por cada uma dessas camadas e explicar o conteúdo do seu sangue.



## O hematócrito

Sempre quando fazemos um exame de sangue, uma das características que o laboratório analisa é a taxa de *hematócritos* (HCT). O HCT é a porcentagem de sangue centrifugado que contém elementos formados, especialmente as células vermelhas

do sangue. Normalmente, a porcentagem de HCT deve estar em torno de 45%. Se o HCT estiver baixo, você não tem elementos formados suficientes no sangue. Se o HCT estiver alto, você tem um excesso de elementos formados no sangue.

O sangue — aquele líquido cor de vinho tinto, quente, com sabor um pouco metálico que corre pelas veias — é a substância essencial que sustenta, viabiliza e salva as nossas vidas. Cada corpo adulto contém aproximadamente cinco litros desta substância preciosa. Mas na verdade o sangue é uma anomalia. Como o sangue consiste de vários tipos de células baseadas numa matriz — no sangue, o *plasma* é a matriz —, ele tecnicamente é um tecido conjuntivo (veja o capítulo 3). Porém, como o sangue é um líquido, poucas pessoas o consideram um tecido. Mas, na verdade, a única parte líquida do sangue é o plasma; os vários tipos de células — *células vermelhas*, *células brancas* e *plaquetas* — são considerados *elementos formados*. Imagine o plasma como um rio e as células e plaquetas como boias descendo o rio. Que cena agradável, não?

### Diluindo o seu sangue: o plasma



Aproximadamente 92% do seu plasma é água. Os 8% que restam consistem de *proteínas do plasma*, moléculas de sal, oxigênio e gás carbônico, nutrientes (glicose, gorduras, aminoácidos) das comidas que você consumiu, ureia (um resto residual que compõe uma grande parte da urina; veja o capítulo 12), e outras substâncias transportadas pela corrente sanguínea, como hormônios ou vitaminas.

Os três tipos de *proteínas do plasma*, produzidas no fígado, exercem algumas funções importantes:

- ✓ **Albumina:** a menor proteína plasmática e a mais abundante, a albumina é responsável pela pressão osmótica correta na corrente sanguínea. A pressão osmótica correta na corrente sanguínea garante um bom equilíbrio entre os solutos (partículas) e a solução (líquido), e ajuda a manter o pH correto (a medida de acidez ou alcalinidade baseada na concentração de íons de hidrogênio numa solução; veja o capítulo 12). O capítulo 3 explica a osmose; mas resumindo, a osmose é a ação de água seguindo os solutos. A albumina, junto com alguns eletrólitos que flutuam no plasma (como os íons de sódio e potássio), atua com soluto e a água passa dos tecidos do corpo para o sangue.
- ✓ **O fibrinogênio:** durante o processo de coagulação, o fibrinogênio é convertido em fios de fibrina, que em seguida se transformam numa estrutura que lembra uma teia que prende as células sanguíneas para começar a formar um coágulo.
- ✓ **Imunoglobulina:** é outro termo para anticorpo (veja o capítulo 13). As imunoglobulinas são produzidas em reação a algum micrório invasor, seja um vírus ou bactéria. Quando o seu corpo encontra um invasor pela primeira vez, ele forma as imunoglobulinas para o seu sistema imunológico poder combater o micrório. Essas imunoglobulinas continuam circulando no sangue; da próxima vez que você enfrenta esse mesmo micrório, você está pronto para o ataque e não fica doente.

## Transportando o oxigênio: as células vermelhas



Se você já chegou a ver as células vermelhas pelo microscópio, talvez você lembre que elas parecem umas miniboias — assim fica mais fácil visualizar elas descendo pela sua corrente sanguínea. A *célula de sangue vermelha*, ou *eritrócito*, carece de uma propriedade que a maioria das células tem: o núcleo. Os eritrócitos contêm *hemoglobina*, que permite que eles façam o seu trabalho principal — transportar oxigênio. A hemoglobina é uma proteína formada de uma molécula de globina e quatro moléculas de heme, do grupo heme (HEME), que contém ferro, que segura o oxigênio para que a hemoglobina possa transportá-lo pelo sangue.



Quando o oxigênio se junta à hemoglobina, é formado o composto *oxi-hemoglobina*. A oxi-hemoglobina é bem vermelha e fornece a cor que você vê no sangue que vem das artérias. Quando a oxiemoglobina libera o oxigênio, permanece o composto *desoxihemoglobina*. Essa substância tem uma cor roxa escura. Essa cor roxa é o que deixa as suas veias com aquela aparência azul. (Confira os seus punhos.)

Os eritrócitos não desfrutam de uma vida longa. Cada eritrócito, que é produzido na sua medula óssea vermelha vive apenas quatro meses. Quando o eritrócito viveu seus quatro meses e chega ao final, é engolido por um *fagócyto* (uma célula grande que “come” os resíduos celulares e os transporta até onde podem ser removidos do corpo). O fagócyto leva o eritrócito morto até o fígado ou baço, onde o eritrócito é destruído. O fígado ou baço destroem 2,5 milhões de eritrócitos por segundo; felizmente, a medula óssea vermelha consegue acompanhar o ritmo de produção de novos eritrócitos. Quando uma célula é destruída, a hemoglobina é liberada e separada em proteínas de *globina* e *heme*. O ferro é extraído do heme e reciclado de volta à medula óssea vermelha para ser reaproveitada na produção de novos eritrócitos.

## Mantendo a saúde: células brancas



Apesar dos eritrócitos receberem todo o crédito pelo transporte de oxigênio e tornar o sangue vermelho, as células sanguíneas brancas, mais conhecidas como *leucócitos* ou glóbulos brancos, também desempenham um papel importante na sua saúde. O seu corpo tem mais eritrócitos do que leucócitos, mas os leucócitos geralmente são maiores, o que é muito bom; os leucócitos são as células que combatem os capangas na sua corrente sanguínea — os micróbios invasores, como as bactérias e vírus (veja o capítulo 13).

Há vários tipos de leucócitos, como os *basófilos*, *eosinófilos* e *neutrófilos*, que são *leucócitos granulares* porque têm partículas minúsculas de proteína envolvendo seus núcleos. (Sim, os leucócitos, ao contrário dos eritrócitos, têm núcleos.) Os *linfócitos* e *monócitos* são *leucócitos não-granulares*; apesar destes leucócitos terem partículas de proteína em volta do núcleo, não são tão óbvios como no outro caso. As partículas de proteína contêm enzimas e outras substâncias que atuam como um antibiótico natural que ajudam a matar bactérias e vírus.

Como os leucócitos funcionam como parte do sistema imunológico (veja o capítulo 13), eles não são encontrados apenas no sangue, mas também no líquido de tecido que envolve as células e a linfa (que é o excesso do líquido de tecido que é absorvido pelos vasos do sistema linfático; veja o capítulo 13). Quando você tem alguma infecção na pele, alguns leucócitos conseguem sair dos menores vasos sanguíneos (os capilares) e ir direto ao local de infecção. A Tabela 9-1 explica as funções específicas de cada tipo de leucócito.

<b>Tabela 9-1</b>	<b>As funções dos leucócitos</b>
<b>Tipo de leucócito</b>	<b>Funções específicas</b>
<i>Leucócitos granulares</i>	
Eosinófilos	A quantidade aumenta durante reações alérgicas e infecções parasitárias
Neutrófilos	São os primeiros a responder às infecções; eles fagocitam (comem e removem) bactérias e restos celulares.
Basófilos	Passam dos vasos sanguíneos para os tecidos no local da ferida; liberam histamina para dilatar os vasos sanguíneos na área (aumentando o fluxo de oxigênio, nutrientes e células do sistema imunológico para os tecidos feridos e acelerando o reparo)
<i>Leucócitos não-granulares</i>	
Linfócitos	
Linfócitos B	Os linfócitos B formam os anticorpos usados para combater as infecções (veja o capítulo 13)
Linfócitos T	As células T contribuem para a sua saúde destruindo células que contêm matérias estranhas, chamadas de抗原 (antígenos) (veja o capítulo 13)
Monócitos	Os maiores leucócitos; ao amadurecer se transformam em macrófagos, células do sistema imunológico que consomem microrganismos e estimulam a ação dos outros leucócitos

## Tampando com plaquetas



As plaquetas são fragmentos minúsculos de células. As células grandes encontradas na medula óssea vermelha — *megacariócitos* — se despedaçam em fragmentos, que são as plaquetas. Sua tarefa é começar o processo de coagulação e tampar os vasos sanguíneos danificados. Cada plaqueta, também chamada de *trombócito*, tem um prazo de vida curto; elas vivem apenas em torno de dez dias.

## Espremer sangue de osso



As células sanguíneas são produzidas na sua medula óssea vermelha. O processo que forma as células sanguíneas é chamado de *hematopoiese*, e ocorre na medula vermelha de suas vértebras, costelas e crânio, e também nas extremidades dos seus ossos compridos (como o fêmur). *Células-tronco* são encontradas na medula vermelha, e essas células tronco originais se dividem e mudam (diferenciam) até elas se tornarem células sanguíneas específicas.

A formação de eritrócitos ocorre da seguinte forma:

1. Uma célula-tronco (chamada de *multipotente*, porque tem o potencial de virar muitos tipos de células diferentes) na medula vermelha se divide em duas células-tronco *mieloides*.
2. Uma célula-tronco mielóide pode virar um linfócito B ou T (veja a Tabela 9-1), ou pode se diferenciar num *eritroblasto, megacarioblasto, ou mieloblasto*.

Um *eritroblasto* amadurece e vira um eritrócito.

O *megacarioblasto* é o precursor do megacariócito, que depois se fragmenta em plaquetas.

O *mieloblasto* pode se desenvolver e formar um dos quatro tipos de leucócitos: basófilos, eosinófilos, neutrófilos ou monócitos.

3. Depois que as células sanguíneas amadureceram nos ossos, elas entram no sistema circulatório, que as transporta pelo corpo.

## Entendendo a Anatomia Cardíaca: Seu Coração

O sistema circulatório – ou *sistema cardiovascular* – consiste do coração e dos vasos sanguíneos. O coração, o principal órgão do sistema circulatório, faz o sangue circular. O bombeio do coração espreme o sangue do coração e a pressão que é gerada força o sangue pelos vasos sanguíneos. Anatomicamente, o coração tem apenas o tamanho do seu punho. E não tem bem o formato de um coração; o coração humano tem mais o formato de um cone (veja a Figura 9-1). É alojado entre os seus pulmões, logo atrás (posterior) do esterno, e o “topo” (ápice) do cone aponta para a esquerda. Na verdade, o coração fica um pouco para o lado esquerdo do centro do peito.



Uma camada grossa de tecido muscular e uma membrana protetora dobrada em duas camadas, chamada de *pericárdio* ou *membranas pericárdicas*, envolvem o coração. O coração em si é um conjunto de espaços ocos bem organizado.

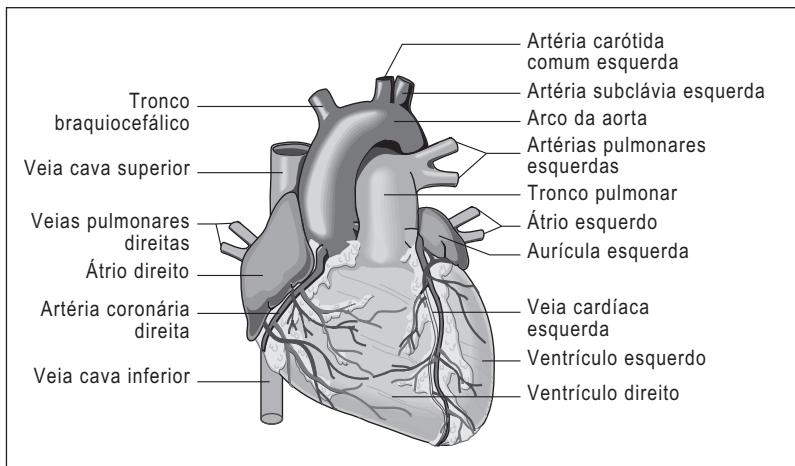
- ✓ **Endocárdio:** a camada mais profunda do coração consiste de tecido endotelial que reveste o interior do coração e é contínuo com todos os vasos sanguíneos.
- ✓ **Cavidade pericardial:** neste espaço encontramos as veias coronárias que abastecem os tecidos do coração com nutrientes e oxigênio.
- ✓ **Miocárdio:** essa próxima camada é a camada muscular do coração que faz o trabalho árduo e duro de contração (*mio* quer dizer músculo).
- ✓ **Epicárdio:** essa camada interior do pericárdio cobre o miocárdio. O epicárdio secreta o *líquido pericárdico*, que protege os tecidos quando eles se friccionam com os batimentos cardíacos.
- ✓ **Pericárdio parietal:** além da cavidade pericárdica, na direção exterior do coração, essa camada mais externa do coração é uma cobertura fina e branca composta de tecido conjuntivo denso que conecta os principais vasos sanguíneos (como a aorta) ao esterno e diafragma. O seu coração não flutua solto dentro do seu peito. Como o epicárdio, o *pericárdio parietal* também secreta o *líquido pericárdico* que lubrifica os tecidos do coração.

Os espaços ocos do coração são chamados de *cavidades*. São quatro cavidades, duas de cada lado, que se enchem de sangue e liberam o sangue num padrão rítmico:

- ✓ Átrio esquerdo
- ✓ Átrio direito
- ✓ Ventrículo esquerdo
- ✓ Ventrículo direito

Uma membrana chamada de *septo interatrial* separa os átrios, e uma membrana chamada de *septo interventricular* separa os dois ventrículos. Cada cavidade do coração tem um papel específico em circular o sangue, e a anatomia de cada cavidade atende perfeitamente a sua função. A próxima seção detalha cada cavidade.

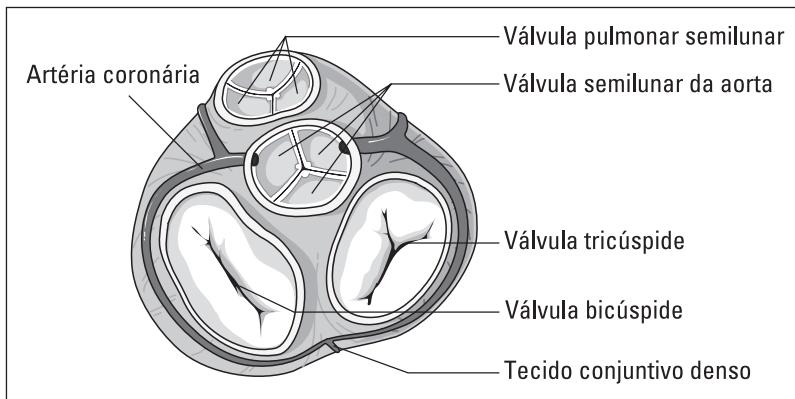
**Figura 9-1:**  
Visão  
anterior do  
coração.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

O coração também contém várias válvulas, cujos nomes já indicam sua posição anatômica ou suas características (veja a Figura 9-2). Por exemplo, as *válvulas atrioventriculares* ficam entre os átrios e os ventrículos; a *válvula mitral* parece uma mitra e tem duas cúspides e a *válvula tricúspide* tem três cúspides ou pontas. As *válvulas semilunares* têm o formato de meia lua. As válvulas atuam como eclusas num canal: permitem a entrada de quantidades certas de sangue na cavidade, e não deixam o sangue fluir de volta. As válvulas mantêm o fluxo de sangue na direção certa, o que ajuda a manter o ritmo do coração.

**Figura 9-2:**  
Válvulas  
cardíacas.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Seu Coração: a Fisiologia do Coração

Nessa seção, você vai observar as funções do coração – sua capacidade de funcionar como bomba e também manter seu próprio

funcionamento através do batimento cardíaco. O sangue segue um caminho pré-determinado pelo corpo, que é explicado na seção “Passando batido: a trajetória do sangue pelo coração e corpo.” A geração do batimento cardíaco e o pulso são explicados como a mecânica do coração, e você encontra mais informações sobre esta assunto nas seções “Gerando eletricidade: o ciclo cardíaco” e “Pulsando o pulso”.

## *Passando batido: A trajetória do sangue pelo coração e corpo*

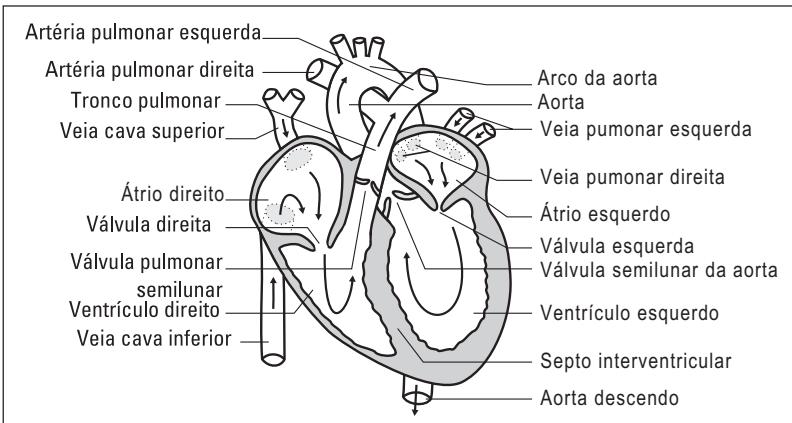
O coração é uma *bomba dupla* ou um *sistema de dois circuitos* por duas razões. Um, o coração tem dois tipos de cavidades — átrios e ventrículos —; os átrios contraem simultaneamente, e em seguida, os ventrículos contraem simultaneamente. Dois, o coração bombeia o sangue através de duas vias — o sistema arterial e o sistema venoso. Está vendo o padrão?

O caminho do sangue pelo coração explica a anatomia das cavidades e também deixa claro por que o coração é considerado uma bomba dupla. A Figura 9-3 mostra a anatomia interna do coração e também a trajetória do sangue pelo coração.



Acompanhe o desenho da Figura 9-3 para entender essa seção. Ou melhor, acompanhe a trajetória com um lápis vermelho e azul: vermelho para o sangue oxigenado (sistema arterial) e azul para o sangue desoxigenado (sistema venoso).

**Figura 9-3:**  
As estruturas internas do coração e a trajetória do sangue.



LifeART® , Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



Para circular pelo seu corpo inteiro, o sangue que contém oxigênio precisa sair do coração com muita força para completar a trajetória toda.

No seu primeiro circuito, o coração bombeia o sangue oxigenado (o sangue vermelho com oxi-hemoglobina) pelas artérias para todos os cantos do seu corpo. Depois que todas as células e tecidos receberam oxigênio, o sangue desoxigenado (o sangue roxo com desoxiemoglobina) retorna ao coração pelas veias.

Em seguida o sangue passa pelo segundo circuito onde o sangue desoxigenado é bombeado do coração para os pulmões para ser oxigenado novamente. Lembra, o coração é uma bomba dupla, então há dois circuitos: (1) do coração aos pulmões, e (2) do coração ao corpo. A lista abaixo mostra todos os passos ao longo da trajetória pelo coração:

1. O sangue oxigenado sai dos pulmões e entra pelas *veias pulmonares* no *átrio esquerdo*.
2. O átrio esquerdo contrai, forçando o sangue oxigenado pela válvula mitral esquerda para o ventrículo esquerdo.
3. O ventrículo esquerdo bombeia o sangue oxigenado através da *válvula semilunar da aorta* para a artéria principal, a *aorta*.
4. O sangue oxigenado passa pelo corpo através das artérias que se estendem da aorta.
5. O oxigênio é levado até os tecidos do corpo (para ser usado nas reações metabólicas: o oxigênio é consumido; são produzidos gás carbônico e água; veja o capítulo 2), e o resto residual (gás carbônico) é captado pelos menores vasos sanguíneos, os *capilares*. (Veja a seção “Trocando o oxigênio: Seus capilares” neste capítulo.) O sangue agora está *desoxigenado* porque o oxigênio foi entregue.
6. O sangue desoxigenado retorna ao coração pelas *veias*.
7. Antes de entrar no coração, o sangue desoxigenado passa pelas maiores veias do corpo — a *veia cava superior* e a *veia cava inferior* — entrando no *átrio direito*.
8. O átrio direito contrai, forçando o sangue desoxigenado pela válvula tricúspide direita para o *ventrículo direito*.
9. O ventrículo direito contrai, forçando o sangue desoxigenado pela *válvula pulmonar semilunar*, entrando nas *artérias pulmonares*.
10. As artérias pulmonares levam o sangue desoxigenado do coração aos *pulmões* para oxigená-lo novamente.
11. Este processo inteiro — bombear o sangue do coração aos pulmões, o retorno do sangue dos pulmões ao coração, e em seguida bombear o sangue do coração pelo corpo inteiro — se repete a cada minuto, durante a sua vida toda.

A *circulação pulmonar* se refere ao caminho do sangue desde o coração até os pulmões e de volta ao coração. A *circulação sistêmica* se refere ao caminho do sangue desde o coração para o resto do corpo e de volta ao coração. Esses dois sistemas – ou circuitos – trabalham em conjunto para realizar o objetivo de manter a taxa de oxigênio no sangue dentro dos padrões normais. Em nenhum momento pode faltar oxigênio no seu sangue; nem pode haver um excesso de gás carbônico. A homeostase (veja o capítulo 8) é mantida quando a circulação pulmonar e sistêmica são interligadas.

## ***Gerando eletricidade: o ciclo cardíaco***

Mesmo sem você perceber, você está gerando eletricidade. O seu cérebro gera impulsos elétricos, e seu coração também. Dentro do tecido muscular cardíaco existem fibras especializadas que fazem parte do *sistema condutor cardíaco*, que é responsável por gerar o seu batimento cardíaco. A maior massa dessas fibras especializadas se encontra no *nó sinoatrial*, também conhecido como *marca-passo* porque é aqui onde inicia o batimento cardíaco. O nó sinoatrial fica na parede posterior do átrio direito, perto de onde a veia cava superior entra no coração. Se o seu nó sinoatrial parar de funcionar bem, você precisa de um marca-passo artificial. Iniciando o impulso elétrico que alavanca o começo do ciclo, o nó sinoatrial controla o ciclo cardíaco. Depois que o nó sinoatrial envia o impulso, ocorrem os seguintes eventos no *ciclo cardíaco*:

- 1. O átrio direito e o átrio esquerdo contraem ao mesmo tempo, forçando o sangue para os ventrículos relaxados.**
- 2. Depois que o nó sinoatrial estimula a contração dos átrios direito e esquerdo, o impulso elétrico passa para o nó atrioventricular.** O nó atrioventricular também é localizado no átrio direito, mas fica perto do septo que separa o átrio direito e esquerdo dos ventrículos.
- 3. O nó atrioventricular repassa o impulso às fibras localizadas no septo, chamadas de feixe atrioventricular ou feixe de His.** O feixe atrioventricular se ramifica duas vezes: Um ramo segue para a direita, e o outro segue para a esquerda. No final destes ramos estão as fibras de Purkinje, que entregam o impulso que causa a contração dos ventrículos.
- 4. O átrio direito e o átrio esquerdo relaxam, e os dois ventrículos se contraem simultaneamente, forçando a entrada de sangue na aorta.** Em seguida, o sangue passa pela circulação sistêmica e entra nas artérias pulmonares para mandar o sangue passar pela circulação pulmonar.
- 5. O átrio direito e o átrio esquerdo e os ventrículos relaxam durante menos de meio segundo.**

O ciclo cardíaco inteiro leva aproximadamente 0,85 de um segundo, baseado na média de 70 batimentos cardíacos por minuto. Se o seu ciclo cardíaco leva menos tempo, o seu coração está batendo rápido demais (*taquicardia*); se houver tempo demais entre os seus ciclos cardíacos, o seu coração está batendo devagar demais (*bradicardia*).

## Pulsando o pulso



Cada ciclo cardíaco gera uma batida cardíaca, e o compasso dos seus ciclos cardíacos é o seu *pulso*. Normalmente, quando você está em repouso, o coração bate em torno de 70 vezes por minuto, então um pulso normal é 70. Você pode sentir o seu pulso em vários lugares do corpo. Usando qualquer dedo (menos o polegar) podemos sentir o pulso no interior do punho ou na artéria carótida no pescoço. O que você sente ao tocar nesses lugares é a expansão da artéria quando o sangue passa por ela. Imediatamente depois que a passagem do sangue expandiu esse lugar na artéria, a artéria volta ao seu tamanho normal. O sangue passa pelo mesmo lugar com a mesma frequência do seu ciclo cardíaco, então cada vez que você sente a expansão da artéria, você pode calcular quantas vezes ocorre o seu ciclo cardíaco e medir o seu pulso.

## Os Seus Vasos Sanguíneos

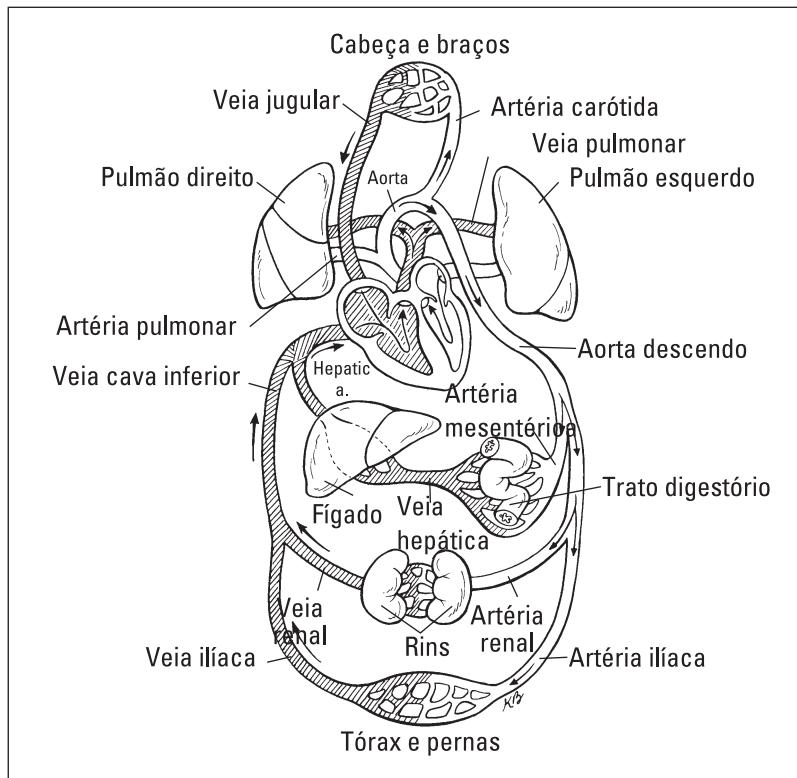
As artérias geralmente têm veias do mesmo tamanho correndo ao longo ou próximas delas. As artérias e as veias alcançam todas as partes do corpo; por isso, as artérias e veias muitas vezes têm o mesmo nome. A Figura 9-4 mostra os principais vasos sanguíneos do corpo e como os sistemas arterial e venoso trabalham em conjunto.



Imagine os seus vasos sanguíneos como projeções do seu coração que percorrem seu corpo todo, da mesma forma que os seus nervos são projeções do seu cérebro e da sua medula espinhal. O coração e os vasos sanguíneos são revestidos de uma camada contínua de tecido endotelial. Isso significa que o mesmo tecido que reveste o interior do coração também reveste os principais vasos conectados ao coração: a aorta, a veia cava e as artérias e veias pulmonares, e todas suas ramificações pelo corpo todo.

Os cinco tipos de vasos sanguíneos são *artérias*, *arteríolas*, *capilares*, *vênulas* e *veias*. O sistema arterial (artérias e arteríolas) diminui em tamanho conforme ele se espalha pelo corpo. As artérias transportam o sangue oxigenado do coração ao corpo; as arteríolas são os ramos menores das artérias. As arteríolas também transportam sangue oxigenado, geralmente das artérias até os capilares. O sistema venoso (veias e vênulas) é o oposto do sistema arterial. As vênulas menores transportam o sangue desoxigenado primeiro, do capilar até a veia. Em

seguida, as veias maiores transportam o sangue desoxigenado das vênulas do corpo de volta ao coração e pulmões. Os capilares são os menores vasos sanguíneos que formam uma ponte entre os vasos que transportam sangue oxigenado e os que transportam sangue desoxigenado — geralmente as arteríolas e vênulas. (Veja também neste capítulo a seção “Trocando o oxigênio: seus capilares.»)



**Figura 9-4:**  
A circulação pulmonar e sistêmica trabalhando juntas através dos sistemas arterial e venoso.

LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Analisando as artérias e veias

Em termos anatômicos, as artérias têm paredes grossas. A camada mais profunda da artéria — chamada de *túnica interna* — ou íntima, consiste de endotélio, como o interior do coração. O endotélio é coberto por uma camada de tecido elástico, que permite a expansão da artéria quando necessário. Cobrindo essa camada de tecido elástico está uma camada grossa de músculo liso, que causa a constrição da artéria quando o músculo contrai. O tecido elástico e as camadas de músculo liso formam a parte central da artéria — a *túnica média*. A camada externa da artéria — a *túnica externa* — é formada por uma camada grossa de tecido conjuntivo.

As veias têm uma anatomia similar, porém suas paredes costumam ser mais finas do que as das artérias. A túnica interna da veia também consiste de endotélio, e a túnica média possui uma camada de tecido elástico cobrindo o endotélio, bem como uma camada de músculo liso. Portanto, a camada de músculo liso da veia é muito mais fina do que a da artéria. A razão é que o sangue passa pelas veias de uma maneira muito diferente do que ele passa pelas artérias. Como as artérias recebem o sangue que vem do coração, normalmente há pressão suficiente nas artérias para circular o sangue pelas artérias e arteríolas. Mas, às vezes, as artérias precisam de uma pequena ajuda para aumentar a pressão e forçar a circulação do sangue; por isso a artéria dispõe dessa camada muscular maior. A pressão nos capilares é baixa, e em seguida o sangue entra no sistema venoso, onde praticamente não existe pressão arterial.

O fluxo do sangue pelas veias é provocado pela contração dos músculos esqueléticos. Quando você movimenta os braços, as pernas e o tórax, seus músculos contraem, e esses movimentos “empurram” o sangue pelas veias. A contração do músculo esquelético fornece uma ação massageante que vai espremendo o sangue pelas veias. Porém, o sangue passa aos poucos pela veia. Há válvulas dentro das veias que previnem o sangue de voltar para trás. As válvulas abrem na direção que o sangue está fluindo, e são fechadas assim que o sangue passar para manter o fluxo do sangue na direção do coração. Finalmente, todas as veias levam às veias principais — a *veia cava superior* e a *veia cava inferior*.

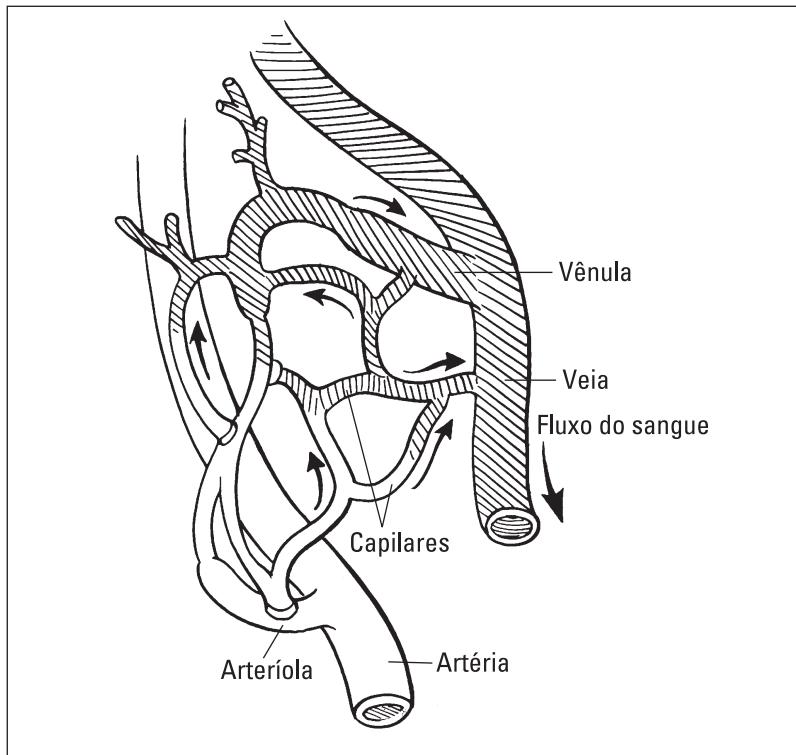
A *veia cava inferior* (a divisão inferior da veia cava que entra na parte inferior do coração) é formada pela convergência das *veias ilíacas comuns*. As veias ilíacas comuns são formadas pela *veia ilíaca interna*, que retorna o sangue dos órgãos pélvicos, e pela *veia ilíaca externa*, que traz o sangue das pernas. Igualmente, as veias renais retornam o sangue dos rins e as veias hepáticas retornam o sangue do fígado ao coração, passando pela veia cava inferior. Da cabeça e dos braços, o sangue desoxigenado volta ao coração pela *veia jugular*, que está conectada à *veia cava superior* (a parte superior da veia cava entra na parte superior do coração) pela *veia braquiocefálica*. Todas as *veias do braço* — a *veia ulnar*, a *veia radial* e a *veia subclávia* — levam à veia braquiocefálica.

Quando deixa o coração pela aorta, o sangue oxigenado imediatamente sobe pela *artéria carótida* que se dirige para a cabeça ou *desce pela aorta* que vai para os órgãos abdominais e os membros inferiores. A aorta que desce se divide na *artéria mesentérica*, a principal artéria que se dirige ao trato digestório, nas duas *artérias renais* que abastecem os rins, e na *artéria ilíaca comum*, que abastece o pélve e as pernas.

## Trocando oxigênio: seus capilares

A *troca capilar* (veja a Figura 9-5) é o termo usado para descrever o processo que leva o oxigênio e os nutrientes da corrente sanguínea

até as células e o gás carbônico e os restos residuais das células para a corrente sanguínea.



**Figura 9-5:**  
Trocá  
capilar.

LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

O sangue oxigenado passa pelas artérias e ramificações para as arteríolas. Depois de passar pelas arteríolas, o sangue entra nos vasos menores: os capilares. A conglomeração de capilares entre os vasos sanguíneos maiores é o *leito capilar* (veja a Figura 9-5). O leito capilar conecta o sistema arterial ao sistema venoso; mais especificamente, os capilares formam uma ponte entre as arteríolas e as vénulas. Os leitos capilares estão espalhados pelo seu corpo inteiro. Por isso, que qualquer ferida na pele, mesmo que ela seja mínima, sempre sangra. Mas é por causa dessa omnipresença que os capilares são capazes de levar as matérias essenciais a todas as células em todos os tecidos.

A parede celular de um capilar é da espessura de apenas uma célula. Como há muitos capilares espalhados pelo seu corpo todo, esses capilares finos fazem contato com todos os tecidos. Quando o sangue passa pelo capilar, o oxigênio presente no sangue da arteríola próxima é difundido diretamente pela parede fina do capilar ao líquido do tecido. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre difusão.) O líquido do tecido envolve todas as células no tecido, por isso quando você tem alguma ferida a sua pele parece molhada e úmida. O líquido serve como um meio pelo qual a matéria passa para dentro da célula. O oxigênio é um gás, e o movimento errático

dificultaria a entrega de oxigênio para todas as células. Então, para controlar melhor o movimento das moléculas de oxigênio, o oxigênio precisa ser dissolvido numa solução aquosa. O componente líquido do sangue e o líquido dos tecidos servem para cumprir essa tarefa. Quando o oxigênio é dissolvido no líquido dos tecidos, ele pode passar dos capilares ao líquido dos tecidos e em seguida difundir nas células do corpo.

Na extremidade do capilar, perto da arteriola, o oxigênio (e nutrientes como água, glicose e aminoácidos) é difundido no líquido dos tecidos. Na outra extremidade do capilar, mais próximo da vênula, o gás carbônico e outras substâncias residuais são difundidos do líquido dos tecidos e passam através da membrana capilar ao sangue. Agora o sangue continua pelo sistema venoso e os produtos residuais são depositados nos seus devidos lugares para ser excretados. Por exemplo, o gás carbônico é levado pela corrente sanguínea aos pulmões, para ser exalado e removido do corpo.

O capilar, mesmo tão minúsculo, é o destino alvo que o sangue precisa alcançar. O sangue somente pode completar sua missão de trocar o oxigênio e nutrientes pelo gás carbônico e produtos residuais nos capilares, então o sangue precisa chegar lá. Os capilares servem para mais coisas do que “apenas” a troca entre substâncias boas e más. Eles também exercem uma função na pressão arterial. (Veja o quadro “Exercício reduz a pressão” neste capítulo.)

## *A Fisiopatologia do Sistema Circulatório*

Às vezes, no rio da vida, barcos afundam e troncos encalham. Quando tudo corre bem, a vida é maravilhosa; mas quando nos deparamos com alguma obstrução, a vida é uma você-sabe-o-quê. É a mesma coisa com o sistema circulatório. Quando seu sistema circulatório funciona a todo vapor e suas células fluem livremente pelo seu corpo, a sua saúde está ótima. Mas, quando ocorre algum problema nas células sanguíneas ou quando o fluxo de sangue é reduzido por causa de alguma obstrução, a sua saúde sofre. Nessa seção, você vai entender as causas de alguns problemas do sistema circulatório. Pressão alta, doença cardíaca e derrame são os vilões mais conhecidos, os que mais causam problemas de saúde e morte nas sociedades ocidentais, geralmente uma consequência do nosso estilo de vida (alimentação, falta de exercício, estresse). Mas também há problemas genéticos que afetam o sistema circulatório. A anemia falciforme é um desses problemas genéticos, e essa seção também inclui informação sobre essa doença.

## Pressão alta

A *pressão arterial* é o termo usado para descrever a força que o sangue exerce contra a parede de uma artéria. Dois fatores afetam a força que o sangue tem: o *débito cardíaco* e a *resistência periférica*. O débito cardíaco é o volume de sangue circulado pelo coração. A resistência periférica descreve a quantidade de (ou a falta de) “elasticidade” nas paredes dos vasos. Quanto maior o débito cardíaco – quando a frequência cardíaca aumenta ou o coração precisa circular mais sangue – mais alta pressão para poder dar conta da tarefa. Igualmente, quanto maior a resistência arterial (menos expansão ou elasticidade quando o sangue passa), mais alta a pressão para garantir o fluxo.

Vários fatores influenciam o aumento da pressão arterial. Primeiro, a reação *luta ou fuga* causa a liberação do hormônio *adrenalina*, que aumenta a frequência cardíaca (veja o capítulo 8). Outros estímulos emocionais, como o contato sexual ou a ansiedade, podem estimular os nervos que enviam um impulso para aumentar a frequência cardíaca. O aumento da frequência cardíaca também resulta no aumento do débito cardíaco, o que aumenta a pressão arterial. Um excesso da enzima renina (o excesso geralmente é causado por algum *problema renal*) também pode causar um desequilíbrio num grupo de enzimas e hormônios chamado de sistema renina-angiotensina-aldosterona, que causa a absorção de sódio.

Um excesso de sódio causa a constrição das arteríolas, o que aumenta a pressão arterial. O *hormônio antidiurético* (ADH; veja os capítulos 8 ou 12) causa a reabsorção de água pelo rim de volta à corrente sanguínea, aumentando o volume de sangue. O aumento do volume de sangue eleva a pressão arterial. Algumas dessas ações são formas normais e saudáveis do corpo preservar o equilíbrio ou a homeostase. Porém, quando o excesso de sódio é causado pela alimentação ou quando existe algum problema hormonal que causa a secreção excessiva ou insuficiente dos principais hormônios, a pressão arterial pode aumentar muito e até requerer intervenção médica para normalizá-la.

Entretanto, o corpo também tenta normalizar a pressão arterial. Como parte da homeostase, os receptores nas artérias detectam a pressão. Em seguida esses *pressorreceptores* enviam um impulso ao bulbo do cérebro (veja o capítulo 7), informando o cérebro sobre a pressão arterial. Se a pressão for acima do normal, o cérebro envia impulsos que causam reações que reduzem a frequência cardíaca e dilatam as arteríolas, duas ações que diminuem a pressão arterial.

A *hipertensão* é definida como uma medida sistólica superior a 140 milímetros de mercúrio (abreviado como mm Hg; Hg é a abreviação do elemento mercúrio) ou uma medida diastólica superior a 90 mm Hg. A pressão arterial, medida na artéria, informa qual é a pressão quando o ventrículo esquerdo contrai (*sistólico*, o valor maior) e quando relaxa (*diastólico*, o valor menor). A pressão arterial normal fica em torno de 120/80 mm Hg. Quanto mais altos os valores

sistólicos e diastólicos, maior a pressão contra as paredes das artérias e maior o esforço do coração.

## O exercício reduz a pressão

Você mesmo pode controlar sua pressão arterial, mas isso requer algum esforço físico. Não importa se você faz por obrigação ou prazer (eu encaro como minha "hora do recreio"), movimentar o seu corpo traz muitos benefícios. Além de fortalecer os seus músculos esqueléticos, o exercício fortalece os seus músculos cardíacos e ossos. Também pode reduzir a sua pressão.

Você sabe quantos leitos capilares você tem no seu corpo todo? Bem, nem todos abrem ao mesmo tempo. Quando você não se movimenta, os leitos capilares estão fechados. Os esfíncteres dentro dos capilares se contraem para evitar que o sangue

entre no leito capilar. (O sangue é desviado da arteriola diretamente para a vênula através de um desvio artério-venoso próximo.) Quando não há sangue no leito capilar, também não há difusão de oxigênio ou nutrientes para o líquido intersticial. E sem essa ação, a atividade metabólica diminui. Mas quando você faz exercícios ou brinca, os esfíncteres dentro dos capilares relaxam, abrindo o leito capilar para receber sangue e atividade metabólica. Quanto mais leitos capilares se abrem, mais espaço o sangue tem para fluir pelo corpo. Com mais vasos abertos, a resistência periférica diminui e consequentemente a pressão também. Então, vá brincar!

Muitos fatores podem causar pressão alta. As artérias são revestidas de endotélio, e o tecido pode mudar ao longo do tempo. Às vezes, outras doenças (como diabetes, doenças renais ou da tireoide) podem causar mudanças vasculares, como no revestimento dos vasos sanguíneos. O estilo de vida – uma alimentação com excesso de sódio ou gordura, falta de exercício, obesidade, estresse, tabagismo ou o uso de anticoncepcionais orais – exerce uma grande influência no desenvolvimento da hipertensão.

Se a pressão arterial permanecer alta, a constante pressão maior começa a danificar o interior dos vasos sanguíneos. Quando tecidos, como os vasos sanguíneos, são danificados, as plaquetas correm para o local da ferida. No local da ferida, as plaquetas começam a se agrupar ao longo dos vasos sanguíneos, se juntando às proteínas envolvidas na coagulação (por exemplo o fibrinogênio). Se formarem um coágulo (*trombo*) na artéria, esse pode obstruir o fluxo de sangue na artéria. Esse coágulo também pode se desalojar e viajar para algum outro lugar no corpo (nesse caso é chamado de *embolia*). Por exemplo, um coágulo que bloqueia uma artéria na sua perna pode se desalojar e ser levado pela corrente sanguínea até o pulmão e ficar alojado aqui. Neste caso, o coágulo é chamado de *embolia pulmonar*, uma condição potencialmente fatal.

Mesmo sem formar coágulos, o acúmulo de plaquetas e fibrina pode causar obstruções, e o vazamento de plasma pelo vaso danificado pode causar um *edema* (inchaço causado pelo acúmulo de líquido) em volta da artéria obstruída. Quando o interior (*lúmen*) do vaso sanguíneo se constringe, a resistência periférica aumenta, resultando

no aumento da pressão. A pressão alta pode ser reduzida com mudanças no estilo de vida (veja o quadro “O exercício reduz a pressão alta” neste capítulo) e remédios como *agentes bloqueadores*, que dilatam as artérias.

## **Doença cardíaca e derrame**

Outra doença comum causada pela restrição das artérias é a *aterosclerose*, também chamada de “endurecimento das artérias”. Um pouco de restrição e perda de elasticidade nas artérias ocorre com o envelhecimento, mas quando isso ocorre rápido ou cedo demais, aumenta o risco de desenvolver uma *doença da artéria coronária* ou um *infarto miocárdico*. Em pessoas com aterosclerose, as gorduras começam ser depositadas no endotélio que reveste os vasos. Em seguida, começam a se formar placas fibrosas em cima desses depósitos de gordura. Logo, depósitos de cálcio são capturados pelas placas fibrosas. Nessa altura, o vaso sanguíneo está praticamente obstruído e essas obstruções podem reduzir o fluxo de sangue para os tecidos e órgãos (chamado de *isquemia*), e causar dores súbitas quando as células sanguíneas tentam forçar a passagem (chamado de *angina*). A redução do fluxo de sangue causa a falta de oxigênio e nutrientes, o que pode causar problemas metabólicos e sintomas como o cansaço.

A redução do fluxo de sangue para as artérias que abastecem o coração de oxigênio e nutrientes, as artérias coronárias, pode causar um *infarto miocárdico*. Durante um infarto cardíaco, a falta de oxigênio causa a morte de alguns tecidos do coração. Num infarto fulminante uma grande porcentagem de tecidos do coração morre, geralmente com consequências fatais.

A redução do fluxo de sangue para as artérias que abastecem o cérebro de oxigênio e nutrientes (as artérias carótidas internas e as artérias cerebrais), pode causar um *acidente vascular cerebral* (AVC), também chamado de *derrame*. Durante um derrame, o abastecimento de oxigênio para o cérebro é interrompido, causando a morte de alguns tecidos no cérebro. Os sintomas de um derrame dependem da localização dos tecidos afetados. Se morrer o tecido na área que controla a fala, pode haver alguma alteração na fala. Se morrer o tecido na área que controla a visão, o paciente pode ficar cego. Além de artérias obstruídas, um *aneurisma*, uma artéria que estoura, também pode causar derrame. Como um aumento na pressão de água numa barragem pode causar a ruptura da barragem, o aumento da pressão arterial atrás da obstrução pode causar o rompimento da artéria.

Alguns dos fatores que aumentam o nosso risco de doença cardíaca e derrame não podem ser evitados, como o envelhecimento, sexo ou raça, mas há outros fatores de risco que podem ser prevenidos ou reduzidos. A melhor maneira de reduzir o seu risco de se tornar mais uma estatística da doença cardíaca é seguir as seguintes orientações:

- ✓ Jamais fumar (ou parar de fumar).
- ✓ Limitar o consumo de gordura e sódio e ter uma alimentação saudável (bastante fruta, verduras e legumes, grãos, lacticínios com pouca gordura, e fontes de proteína com pouca gordura, como frango, peixe, nozes, soja); evite comer comidas processadas que geralmente contêm um excesso de açúcar, sal ou gordura e são de baixo valor nutritivo.
- ✓ Faça exercícios diariamente para estimular o fluxo de sangue pelos vasos sanguíneos. Isso pode evitar a formação de placas e reduzir a pressão arterial em abrir os leitos capilares. (Veja o quadro “Exercício reduz a pressão” neste capítulo.) É como remover as sujeiras do sistema exaustor do seu carro.
- ✓ Beba uma quantidade de água suficiente para se manter bem hidratado (geralmente 2 litros por dia), porque a desidratação pode aumentar a pressão. Pense nisso como um “encher e esvaziar” (ao invés de esvaziar e encher) para seu organismo. (Encher e esvaziar é bem apropriado depois de beber toda aquela água, não acha?)
- ✓ Tente diminuir o estresse na sua vida para evitar que o seu sistema nervoso produza hormônios que aceleram a frequência cardíaca e a pressão desnecessariamente. Não esquente a cabeça com coisas insignificantes; guarde o estresse para aquelas ocasiões quando a sua vida realmente corre perigo ou você enfrenta alguma ameaça.

## Anemia Falciforme

A anemia falciforme, uma doença genética, causa uma súbita alteração na aparência das células sanguíneas normais, deixando-as deformadas. Normalmente, os eritrócitos têm o formato de um disco voador, mas, essa doença faz com que os eritrócitos fiquem curvados, parecendo uma foice. (Lembra da bandeira com o martelo e a foice da antiga URSS? Na minha opinião, elas parecem mais um bumerangue. Mas acho que o nome “anemia de célula bumerangue” não ia pegar tão bem.)

A anemia falciforme é mais comum em africanos ou afro-descendentes. Em pessoas afetadas, o gene dessa doença causa a produção de moléculas de hemoglobinas deficientes, chamadas de *hemoglobina S*. Os africanos (e por ser uma doença genética, os afro-descendentes também) têm um índice tão elevado desse gene porque a hemoglobina S torna as pessoas resistentes à *malária*, uma doença transmitida por mosquitos, que é endêmica na África. Então, o que é visto como a produção de uma molécula deficiente é, na verdade, uma mudança genética que protege a população.

Os eritrócitos falciformes têm um prazo de vida menor do que os eritrócitos normais e não são capazes de transportar a mesma quantidade de oxigênio pela corrente sanguínea. Essas células também estão sujeitas a *hemólise* (destruição do eritrócito) com

uma frequência maior que os eritrócitos normais. O seu formato anormal resulta no encalhamento das células falciformes nos vasos sanguíneos menores, como os capilares. Quando isso acontece, a súbita obstrução causa dor e inchaço, e os tecidos nessa área podem morrer pela falta de oxigênio ou um acúmulo de produtos residuais que não podem ser removidos do corpo; todos esses eventos fazem parte de uma *crise falciforme*. Vários fatores, como o frio, estresse, infecção ou até altitudes elevadas ou um baixo nível de oxigênio no sangue podem provocar uma crise falciforme.

O resultado final de uma crise falciforme é a morte de tecidos no corpo, e órgãos como os rins podem sofrer danos permanentes. Com o passar do tempo, as crises podem causar danos catastróficos e as pessoas com anemia falciforme têm uma expectativa de vida menor, porém, melhor do que antigamente. Hoje em dia, em vez de ter uma expectativa de vida inferior a 30 anos, as transfusões de sangue e remédios estenderam o prazo de vida dos pacientes com anemia falciforme até uns 40 ou 50 anos.



## Capítulo 10

# Respirando Aliviado: O Sistema Respiratório

### **Neste capítulo**

- ▶ Identificar as partes do sistema respiratório
- ▶ Descobrir a diferença entre respiração e respiração celular
- ▶ Conhecer a função do sistema respiratório
- ▶ Entender o estrago que o tabagismo causa

**C**omo você está lendo essa página, espero que você esteja inspirado para conhecer melhor o seu sistema respiratório. Você sabe como a sua respiração mantém você vivo? Se o seu sistema respiratório não funcionar bem, você não respira – e estaria morto. Você não vive sem o seu sistema respiratório, então trate-o com respeito, entenda de que ele consiste, como funciona e como você pode cuidar bem dele.

Esse capítulo explica as partes e atividades do seu sistema respiratório – o grupo de órgãos que fornece o seu oxigênio. O seu sistema respiratório supervisoria várias funções vitais, incluindo:

- ✓ A entrada e saída de ar dos pulmões (ventilação).
- ✓ A troca de oxigênio e gás carbônico entre o ar nos pulmões e o sangue.
- ✓ A troca de oxigênio e gás carbônico entre o sangue e as células do corpo.
- ✓ O metabolismo de oxigênio nas suas células (veja o capítulo 2), que resulta na produção de gás carbônico.

# Conhecendo a Sua Anatomia Respiratória

Considerando a importância da função deste sistema, as “partes” do sistema respiratório são poucas e simples. Seu nariz, faringe, traqueia, pulmões e diafragma são os principais componentes do sistema respiratório. Você também tem alguns órgãos adicionais – que atuam em colaboração com as partes principais para cumprir uma função relacionada. Um exemplo são as cordas vocais, que funcionam com sua faringe e o ar que entra pelo nariz para produzir a sua voz. A Figura 10-1 mostra os principais órgãos responsáveis pela respiração.

## Metendo o nariz

Agora é o momento para você torcer o nariz à sua anatomia. Sério. Vire o seu nariz enquanto você olha no espelho. (Isso mesmo, deixe o livro de lado e vá até o espelho.) Está vendo duas aberturas grandes? Essas são as *narinas*, e é um dos dois lugares onde o ar entra e sai do seu sistema respiratório. Agora você consegue ver aqueles cabelinhos dentro das narinas? Esses cabelos têm uma função. Não estão aí para dar trabalho aos homens que precisam cortá-los de vez em quando, eles também captam partículas de sujeira e poeira para evitar a entrada de bactérias que poderiam causar doenças no seu sistema respiratório. Bom. Você pode abaixar a cabeça. O resto das partes do seu sistema respiratório está dentro do seu corpo e não são visíveis no espelho.



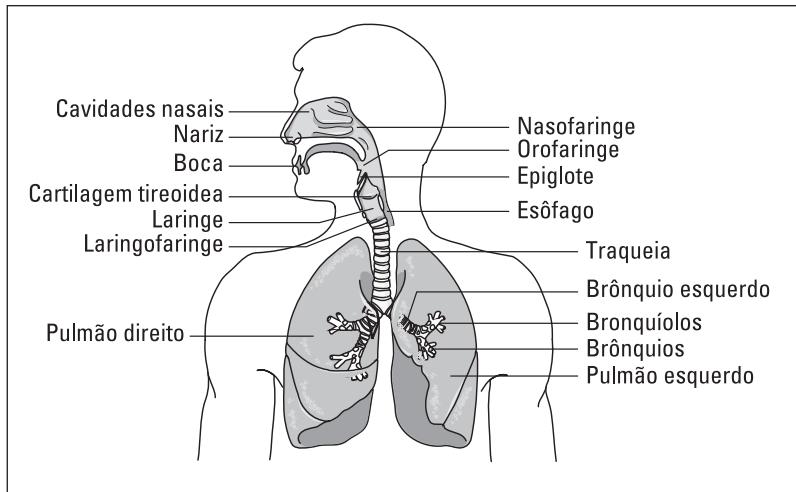
Logo, além das narinas, o *septo nasal* divide suas *cavidades nasais*. Dentro das cavidades nasais há três ossos pequenos, as *conchas nasais*, que oferecem uma área de superfície maior dentro do nariz porque são encaracoladas (como conchas). A pele nas conchas nasais que reveste o interior da cavidade nasal (chamada de *membrana mucosa*) produz muco que aquece e umidifica o ar que entra no seu corpo (como um climatizador de ar). Cobrindo a membrana, os cílios minúsculos ajudam a filtrar o ar que entra.



As *glândulas lacrimais*, localizadas nos cantos dos olhos, secretam lágrimas que descem pelos *ductos lacrimais* para as cavidades nasais. Por isso o seu nariz escorre quando você chora.

Os *seios nasais* são cavidades com ar no crânio que servem para diminuir o peso de sua cabeça. Os seios desembocam nas cavidades nasais para poder receber o ar quando você respira, e como as cavidades nasais, os seios são revestidos de membranas mucosas. Qualquer membrana mucosa pode ficar infectada ou inflamada. Quando a infecção ou inflamação estende-se além das cavidades nasais e progride para os seios, a condição é chamada de *sinusite*. A dor de cabeça sinusal ocorre quando a passagem do seio é obstruída por muco ou tecido inflamado. Ai!

**Figura 10-1:**  
Estruturas  
anatômicas  
do sistema  
respiratório.



*LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

## *Engolindo alguns fatos*



Esse fato não é tão difícil de engolir: igual a comida que passa pela *faringe* (garganta) para o estômago, o ar também passa pela faringe para chegar aos pulmões. Ao longo do caminho, o ar passa por algumas outras estruturas importantes, como a laringe e tonsilas.

Sua faringe é dividida em três regiões, baseadas nas estruturas ligadas a elas:

- ✓ **Nasofaringe:** A parte superior da garganta conectada às cavidades nasais.
- ✓ **Orofaringe:** A parte central da sua garganta conectada a sua boca.
- ✓ **Laringofaringe:** A parte inferior da garganta onde está a *laringe*, o órgão que produz a voz.



## Por que a comida ou bebida pode sair pelo nariz

Já aconteceu de você rir tanto enquanto comia ou bebia que aquilo que estava na boca saiu pelo nariz? Se você sempre quis saber como isso é possível, continue lendo. Se pressionar a sua língua contra o céu da sua boca, dá para sentir o *palato duro*. Essa porção óssea separa a sua boca (cavidade oral) do seu nariz (cavidades nasais). Segundo com a língua mais além do palato duro, em direção da garganta, você sente uma parte mais mole. Esse ponto é o *palato mole*.

Atrás do palato mole é onde as cavidades nasais desembocam na sua garganta; essa

área é a *nasofaringe* (ou rinofaringe). O seu palato mole se movimenta para trás para bloquear (fechar) a nasofaringe quando você engole algo. Normalmente, o palato mole bloqueia a nasofaringe para evitar que a comida entre no nariz. Mas quando você ri e come ou bebe ao mesmo tempo, o seu palato mole se confunde. Quando você vai engolir algo, o palato mole se movimenta para trás; mas quando você ri, ele de repente pula para frente e o que estiver na sua boca entra nas cavidades nasais e sai voando pelo nariz, divertindo as demais pessoas em volta.

A *laringe*, responsável pela produção de sua voz, tem um formato triangular. Na ponta do triângulo está a *cartilagem tireoidea*, a saliência que também é chamada de “pomo-de-Adão”. A *globo*, a abertura por onde passa o ar, fica na parte superior da laringe. Quando você engole algo, uma prega de tecido chamado de *epiglote* cobre a sua globo e evita que a comida entre na sua laringe. Se alguma comida “desce errada”, você começa a tossir até expelir a comida de sua laringe.

Dentro da sua globo, as *cordas vocais* vibram com a passagem de ar. Enquanto vibram, elas produzem ondas sonoras conhecidas como sua voz; quanto maior a vibração, mais alto soa sua voz. As cordas vocais estão posicionadas em volta de membranas mucosas que cobrem os ligamentos do tecido elástico. (Para ler mais sobre ligamentos, veja o capítulo 4.) Através da contração das cordas vocais, você muda o timbre de sua voz. Quando você contrai as cordas vocais, a globo se constringe e o tom da voz fica mais agudo.

Enquanto escrevo esse texto, a minha filhinha de 2 anos está ao meu lado cantando aos berros. Suas cordas vocais ainda novas são bem constringidas e vibram loucamente, produzindo um som altíssimo e super agudo (mas é muito fofa).

## *Perseguindo a traqueia até seus pulmões*



A sua *traqueia* é um tubo que vai da sua laringe e termina logo acima dos pulmões. Terminando logo atrás do esterno (veja o capítulo 4), sua traqueia se divide em dois canais grandes — os *brônquios*. Cada brônquio entra num pulmão, e em seguida se ramifica em brônquios menores (ramificações de segunda ordem ou brônquios lombares e de terceira ordem ou brônquios segmentares). Os brônquios segmentares se ramificam em tubos ainda menores chamados de *bronquíolos*, como galhos num ramo menor. Na extremidade dos menores bronquíolos estão pequenas projeções do tamanho de uma framboesa. Esses pequenos sacos de ar são os *sacos alveolares*, e cada saco contém um grande número de *alvéolos*. Cada um dos aproximadamente 300 milhões de alvéolos nos seus pulmões é cercado por capilares.



Apesar dos alvéolos serem os menores componentes do sistema respiratório, são muito numerosos e extremamente importantes porque são eles que realizam as trocas gasosas. O oxigênio passa dos alvéolos nos pulmões aos capilares que cercam os alvéolos para ser transportado pela corrente sanguínea através do corpo todo. O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) passa dos capilares que cercam o alvéolo para o alvéolo, e em seguida é expirado pelo pulmão. Juntos, a parede alveolar e a parede capilar limítrofe formam a *membrana respiratória* onde ocorre a troca gasosa entre o oxigênio e o gás carbônico. (Veja a seção “Atravessando a membrana respiratória.”)

## *O revestimento dos pulmões*



A *membrana parietal* serosa “prende” os pulmões às extremidades da cavidade torácica (veja o capítulo 1). A *membrana visceral* envolve os pulmões e cerca o *mediastino*, a região que separa o pulmão esquerdo e o pulmão direito e abriga o coração, timo e uma parte do esôfago. Juntos, as membranas parietal e visceral formam as *membranas pleurais*.

Entre as membranas parietal e visceral, há uma cavidade *interpleural* (o que quer dizer entre as pleuras). Esta cavidade contém um líquido pleural que umedece e lubrifica os tecidos das membranas parietal e visceral. Como a pressão deste líquido é menor do que a pressão atmosférica (quer dizer, há pouco oxigênio neste líquido), os seus pulmões se mantêm inflados. Se entrar ar nesses espaços interpleurais, a pressão muda e provoca o colapso do pulmão (pneumotórax). O colapso diminui o volume do pulmão e as membranas respiratórias não conseguem mais fornecer oxigênio ao sangue. Se houver o colapso nos dois pulmões, você perde a capacidade respiratória e pode sufocar rapidamente.

## Inspirando o seu corpo

A respiração representa muitas coisas para o funcionamento do seu corpo – todas ligadas à demanda de oxigênio que você precisa para sobreviver.



*Ventilação*\* — o ato de respirar — não é a mesma coisa que *respiração celular* — a troca de gases e nutrientes em nível celular. Você não precisa pensar para executar essas funções, mas a ventilação utiliza o movimento físico do músculo do diafragma, da caixa torácica e dos pulmões. A respiração celular é principalmente uma série de reações metabólicas (veja o capítulo 2 para ler mais sobre a respiração celular) que acontece sem você perceber qualquer movimento físico.

A *inspiração* é o ato de introduzir o ar nos pulmões (veja a Figura 10-2). Quando você inspira, todas as passagens de ar — quer dizer, todos os brônquios, bronquíolos e alvéolos — estão abertos. (Veja a seção “Perseguindo a traqueia até seus pulmões” neste capítulo para as definições desses termos.) Imagine o ar que você respira como uma neblina. Quando você inspira, a neblina preenche as suas cavidades nasais, a faringe e todas as passagens de ar, tudo ao mesmo tempo. O seu corpo basicamente cria um vácuo que aspira o ar. Imagine como o couro de um fole de lareira gruda quando todo o ar é expelido e como preenche o fole quando afastamos os cabos. Afastar os cabos cria um vácuo que suga o ar para dentro. Seus pulmões trabalham de forma semelhante, e seu cérebro controla todo o processo.

Dentro da parte do seu cérebro chamada de bulbo (veja o capítulo 7 para ler mais sobre o cérebro) há um grupo de células nervosas que emite os impulsos que inspiram a sua inspiração. Esses neurônios especiais são o seu *centro respiratório*. A seguinte lista mostra o processo desde impulso até o momento de inspiração:

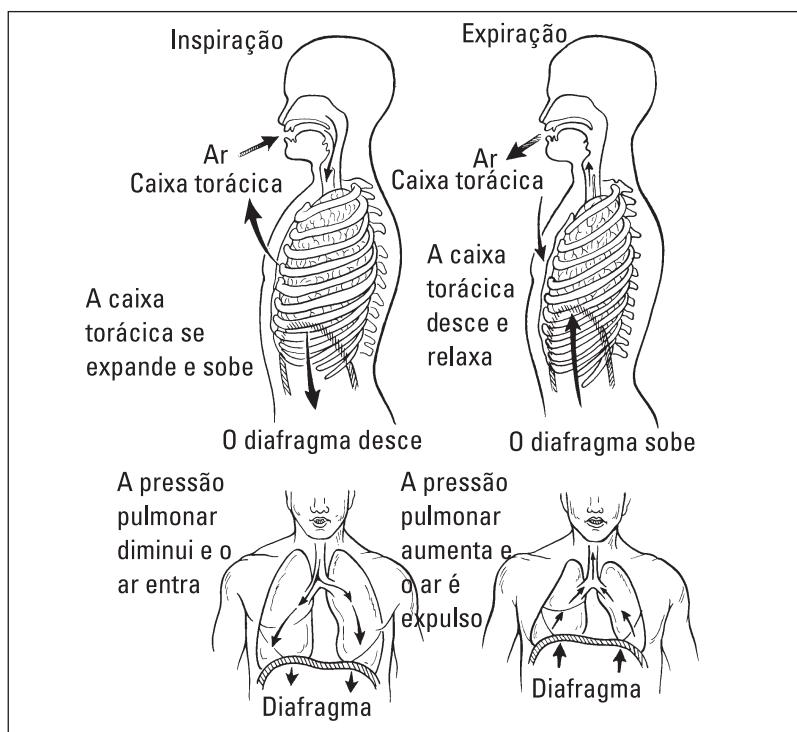
1. Quando os quimiorreceptores (veja o capítulo 7) nas artérias carótidas e aorta detectam um nível maior de gás carbônico do que oxigênio ou um excesso de íons de hidrogênio (um excesso de hidrogênio sinaliza uma condição ácida), eles avisam o seu centro respiratório sobre o problema. (*Íons* são os átomos de um elemento com uma carga positiva ou negativa. (Veja o capítulo 5 para ler mais sobre íons.)
2. Depois das células no seu centro inspiratório receberem o alarme, elas enviam um impulso ao músculo do diafragma e aos músculos torácicos para contrair.

O músculo do diafragma na base da sua caixa torácica é responsável pela expulsão de ar dos pulmões. (Veja a Figura 10-2.)

---

\* N.T. Ao usarmos os termos ventilação ou respiração estamos nos referindo à respiração pulmonar.

3. A contração dos músculos torácicos (os músculos intercostais externos) levanta e expande sua caixa torácica.
4. Ao mesmo tempo em que a sua caixa torácica se levanta e expande, o seu diafragma contrai (se estende para baixo), aumentando sua cavidade torácica. Da mesma forma que você expande o fole de lareira quando você afasta os cabos.
5. Com a expansão da sua caixa torácica, a pressão dentro da caixa torácica diminui. Isso cria uma pressão menor que suga o ar pelo nariz (e boca, se ela estiver aberta). Com o fluxo de ar, os pulmões se expandem e os alvéolos dentro dos pulmões aumentam.
6. Depois da entrada de ar, o seu centro respiratório deixa de enviar o impulso para contrair a sua caixa torácica e diafragma.
7. Quando os impulsos param, seu diafragma relaxa e volta à sua posição original (por causa do tônus muscular abdominal), e sua caixa torácica relaxa e volta para dentro e para baixo (principalmente por causa da força da gravidade).



**Figura 10-2:**  
O processo  
de  
inspiração  
(inalação) e  
expiração  
(exalação)



## Respirando na medida certa

Para determinar se você está respirando bem e se os seus pulmões funcionam bem, os médicos medem o volume de ar que você inspira e expira, e também o quanto de ar você é capaz de reter nos pulmões.

As pessoas costumam inalar e exalar uns 500 mililitros de ar com cada inspiração. Se você forçar a respiração, você pode inalar e exalar mais. Esse volume maior de ar que você inspira e expira é chamado de ar corrente ou *volume corrente* (VC). O volume máximo de ar que você consegue passar pelos pulmões com uma única respiração é sua *capacidade vital* (CV). Respirando bem profundo, a maioria das pessoas consegue alcançar uma capacidade vital de 3100 mililitros, muito mais do que os 500 mililitros que normalmente entram e saem dos pulmões com uma respiração automática. A capacidade vital menos o volume corrente é o seu *volume de reserva inspiratório* (VRI). Esse

valor mostra quanto espaço você tem nos pulmões além da inalação normal.

Você também pode medir as exalações. O seu *volume de reserva expiratório* (VRE) mede o volume adicional de ar que você seria capaz de expelir além de sua expiração normal (isso quer dizer, além e acima da exalação do seu volume corrente). A média de VRE é 1400 mililitros. Então,  $CV = VC + VRI + VRE$ . Entendeu?

Mas, mesmo depois de expelir todo o ar, você ainda continua com uma pequena reserva de ar nos pulmões — o *volume residual* (VR), uma média de 1000 mililitros. Uma parte do ar que você inspira nunca chega aos pulmões. Esse volume, chamado de *espaço morto*, é a quantidade de ar que preenche sua faringe, traqueia e cavidades nasais — lugares onde não ocorre a troca gasosa.

Essas ações aumentam a pressão dentro dos pulmões, forçando a saída de ar dos pulmões, saindo pelo nariz ou boca. Ou melhor, sua expiração. Quando você junta os dois cabos de um fole de lareira, você aumenta a pressão do ar dentro do mesmo, forçando o ar para fora através do bico. O mecanismo de exalação funciona de forma similar.

## Atravessando a Membrana Respiratória

O seu sistema respiratório seria completamente inútil sem a membrana respiratória. Qual seria o sentido de inspirar e expirar se o seu corpo não pudesse usar os gases inspirados? Isso mesmo, o ar é um gás. O ar que você respira contém basicamente oxigênio, mas também inclui outros elementos. Nitrogênio, hidrogênio e enxofre também estão presentes no ar.

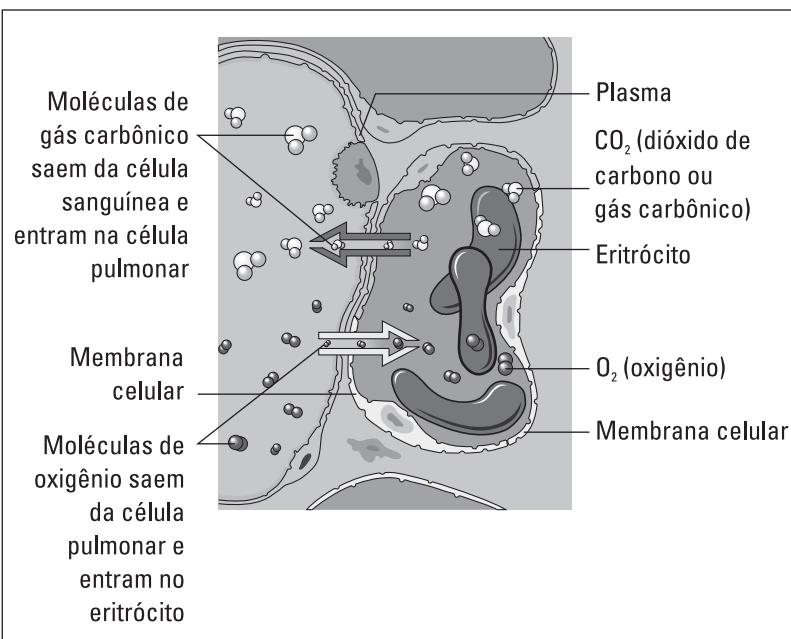
A membrana respiratória não é bem uma membrana normal; é o termo usado para as duas membranas onde acontece a troca gasosa. (Veja a seção “Traçando a traqueia” para ler mais sobre a membrana respiratória.) Na verdade se trata da membrana celular de um alvéolo e a membrana de um capilar onde ocorre a troca

entre o oxigênio (o sangue oxigenado) e o gás carbônico (veja a Figura 10-3).

Na membrana respiratória, as trocas gasosas acontecem em um ou dois segundos. O que acontece neste “piscar de olhos” é o seguinte:

1. Através da difusão, o gás carbônico e a água passam da membrana capilar para o alvéolo no pulmão. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre difusão.)
2. Ao contrário, o oxigênio no alvéolo do pulmão passa para o capilar, onde imediatamente o ferro contido na hemoglobina dos eritrócitos se junta a ele. (Veja o capítulo 9 para ler mais sobre a hemoglobina.)
3. A oxi-hemoglobina é formada nos eritrócitos, dando ao sangue recém-oxigenado sua cor vermelha. (Veja o capítulo 9 para ler mais sobre a oxiemoglobina.)
4. Depois de formar a oxi-hemoglobina, a temperatura do sangue no capilar diminui um pouco.

Esse evento talvez pareça insignificante, mas é fundamental para evitar o aumento da temperatura do corpo fora do padrão normal – uma parte importante da homeostase (veja o capítulo 8).



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Agora o sangue no capilar está oxigenado. Para poder beneficiar as células, o oxigênio precisa passar do pulmão ao coração e ser circulado pelas artérias (veja o capítulo 9) para chegar a todos os cantos do seu corpo.

## As Trocas Gasosas entre o Sangue e as Células

Depois que o sangue oxigenado circular pelas artérias, ele volta aos capilares. Mas agora o sangue está em todos os capilares, pelo corpo todo. Enquanto o sangue passa pelos capilares, o processo de difusão passa o oxigênio do capilar para o líquido intersticial. Ao mesmo tempo, a difusão passa o gás carbônico que está nas células e tecidos para o líquido intersticial. A partir deste líquido, o gás carbônico passa aos capilares e é levado para ser excretado do corpo. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre difusão.)

Suas células usam oxigênio para a respiração aeróbica (veja o capítulo 2). Através da difusão, oxigênio e gás carbônico passam do capilar à célula e da célula ao capilar, porque o oxigênio e o gás carbônico alcançam certas taxas altas ou baixas. A célula usa oxigênio e quando precisa de mais, retira o oxigênio dos eritrócitos no capilar mais próximo onde há uma concentração de oxigênio maior. O capilar tem uma taxa baixa de gás carbônico, mas o corpo celular tem uma taxa maior de gás carbônico (porque o dióxido de carbono é um subproduto da respiração aeróbica que acontece nas suas células). Então o gás carbônico passa do lugar com uma concentração maior para o lugar com uma concentração menor (da célula ao capilar).



No sangue, o gás carbônico é transportado de várias maneiras.

- ✓ Algumas hemoglobinas acolhem o dióxido de carbono para formar carboxiemoglobina. A carboxiemoglobina é transportada pelo sangue como o oxi-hemoglobina, e quando o sangue chega num alvéolo, o gás carbônico é liberado.
- ✓ Uma pequena porcentagem de gás carbônico simplesmente dissolve no seu plasma e é transportada pela sua corrente sanguínea para um alvéolo.
- ✓ Algum gás carbônico combina com água para formar o bicarbonato. O bicarbonato é um sal ácido, mas menos tóxico para as células do que o gás carbônico, então é uma forma mais segura para o seu sangue transportar o gás carbônico. Quando o sangue chega nos pulmões, o bicarbonato se separa, liberando o gás carbônico e a água. (Por isso que a sua respiração contém umidade.)

Depois que a célula usa quase todo o oxigênio e produz gás carbônico como produto residual, o sangue passa pelo capilar e o oxigênio e o gás carbônico trocam de lugar rapidamente. As células recebem o oxigênio que elas precisam e o sangue é desoxigenado.

O sangue desoxigenado continua sua circulação e vai do capilar para o seu sistema venoso. Quando o sangue desoxigenado retorna ao coração, ele é passado para os pulmões, onde entra nos capilares.

Nesta altura, o processo inteiro recomeça com a difusão do oxigênio dos alvéolos para os capilares e a difusão do gás carbônico dos capilares para os alvéolos. O sangue é novamente oxigenado e volta ao coração para ser circulado pelo corpo (circulação sistêmica). Com a próxima exalação, o gás carbônico nos alvéolos é expulso dos pulmões e liberado fora do corpo. Pronto!

## *O Que Pode Dar Errado*

Você inspira, você expira. O processo simplesmente acontece, não parece tão complicado, certo? Bem, o seu corpo tem um senso incrível de compasso e ritmo, porém, às vezes, o corpo perde o ritmo ou segue outro compasso. Às vezes, uma doença confunde o ritmo do corpo, interferindo no seu sistema respiratório. Há uma grande variedade de doenças e distúrbios respiratórios. Nesta seção vou descrever algumas para você.

### *Asma*

A asma é provavelmente uma das doenças mais comuns. Um número cada vez maior de pessoas é diagnosticado com asma, o que parece estar relacionado à poluição do ar. A maioria das pessoas diagnosticadas com asma são crianças.

A asma é classificada como uma doença crônica que envolve uma via aérea reativa. Isso quer dizer que, às vezes, a via aérea ou as vias aéreas, como os bronquiolos ou brônquios, ficam constringidas ou obstruídas quando reagem a certas exacerbações. O resultado pode ser um espasmo nos tubos bronquiais, uma secreção excessiva de muco ou um inchaço da membrana mucosa que reveste os tubos. Qualquer uma dessas reações pode obstruir sua via aérea.

Os sinais e sintomas de asma *leve* incluem tosse, falta de ar ou sibilos depois de fazer algum esforço físico ou a ocorrência desses sintomas uma ou duas vezes por semana, mesmo sem exercício para provocá-los. Os sinais e sintomas de casos de asma *moderada* incluem falta de ar, dificuldade de respirar mesmo quando em repouso e um aumento da frequência respiratória (como se a pessoa estivesse se esforçando para conseguir inspirar o ar). Crises de asma moderada podem durar vários dias. A asma *grave* geralmente causa sibilos e angústia respiratória, e um baixo nível de oxigênio no sangue (*hipoxemia*).

Pacientes asmáticos podem tomar remédios para reduzir a inflamação nas vias aéreas e prevenir ou reduzir as reações

alérgicas que causam o inchaço. Em alguns casos, os pacientes com asma grave precisam de oxigênio para aumentar o nível de oxigênio no sangue. Casos de insuficiência respiratória podem requerer o uso de um respirador mecânico para ajudar o paciente a recuperar da crise.

Os dois tipos de asma — extrínseca e intrínseca — têm a ver com os fatores que provocam uma crise.

### ***Asma extrínseca (também chamada de asma alérgica)***

Fatores fora do corpo provocam a asma extrínseca. Fatores exacerbantes muitas vezes incluem

- ✓ Gatos
- ✓ Pólen
- ✓ Poeira
- ✓ Mofo
- ✓ Poluição do ar (ambiente externo)
- ✓ Poluição em ambiente interno (fuligem de velas ou fumaça de cigarro)

### ***Asma intrínseca (também chamada de asma crônica)***

A asma intrínseca ou crônica é causada por fatores internos — condições que existem dentro do corpo, não por alergênicos. Esse tipo de asma geralmente começa depois de uma infecção grave do trato respiratório, mas outros fatores exacerbantes incluem

- ✓ Mudanças hormonais
- ✓ Mudanças ambientais (como calor ou umidade)
- ✓ Vapores fortes, por exemplo, de produtos de limpeza
- ✓ Estresse
- ✓ Cansaço



É sempre melhor prevenir do que remediar. Então procure sempre evitar as exacerbações que poderiam causar uma crise de asma extrínseca.

## ***Bronquite***

A bronquite é uma inflamação dos brônquios. A *bronquite aguda* pode ocorrer depois de uma infecção respiratória ou depois de alguma exposição a substâncias irritantes ou até ao frio. Se algum vírus ou bactéria se espalhou das cavidades nasais para os brônquios, seu corpo começa produzir muco, o que causa uma tosse persistente.

Essa forma de bronquite pode melhorar sem tratamento nenhum ou precisar de antibióticos.

Porém, a *bronquite crônica* nem sempre é causada por uma infecção. A exposição prolongada a substâncias irritantes (como produtos químicos ou fumaça de cigarro) pode danificar a membrana que reveste os brônquios. Essa membrana possui cílios que varrem as sujeiras ou partículas para fora dos pulmões, mas quando estes cílios são danificados, o seu corpo encontra dificuldade em remover partículas. (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre cílios.) Então, para tentar prender essas sujeiras e evitar que elas penetrem mais nos pulmões, o seu corpo aumenta a secreção de muco, criando uma *tosse produtiva* — uma tosse que contém uma quantidade suficiente de muco — para obrigar você a cuspi-lo fora. (Junto com esse muco você também cospe as sujeiras.)



A bronquite crônica reduz a capacidade das vias aéreas (os bronquíolos) de movimentar o ar pelos pulmões. (Isso quer dizer que você desenvolve uma resistência da via aérea.) A redução da quantidade de oxigênio que passa pelas vias aéreas afeta a troca de oxigênio e gás carbônico no corpo. Pessoas que sofrem de bronquite crônica geralmente têm um baixo nível de oxigênio porque não inspiram e expiram bem ou não há um transporte eficaz do oxigênio até todas as células e tecidos.

Por causa da redução de oxigênio, a bronquite crônica pode danificar outros sistemas do corpo além do sistema respiratório.

Um baixo nível de oxigênio pode estimular a produção de um hormônio que aumenta a produção de células sanguíneas vermelhas (eritrócitos). Como os eritrócitos carregam oxigênio em sua hemoglobina, o corpo tenta aumentar o nível de oxigênio produzindo mais eritrócitos. Porém, um excesso de eritrócitos no sangue causa *policitemia*, quando não há hemoglobina suficiente nos eritrócitos para se juntar ao oxigênio. Isso resulta numa falta de oxigênio, apesar do excesso de eritrócitos. Repare nos lábios ou unhas — ou outros pontos onde os vasos sanguíneos passam perto da superfície da pele — para ver se uma pessoa está com falta de oxigênio. Uma cor azulada pode indicar um baixo nível de oxigênio.

Pessoas com bronquite crônica também podem sofrer de pressão alta e problemas cardíacos. As constantes tentativas de aumentar o nível de oxigênio no sangue podem causar espasmos (restrição ou constrição) dos vasos sanguíneos nos pulmões. Isso vai aumentando a pressão no ventrículo direito do coração, o que causa um aumento (hipertrofia) em seu tamanho, resultando em insuficiência cardíaca e numa condição chamada de *cor pulmonale* (hipertrofia do ventrículo direito).



Cor pulmonale é o aumento do ventrículo direito do coração. Primeiro, o aumento do ventrículo direito é uma tentativa de compensar a insuficiência cardíaca e aumentar a oxigenação do sangue desoxigenado. Mas em conjunto com os problemas pulmonares causados pela bronquite crônica ou outras doenças pulmonares, o cor pulmonale é difícil de tratar e o prognóstico não é bom.

## Pneumonia

Pneumonia é uma infecção no pulmão que pode levar à morte porque reduz a troca de oxigênio e gás carbônico entre os alvéolos e os capilares. A infecção, que pode ser causada por bactérias, vírus ou fungos, causa um acúmulo de muco e pus nos sacos alveolares. Uma obstrução nos sacos alveolares dificulta a troca entre o oxigênio e o gás carbônico.

Com a obstrução dos alvéolos, o oxigênio não é capaz de passar dos alvéolos aos capilares, e o gás carbônico não consegue passar dos capilares aos alvéolos. Isso deixa o paciente com pneumonia com um baixo nível de oxigênio no sangue. A *broncopneumonia* é um tipo de pneumonia que afeta as vias aéreas mais profundas e os alvéolos. A *pneumonia lobular* afeta uma parte do lobo no pulmão; a *pneumonia lobar* afeta o lobo inteiro.

Bactérias, vírus ou fungos (juntos chamados de *patógenos*) entram nos pulmões por vários caminhos. As pessoas podem inalar patógenos ou ser contaminadas por equipamentos médicos. Ou quando alguém vomita, uma parte do vômito pode entrar pela traqueia (é “*aspirado*”) e os conteúdos do estômago ou da garganta podem entrar no sistema respiratório. Os ácidos gástricos podem danificar o revestimento mucoso das vias aéreas e torná-las mais vulneráveis a infecções. O conteúdo gástrico sólido pode obstruir as passagens aéreas e causar uma infecção que pode virar pneumonia.

Mas seja qual for a causa da pneumonia, os sintomas geralmente são os mesmos. Febre, calafrios e tosse com expectoração são bastante comuns. Outros sintomas incluem dor de cabeça, dor nas articulações, dor no peito, dor de garganta, cansaço, falta de ar, cianose (cor azulada em volta da boca e unhas), e um aumento do ritmo cardíaco.

Pessoas com um sistema imunológico normal e um sistema respiratório saudável geralmente conseguem combater a pneumonia e recuperar a saúde. Porém, alguns grupos, como fumantes e alcoólatras, correm um risco maior de desenvolver pneumonia e complicações ligadas à pneumonia. Outros grupos vulneráveis incluem pessoas que sofrem de

- ✓ Câncer;
- ✓ Cirurgia abdominal ou torácica;
- ✓ Doença respiratória crônica, como asma, fibrose cística, bronquite
- ✓ Medicações que comprometem o sistema imunológico (como corticosteróides)
- ✓ Desnutrição
- ✓ Anemia falciforme
- ✓ AIDS

O tratamento de pneumonia depende da causa. Apenas as infecções bacterianas podem ser tratadas com antibióticos; o tratamento de uma pneumonia se limita a tratar os sintomas do paciente e esperar que o seu sistema imunológico seja capaz de superar a doença.

## **Tuberculose**

A tuberculose é uma infecção bacteriana dos pulmões. Essa bactéria — *Micobacterium tuberculosis* — é muito difícil de eliminar. Porém, quando a doença é diagnosticada a tempo, o tratamento, apesar de ser demorado, geralmente tem êxito.

A tuberculose se desenvolve da seguinte forma:

1. Uma pessoa já contaminada pela tuberculose tosse ou espirra. Se você inspirar essas gotículas, as bactérias entram nos *seus* pulmões.
2. Seu sistema imunológico responde à invasão das bactérias da mesma forma que responde a qualquer infecção: despacha leucócitos e macrófagos ao local da infecção (veja o capítulo 13) onde os macrófagos engolem as bactérias e transportam as bactérias até os nódulos linfáticos, como costumam fazer com qualquer invasor.
3. Porém, no caso da tuberculose os macrófagos começam a reagir de uma forma estranha. Eles se juntam, formando *tubérculos*. Onde esses tubérculos se alojam, eles matam o tecido em volta, e que resulta na formação de tecido cicatricial em volta do tubérculo.
4. Se tiver vários tubérculos “aprisionados” pelo tecido cicatricial, os nódulos linfáticos podem ficar inflamados e podem se romper. Quando eles se rompem, a infecção pode se espalhar dos nódulos linfáticos ao tecido em volta. Como você tem nódulos linfáticos pelo corpo todo, a tuberculose pode ser espalhada facilmente dos pulmões a outros lugares no corpo.

O tecido nos pulmões também pode ficar inflamado e morrer, e causar um buraco no brônquio ou pulmão (por causa da deterioração do tecido), resultando numa condição chamada de *pneumotórax* (quando ar escapa do pulmão, causando o colapso do pulmão).

Um dos desafios da tuberculose é que os sintomas demoram a aparecer e uma pessoa pode estar infectada sem perceber. Essa pessoa infectada pode passar a bactéria através da tosse ou espirro e sem saber está contaminando outras pessoas. Por isso é sempre bom cobrir a boca e nariz quando tossimos ou espirramos!

## Enfisema

O enfisema é uma *doença pulmonar obstrutiva crônica* (DPOC). Conhecida como uma doença de fumantes, o enfisema também atinge pessoas com exposição prolongada a certos produtos químicos, asbesto ou carvão. Com tempo, a exposição a esses produtos irritantes danifica os bronquíolos. Em seguida, eles podem sofrer um colapso, prendendo o ar preso dentro de si. Esse ar preso pode causar o rompimento desses alvéolos minúsculos, eliminando alguns lugares onde ocorre a troca de gases. A elasticidade dos pulmões diminui e pessoa com enfisema sente dificuldades para respirar.

Pessoas com essa doença sofrem de tosse e *dispneia* (falta de ar). O avanço da doença danifica cada vez mais alvéolos e vai reduzindo a quantidade de oxigênio no sangue. Isso quer dizer que o seu cérebro recebe cada vez menos oxigênio. Por causa dessa falta de oxigênio, as pessoas com enfisema muitas vezes sentem cansaço, irritabilidade e depressão.

## Câncer de pulmão

O "rei" das doenças do sistema respiratório, o câncer de pulmão é muito comum por causa do grande número de fumantes. E o câncer de pulmão não atinge apenas homens, como antigamente. Mais e mais mulheres são diagnosticadas com câncer de pulmão, o que está diretamente relacionado ao aumento nas últimas décadas do número de mulheres que fumam. Agora que já faz algumas décadas que as mulheres começaram fumar, podemos notar os efeitos.

O câncer de pulmão segue certo padrão de avanço, parecido com o da bronquite crônica. (Se precisar retomar essa parte da anatomia, veja a seção "Conhecendo sua anatomia respiratória" neste capítulo.)

1. As células da sua membrana respiratória que revestem os brônquios engrossam e endurecem. Isso acontece depois de uma exposição contínua a algum fator irritante, como a fumaça do cigarro.
2. Os cílios endurecem e não são mais capazes de remover as partículas. Partículas de sujeira e poeira começam a poluir os seus pulmões.
3. Células anormais começam a se formar na membrana e se juntam para formar um tumor (uma massa de tecido formada pelo crescimento de células anormais).

4. Algumas células anormais se separam e se alojam em alguma outra parte do pulmão, formando mais tumores. Essa expansão é chamada de *metástase*.
5. O crescimento dos tumores causa a obstrução das vias aéreas. Finalmente, o fornecimento de ar é impedido, causando o colapso do pulmão.
6. Com o colapso do pulmão, a sujeira e muco que estavam dentro dele ficam presos, causando uma infecção como pneumonia ou um abscesso (coleção de pus).
7. Quando chegar nesse ponto, é preciso remover uma parte ou seu pulmão inteiro.

O tratamento de câncer do pulmão depende do estágio em que as células anormais são descobertas. Se o câncer ainda estiver numa fase inicial, as infecções podem ser tratadas com antibióticos e o fator irritante pode ser evitado (como parar de fumar). As células ainda podem voltar ao seu estado normal. A quimioterapia pode ser usada para evitar ou reduzir a metástase de tumores. Um estágio mais avançado da doença pode requerer uma cirurgia para remover uma parte do pulmão.



## **Capítulo 11**

---

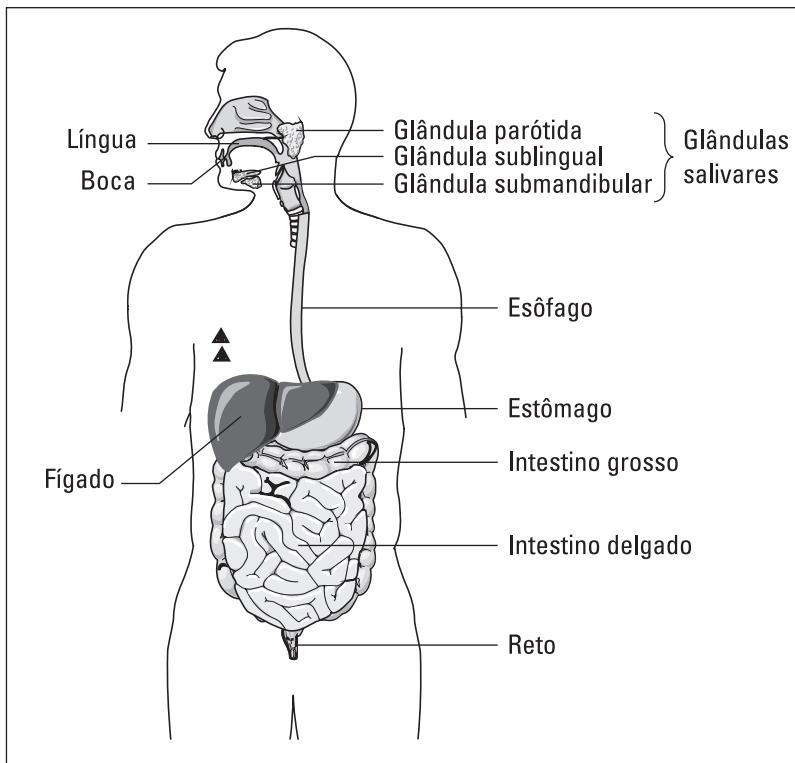
# **Decompondo: O Sistema Digestório**

---

### ***Neste capítulo***

- ▶ Descobrir como a comida passa pelos órgãos da digestão
  - ▶ Entender como os nutrientes entram na circulação sanguínea
  - ▶ Remover os resíduos do corpo
  - ▶ Como funciona a vesícula biliar, o pâncreas e o fígado
  - ▶ Digerir o que pode dar errado
- 

**C**omo o sistema respiratório, o sistema digestório tem uma ligação muito estreita com a circulação sanguínea. E precisa ter. Cada célula do seu corpo precisa de nutrientes para sobreviver e os nutrientes são derivados da alimentação. Então, depois que o sistema digestório decompõe a comida, os nutrientes precisam chegar ao sangue para poder alimentar as células. Esse capítulo explica todo esse processo e mostra a anatomia do sistema digestório (veja a Figura 11-1) e como os produtos residuais são removidos do seu corpo. Também explico quais nutrientes o seu corpo precisa, para você poder escolher melhor seus os alimentos. No final do capítulo você encontra algumas causas e sintomas da fisiopatologia do sistema digestório e alguns tratamentos comuns.



**Figura 11-1:**  
Os órgãos  
do sistema  
digestório.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Sequindo o Caminho da Comida

O sistema digestório, obviamente, é responsável pela digestão (decomposição) dos alimentos. Mas o sistema digestório também exerce outras funções. O sistema ingere comida, absorve as moléculas nutritivas da comida digerida e elimina as partículas de comida que o seu corpo não consegue digerir ou reaproveitar.

A capacidade do seu sistema digestório de reduzir a comida em nutrientes que as suas células possam usar é o que torna esse sistema tão importante. Cada célula que compõe cada tecido, que compõe cada órgão, precisa de nutrientes para viver — todos os seus órgãos dependem dos órgãos do sistema digestório do seu corpo para receber o combustível necessário para sobreviver.

## De boca cheia!

A sua boca (*cavidade oral*) é o ponto de partida do seu sistema digestório; o portão de entrada para os outros órgãos de digestão. Além de curtir uma boa comida, a sua boca também exerce algumas funções digestivas importantes.

### Seus dentes e gengiva

Os seus dentes rasgam e trituram a comida em pedaços menores que podem ser digeridos mais facilmente. Os humanos têm 32 dentes, de quatro tipos:

- ✓ Os caninos rasgam a comida;
- ✓ Os incisivos cortam;
- ✓ Os pré-molares e molares são achatados para triturar e esmagar a comida.

A gengiva segura os seus dentes e as raízes dos dentes estão embutidas na mandíbula com um material chamado de *cemento*. Os vasos sanguíneos que passam pela mandíbula até a polpa do dente levam sangue ao dente. A polpa é coberta com *dentina*, um material extremamente duro, parecido com osso, que protege a dentina.

### Mostrando os dentes

Se você não escovar bem os dentes e usar fio dental depois de cada refeição, você pode desenvolver cáries. Se você não remover as partículas de comida dos dentes, as bactérias que estão sempre presentes na sua boca, começam a decompor esses restos de comida. Durante esse processo, as bactérias produzem ácidos que corroem o esmalte, criando uma cária. Se a cária for mais profunda, as bactérias podem entrar na polpa do dente. Além de causar muita dor, a infecção pode causar um *abscesso*.

### Segurando a língua

A sua língua é composta de tecido muscular, como os músculos nos seus braços e pernas. Porém, ela é revestida de uma membrana mucosa e de papilas gustativas capazes de detectar substâncias químicas na comida e enviar sinais ao cérebro através dos nervos (veja o capítulo 7). Não estou falando de conservantes, adoçantes ou colorantes. Esses são aditivos artificiais. Estou falando das substâncias químicas que compõem todos os alimentos, mesmo os mais naturais.

Uma maçã contém açúcar natural (frutose) e outros carboidratos. As papilas gustativas que são sensíveis a doce detectam açúcar e mandam uma mensagem para o seu cérebro, que identifica o que você está comendo e cria uma sensação de sabor. Brócolis cru contém algumas substâncias químicas que dão um sabor amargo. As papilas gustativas na sua língua percebem os sabores amargos e mandam um sinal para o seu cérebro, que provavelmente aconselhará colocar algum molho para disfarçar esse sabor amargo.



Os músculos fixam sua língua ao osso do crânio, e a membrana mucosa na parte inferior da língua conecta a língua ao assoalho da cavidade oral. Aquela membrana fibrosa que você vê quando levanta a língua é o *frênuco lingual*.

### **Salve a saliva**

As *glândulas salivares* dentro de sua boca são as primeiras glândulas a secretar substâncias durante a digestão – às vezes, até antes de você comer algo. Só o cheiro de comida já pode deixar você com água na boca. Há três tipos de glândulas salivares

- ✓ **Glândulas sublinguais:** debaixo da língua
- ✓ **Glândulas submandibulares:** localizadas embaixo da mandíbula, mas dentro da cavidade oral, embaixo da língua.
- ✓ **Glândulas parótidas:** Dentro das bochechas, diretamente embaixo dos ouvidos. Essas são as glândulas que ficam inchadas quando estamos com *caxumba*, uma infecção viral.

A saliva contém muco (para molhar a comida e ajudar você a engolir) e a *enzima salivar amilase*, que já começa imediatamente a decompor os carboidratos da comida na boca. As enzimas são proteínas que aceleram as reações químicas. (Para ler mais sobre as enzimas do sistema digestório, veja as seções “Revirando o estômago” e “A decomposição química”.)

### ***Não, a faringe e esôfago não são atrações turísticas do Egito***

A *faringe*, melhor conhecida como sua garganta, marca o começo do *esôfago*, o tubo por onde comida e bebida passam da boca e garganta ao estômago. Quando você mastiga a sua comida, a língua movimenta os pedaços na boca e forma, junto com a saliva, uma bola chamada de *bole alimentar*. Quando você engole esse bolo, ele passa por um pedaço de cartilagem chamado de *epiglote* que desvia a comida da laringe para descer pelo esôfago.

“Através dos lábios e sobre as gengivas. Cuidado estômago, aqui vai!” Você talvez conheça esse brinde, mas eu acredito que ele precisa ser mudado. Como? “Através dos lábios e esôfago abaixo. Cuidado estômago, eu vou engolir.” Muito melhor, eu acho. Veja, na antiga versão, faltava a ligação entre a boca e o estômago, assim como a maneira que a substância ingerida ou absorvida estava indo para o interior do esôfago. Agora, isso está arrumado. Esteja certo em usar isto na sua próxima festa.



O esôfago possui um músculo esfíncter na parte superior e um na parte inferior por onde passa o bolo alimentar. O esfíncter superior é o *esfíncter faringoesofágico*. A ação muscular chamada de *peristalse* (ou peristaltismo) movimenta o bolo alimentar pelo esôfago. O revestimento do trato digestório contém tecido muscular, e ao contrair, empurra o bolo pelo tubo. É como espremer pasta de dente de um tubo. Quando a sua mão aperta o tubo, ela exerce uma ação similar a peristalse, e a pasta de dente que é espremida para fora seria como o bolo alimentar. Depois da peristalse movimentar o bolo até o final do esôfago, o *esfíncter gastroesofágico* abre para deixar o bolo alimentar entrar no estômago.

## *Revirando o estômago*

Quando você come, o bolo alimentar cai no estômago, mas você não sente nada disso. O órgão oco conhecido como estômago consiste de quatro camadas ou túnica diferentes:

- ✓ **Túnica serosa:** cobre a maior parte do estômago
- ✓ **Túnica muscular:** mistura a comida
- ✓ **Túnica submucosa:** conecta as camadas musculares e mucosas
- ✓ **Túnica mucosa:** protege o revestimento interior do estômago

A túnica muscular consiste de três camadas de fibras musculares percorrendo em direções diferentes. Os três tipos de tecidos musculares viabilizam as contrações do estômago para misturar a comida que você ingere.



Você fica com a sensação de “barriga cheia” quando os sensores de esticamento enviam um sinal nervoso ao cérebro e ele percebe que você está satisfeito. (Veja o capítulo 7 para ler como os nervos enviam sinais ao cérebro.) Os receptores de esticamento estão localizados na parede do seu estômago.

O revestimento do estômago contém dobras chamadas de *rugas*, que aumentam a área de superfície. Quando o estômago enche, as rugas se alisam, permitindo a expansão do estômago. Imagine a sua cama desarrumada com os lençóis amassados e amarrados. As pregas nos lençóis seriam como as rugas. Quando os lençóis estão todos amassados e embolados eles não cobrem a sua cama toda. Mas, quando você estica os lençóis, a área de superfície aumenta, cobrindo o colchão todo.

O interior do estômago é revestido de uma membrana mucosa, igual ao seu esôfago e sua boca (você pode sentir essa membrana na parte interior de sua bochecha). Na verdade, essa membrana mucosa se estende ininterruptamente da sua boca por todo seu sistema

digestório. Uma das funções da membrana mucosa é proteger os seus órgãos digestórios dos fortes ácidos secretados no sistema digestório, como o ácido clorídrico.



O suco gástrico é secretado por milhões de glândulas gástricas minúsculas que fazem parte do revestimento mucoso do sistema digestório. O suco contém *ácido clorídrico* (HCl) e *pepsinogênio* (o precursor da enzima *pepsina*), que começa a decompor as proteínas em *peptídeos*. O ácido clorídrico é uma das substâncias mais ácidas que existe. A vantagem dessa acidez é que mata as bactérias encontradas na comida, converte o pepsinogênio em pepsina e ajuda a digerir o tecido conjuntivo da carne que comemos.

O ácido clorídrico nos sucos gástricos também estimula a secreção de *gastrina* (um hormônio) pelas células que revestem o estômago. A gastrina é absorvida através do revestimento do estômago, pelos capilares e, em seguida, entra na sua circulação sanguínea. A gastrina regula a liberação de ácido clorídrico, muco e pepsinogênio que compõem os sucos gástricos. Enquanto tiver gastrina na sua circulação sanguínea, o seu estômago continua secretando sucos gástricos. Isso quer dizer que enquanto você estiver comendo, o seu estômago continua secretando ácidos que decompõem a comida. Esse ciclo garante a presença de uma quantidade suficiente de sucos gástricos para a quantidade de comida que você precisa digerir. (Veja o capítulo 8 para ler mais sobre gastrina, sucos gástricos e o estômago.)

A contração do estômago para misturar o seu conteúdo faz parte da digestão física, como mastigar, engolir e a peristalse. Mas é a contribuição do estômago à digestão química que realmente ajuda a digerir a comida que você consome. (Veja a seção “A decomposição química” neste capítulo para ler mais sobre o lado químico da digestão.)



Depois que o estômago mistura a comida e os sucos gástricos se misturam com o bolo de comida parcialmente digerido, a comida é digerida ainda mais e se transforma numa massa pastosa chamada de *quimo*. Esse processo pode levar entre duas e seis horas. Em seguida, o quimo entra no intestino delgado pelo *esfínter pilórico*, um anel muscular entre a parte inferior do estômago — chamada de *piloro* — e a parte superior do intestino delgado — chamada de *duodeno*.



Para imaginar como o quimo entra no seu intestino delgado, pense novamente naquele tubo de pasta de dente. O tubo seria o seu estômago, o bico do tubo por onde sai a pasta seria o piloro e a pasta de dente seria o seu quimo.

## Testando sua tenacidade intestinal

O duodeno (a parte superior do intestino delgado), que recebe o quimo do estômago, tem uns 30 cm de comprimento, mas é apenas o começo do longo percurso do quimo pelo seu corpo. A próxima parte do intestino delgado, o *jejuno*, tem aproximadamente um metro de comprimento. A última parte, o *íleo*, tem uns 2 metros de comprimento. Com quase 4 metros de comprimento, o intestino delgado é bem grande.

O que diferencia o intestino delgado do intestino grosso não é o comprimento, mas a espessura. O intestino delgado é muito mais comprido do que o intestino grosso, mas também mais fino.

Tanto o intestino delgado como o grosso são compostos de duas camadas de tecido muscular — longitudinal e circular — e revestidos de tecido mucoso.

### Dedicado à digestão: o intestino delgado



O intestino delgado é encarregado de uma grande parte do trabalho no sistema digestório. Quando o quimo chega ao duodeno, as *glândulas de Brunner*, nas paredes do intestino delgado, começam a secretar muco e bicarbonato que ajudam neutralizar os ácidos fortes no quimo que acabou de chegar do estômago.

As células nas paredes do intestino delgado secretam os hormônios *secretina* e *colecistoquinina*. Por isso, além de ser um órgão digestório, o intestino delgado é também uma glândula. Esses dois hormônios secretados pelo intestino delgado são absorvidos pela circulação sanguínea e transportados aos órgãos alvos – a vesícula biliar e o pâncreas – onde estimulam a vesícula a liberar bile e o pâncreas a secretar o suco pancreático. (Veja a seção “A decomposição química” neste capítulo.)

Porém, o intestino delgado recebe ajuda de outros órgãos digestórios.



Além de muco, as células nas paredes do duodeno também secretam enzimas digestivas. As células que secretam as enzimas estão alojadas num lugar com um nome bem interessante: as *criptas de Lieberkühn*. Parece o nome de um jogo de videogame, mas na realidade são cavidades microscópicas nas paredes do intestino delgado. As criptas secretam enzimas que passam através de conduites do pâncreas e fígado ao duodeno.

Ao deixar o duodeno, o quimo está praticamente digerido. Os carboidratos, proteínas e gorduras que compuseram a comida que você ingeriu algumas horas antes já foram decompostos em moléculas que podem ser absorvidas pela circulação sanguínea, como a glicose, aminoácidos, ácidos graxos e glicerol, respectivamente. Quando essas moléculas estão disponíveis, a

peristalse — contrações musculares que movimentam a comida digerida — empurra o quimo para o jejuno e íleo do intestino delgado.

O revestimento mucoso ao longo dos 3 metros do jejuno e íleo está coberto de milhares de vilosidades e micro vilosidades. As *vilosidades* são projeções filiformes do revestimento mucoso que alcançam o espaço oco do intestino delgado. Cada vilosidade contém uma rede de capilares que é capaz de passar os nutrientes diretamente à circulação sanguínea onde eles são transportados pelo corpo todo através do sistema circulatório. (Veja o capítulo 9 para ler mais sobre o sistema circulatório.)

As *microvilosidades* são projeções ainda menores do que as vilosidades que servem como um ponto de absorção de nutrientes. Os nutrientes — como glicose, aminoácidos, ou os eletrólitos necessários — são transportados através das microvilosidades para dentro das células das vilosidades. Como os nutrientes são “transportados”, o processo requer o transporte ativo. E o transporte ativo exige o gasto de energia em forma de ATP. O transporte ativo ocorre novamente para transportar os nutrientes da vilosidade para o capilar. (Veja o capítulo 3 para ler mais sobre o transporte ativo e ATP.)

Os dois produtos que resultam da digestão de gordura — ácidos graxos e glicerol — são tratados de uma maneira um pouco diferente. Os ácidos graxos de cadeia curta são levados diretamente ao capilar através das microvilosidades e vilosidades. Mas os ácidos graxos de cadeia longa são transportados das vilosidades pelo sistema linfático. As células do corpo recompõem os ácidos graxos de cadeia longa formando compostos chamados de *triglycerídeos*. Por dentro da cada vilosidade passa um vaso linfático chamado *lácteo* que absorve os triglycerídeos.



Depois que a comida que você ingeriu passa pelas três partes do seu intestino delgado, os nutrientes que o seu corpo precisa já foram absorvidos pela circulação sanguínea; tudo que resta no final do intestino delgado — o íleo — é o lixo que o corpo não quer. Esse material residual passa ao intestino grosso, que é responsável pela eliminação dos restos.

### ***O trabalho sujo dos intestinos***

Bom, primeiro voltamos ao intestino delgado por um instante. Depois que a comida foi digerida e decomposta nos menores pedaços possíveis, o quimo pastoso escorre do intestino delgado ao intestino grosso (também chamado de *côlon*). Aqui não há nenhum esfíncter, nem enzimas para decompor os carboidratos, proteínas ou gorduras. Não precisa misturar nada. Quando o quimo está pronto, ele passa pela última parte do intestino delgado — o íleo — através da *válvula ileocecal* ao ceco, a primeira parte do intestino grosso.

O intestino grosso, que tem aproximadamente 2 metros de comprimento, enquadra o intestino delgado. O intestino grosso é dividido em várias partes; a partir do ceco, o *côlon ascendente* sobe verticalmente, em seguida o *côlon transverso* se estende ao longo da face inferior do fígado, e depois desce como *côlon descendente*. (Ninguém disse que os anatomicistas eram criativos;

se fossem, os nomes das partes do corpo certamente seriam bem mais difíceis de lembrar.) O *reto* segura as fezes (o cocô) até que você tenha a oportunidade de liberá-las; o processo de liberar as fezes é chamado de *defecação* ou *evacuação*. Durante a defecação, as fezes passam pelo *canal anal* e deixam o corpo pelo *ânus*.

O evento principal que ocorre no intestino grosso é a absorção da água do quimo através do revestimento do intestino grosso. Através de difusão, a água entra nos capilares e volta à circulação sanguínea. A remoção da água do quimo deixa o material indigerível no cólon mais compacto, formando as *fezes*. Além de restos de comida indigestos, as fezes contêm células mortas descartadas pelo corpo. A cor marrom das fezes é o resultado de uma combinação de pigmentos esverdeados e amarelos da bile, hemoglobina decomposta e bactérias. A bactéria que mais prevalece no intestino grosso é a *Escherichia coli* (ou E.coli).

As bactérias *E. coli* consomem um pouco dos restos indigeríveis nas fezes (e você acha ruim comer jiló); neste processo, elas produzem moléculas digestivas que levam aquele famoso odor. Isso é absolutamente normal; não precisa ter vergonha (nem orgulho); faz parte do processo. As bactérias *E. coli*, junto com algumas outras bactérias encontradas no cólon, ajudam a digerir um pouco mais do material no seu sistema digestório.

Algumas dessas bactérias também produzem vitaminas que o corpo precisa no cólon. Por exemplo, a *vitamina K*, necessária para a coagulação do sangue, é produzida por bactérias no intestino grosso, absorvida pelo revestimento intestinal e levada pelos capilares à circulação sanguínea.

Quando a tarefa do cólon está concluída, as contrações levam as fezes para o reto, localizado na parte inferior do cólon. Quando o reto contém aproximadamente 150 a 200 gramas de fezes, ele estica. Através de um nervo, os receptores de esticamento do reto enviam um sinal ao cérebro que registra a necessidade de defecar. Normalmente, o seu esfíncter anal está contraído para evitar que as fezes saiam do ânus num momento inadequado. Quando você está pronto para defecar, você relaxa o esfíncter anal e, ao abrir, as fezes são excretadas.

## A Decomposição Química

Quando falamos que o sistema digestório é responsável pela decomposição dos alimentos, a maioria das pessoas acha que os órgãos do sistema digestório exercem as tarefas de digestão e decomposição. Na verdade, eles trabalham de uma maneira indireta. A maioria dos órgãos do sistema digestório atua como glândula — eles secretam os hormônios (e as enzimas) que *realizam* o trabalho pesado.

Por isso, o pâncreas, o fígado e a vesícula biliar também são chamados de *órgãos acessórios da digestão* porque eles não

misturam, digerem ou movimentam a comida diretamente pelo sistema digestório. Mas apesar de não ter envolvimento com a digestão física, eles exercem um papel fundamental nos processos químicos da digestão.

## *Emplacando o pâncreas*

O pâncreas está localizado na parte superior do abdômen, ao lado do duodeno, do intestino delgado e atrás do estômago. Essa glândula é conhecida pela secreção de insulina, que ajuda a controlar a taxa de glicose no sangue. A secreção de insulina é uma função endócrina do pâncreas. (Veja o capítulo 8 para ler mais sobre o pâncreas e insulina.) Portanto, o pâncreas também secreta várias outras substâncias que são importantes para as funções digestivas. O suco pancreático contém enzimas que digerem carboidratos, gorduras e proteínas. O suco também contém bicarbonato de sódio, que exerce uma função importante ao reduzir a acidez do quimo depois que ele passa pelo estômago. (Veja neste capítulo a seção “Revirando o estômago” para ler mais sobre o quimo.)

A redução da acidez é necessária porque as enzimas apenas funcionam quando a mistura de quimo e sucos é neutra. Se a mistura for muito ácida, as enzimas não funcionam e a digestão é incompleta, causando problemas intestinais. Quase todas as células do pâncreas secretam o suco pancreático que passa pelo canal pancreático diretamente ao duodeno do intestino delgado.



Algumas enzimas encontradas no suco pancreático são tripsina, peptidase, nuclease, lipase, amilase pancreática, lactase, sacarase e maltase.

A Tabela 11-1 mostra a função de cada enzima pancreática.

**Tabela 11-1 As funções das enzimas pancreáticas**

<b>Enzima</b>	<b>Nutriente alvo</b>	<b>Resultado da decomposição</b>
Tripsina	Proteínas	Peptídeos (cadeias de aminoácidos)
Peptidase	Peptídeos	Aminoácidos individuais
Lipase	Gorduras	Ácidos graxos e glicerol
Nuclease	Ácidos nucleicos (DNA, RNA)	Nucleotídeos
Amilase	Carboidratos	Glicose e frutose
Sacarase	Sacarose	Glicose e frutose
Maltase	Maltose	Duas moléculas de glicose
Lactase	Lactose	Glicose e galactose

## Infiltrando o fígado



O fígado, a maior glândula do corpo, filtra o sangue através de uns 100.000 lóbulos minúsculos. Esses lóbulos formam os dois lobos do fígado. Cada lóbulo contém canalículos biliares e têm acesso à veia porta hepática e à artéria hepática. (*Hepático* quer dizer “do fígado”.)

A capacidade filtradora do fígado tem tudo a ver com sua estrutura e localização no corpo. O fígado está posicionado diretamente abaixo do diafragma e em cima do estômago, ao lado direito do seu abdome. Está praticamente no centro do seu corpo onde monitora o seu sangue.

O fígado filtra as substâncias tóxicas (como álcool e drogas) do sangue que passam dos intestinos pela veia porta hepática ao fígado e ajuda a manter o equilíbrio constante das taxas de vários componentes importantes do sangue. O fígado também produz bile, que é transportada pelo ducto biliar à vesícula biliar. (Veja seção “A bile hábil” para ler mais sobre a bile).

O fígado também produz várias substâncias e ainda exerce algumas outras funções além de filtrar, produzir bile e decompor os eritrócitos.

- ✓ Depois de comer uma refeição grande, o seu fígado armazena o excesso de glicose como *glicogênio*; em seguida, decompõe o glicogênio entre as refeições para manter o equilíbrio da taxa de glicose (glicemia) no sangue — regulando a glicemia de forma natural.
- ✓ O fígado produz *ureia* depois da decomposição dos aminoácidos durante a digestão e a remoção de células mortas.
- ✓ Em seguida, o fígado remove os eritrócitos moribundos da circulação sanguínea. A hemoglobina é convertida em pigmentos biliares e o fígado recicla o ferro contido nas moléculas do grupo heme.
- ✓ Além disso, o fígado produz *proteínas plasmáticas*, como o fibrinogênio, que circulam pela circulação sanguínea para consertar vasos e tecidos danificados.

## Avistando a vesícula biliar

A sua vesícula biliar é um pequeno órgão esverdeado acomodado na curva do fígado e serve para armazenar o excesso de bile. Quando é preciso, a bile é liberada pela vesícula biliar passando pelo *ducto cístico* no “pescoço” da vesícula biliar. Em seguida, a bile flui pelo *ducto biliar* ao duodeno do intestino delgado, próximo do local onde o ducto pancreático entra no duodeno. No duodeno, a bile se mistura com o quimo que vem do estômago e entra no intestino delgado.

## A bile hábil



A função principal da bile é *emulsificar* as gorduras. Durante o processo de emulsificação, a lipase (uma das enzimas no suco pancreático) decompõe as moléculas maiores de gordura em pequenas gotículas chamadas de *micelas*. Você sabe que óleo e água não se misturam, certo? Bom, os emulsificadores, como a bile, são substâncias que facilitam a mistura. A emulsificação liquidifica as gorduras para que elas possam ser transportadas pela circulação sanguínea (que é um fluido) sem solidificar, exatamente como os emulsificadores que são adicionados a certos alimentos para evitar a solidificação de gorduras e óleos.



As micelas englobam as gorduras das comidas digeridas e transportam as gorduras até as microvilosidades no revestimento do intestino delgado, onde as gorduras são liberadas nos vasos lacteais. (Veja também a seção “Dedicado à digestão: O intestino delgado”.) Outra função da bile é facilitar a absorção de vitaminas solúveis em gorduras, como as vitaminas K, D e A, na circulação sanguínea.

## Doenças e Distúrbios do Sistema Digestório

Como qualquer outro sistema do corpo, o seu sistema digestório também pode se desequilibrar. Se você já teve de alguma virose intestinal, você certamente sofreu das duas aflições mais comuns no ser humano: o vômito e diarreia. Porém, há muitos outros problemas que podem atingir o sistema digestório e o grau de gravidade varia bastante. Essa seção explica algumas das doenças mais comuns do sistema digestório.

### Atrapalhando o apêndice: Apendicite

Seu apêndice, também chamado de *apêndice veriforme*, realmente é um órgão com um formato que parece um verme. O apêndice é um pequeno saco anexado ao ceco no início do intestino grosso que não exerce mais nenhuma função; é considerado uma estrutura vestigial, o que quer dizer que ao longo da evolução perdeu sua função original.

Às vezes, quando o quimo é transferido do intestino delgado ao intestino grosso, um pouco dessa massa pastosa entra no apêndice. Geralmente esse material que entra no apêndice consegue sair novamente. Mas, se o material não sair, dependendo do tipo de

material ou quanto tempo permanece dentro do apêndice, o apêndice pode ficar inflamado ou infecionado, causando a *apendicite*.

A apendicite pode ocorrer subitamente (uma crise aguda) e é tratada como uma emergência médica. Inicialmente, a apendicite causa dor no lado direito superior do abdômen. Mas quando a inflamação aumenta, a dor se espalha para o lado direito inferior. Uma pessoa com apendicite, às vezes, sente enjôos e as tentativas do corpo de se livrar das bactérias infeciosas podem causar febre.

A inflamação pode causar o inchaço do tecido, obstruindo o apêndice. Se o apêndice estiver obstruído, o muco secretado no seu revestimento não consegue sair e o apêndice começa a inchar. Com o inchaço, aumenta a pressão dentro do apêndice e o tecido muscular do apêndice contrai para tentar expelir o conteúdo, causando dores intensas. Se o apêndice não conseguir expelir o conteúdo, as bactérias continuam se multiplicando e a infecção piora. A pressão pode chegar a tal ponto que provoca a ruptura do apêndice, espalhando o conteúdo inflamado junto com as bactérias pelo o abdômen. A ruptura do apêndice pode ser fatal e requer intervenção cirúrgica imediata.

## *Falta de água: a constipação*

A constipação (prisão de ventre) ocorre quando o intestino grosso absorve uma quantidade excessiva de água das fezes, deixando as fezes secas e duras, tornado a defecação até um pouco dolorosa. A causa mais comum da constipação é ignorar o aviso do corpo para defecar. Quanto mais tempo as fezes permanecerem no cólon, mais água é absorvida pelo revestimento do intestino, ressecando cada vez mais as fezes.

Outra causa é a falta de fibras na alimentação. As fibras exercitam o intestino grosso, mantendo os músculos em forma para contrair e excretar as fezes. Quando os músculos não funcionam bem, os restos fecais permanecem dentro do intestino grosso. Essa situação pode não somente causar constipação, mas se ocorrer com frequência, pode até causar câncer de cólon.

Se os restos fecais não forem totalmente removidos do intestino grosso, ou se permanecerem muito tempo no cólon (como acontece em casos de constipação), as células do revestimento intestinal podem ser danificadas, infectadas ou cicatrizadas, comprometendo a sua funcionalidade. Um consumo maior de fibras pode fortalecer o intestino, facilitar a passagem das fezes e melhorar a remoção completa dos restos fecais.



Fibras alimentares, encontradas em grãos integrais, legumes, verduras e frutas ou laxantes que produzem volume (à base de fibras, *não químicos*) são a “receita” ideal para resolver a constipação. E não se esqueça de beber mais água! Água ajuda tanto contra a constipação como contra a diarreia.

## A desgraçada doença de Crohn

A doença de Crohn é uma doença inflamatória intestinal, o que significa inflamação do revestimento do intestino. A doença pode afetar a camada mucosa, a camada muscular, a membrana serosa e até os nódulos linfáticos e as membranas que fornecem sangue ao intestino. O inchaço do revestimento intestinal inflamado causa úlceras, fissuras (rachaduras) e abscessos (cavidades com pus).

A doença de Crohn não afeta apenas o intestino grosso, mas pode afetar intestino delgado também. Muitas vezes, o íleo, a parte final do intestino delgado, é afetado. Na fase inicial da doença, os sintomas são diarreia e uma sensação de mal-estar, além de febre e dor na parte inferior direita do abdômen.

Com o avanço da doença de Crohn, começa a formação de folículos linfáticos, chamados de *placas de Pleyer*, no revestimento do intestino delgado. O acúmulo de fibras nesses folículos causa o engrossamento e endurecimento da parede intestinal, reduzindo o espaço oco dentro do intestino. A inflamação do revestimento atrapalha a absorção de água das fezes, causando diarreia grave. Quando a doença afetar mais segmentos do intestino, esses segmentos começam a grudar em outros segmentos inflamados, encurtando o intestino. Em seguida podem surgir complicações como *fístulas* (aberturas anormais entre a pele e um órgão ou entre dois órgãos) ou obstruções intestinais. Os pacientes com doença de Crohn costumam ter uma fístula anal (uma abertura entre o intestino danificado e a pele exterior do ânus) ou entre o intestino e a vagina ou a bexiga.

Pessoas com a doença de Crohn desenvolvem deficiências nutricionais por causa da absorção reduzida e dificuldades com a digestão ao longo do sistema digestório. Geralmente quem sofre da doença de Crohn é deficiente em vitamina B<sub>12</sub> porque a diarreia severa elimina tudo, desde a comida até as bactérias benéficas que vivem no intestino, do sistema digestório. Essa deficiência pode causar um distúrbio chamado de anemia perniciosa.

O tratamento da doença de Crohn inclui modificações alimentares, redução de estresse, suplementos de vitaminas e remédios para reduzir a inflamação e a dor. Às vezes, o tratamento requer a intervenção cirúrgica para remover uma parte do intestino grosso ou o íleo do intestino delgado.

## A corrida da diarreia

Quando a quantidade excessiva de água não é absorvida pelo intestino grosso e, portanto, não volta à circulação sanguínea, mas permanece nas fezes, ela causa diarreia. A quantidade de água que sai do seu corpo pode deixar você desidratado.

Algumas pessoas acham que quando temos diarreia não deveríamos tomar líquidos para não piorar a diarreia. Nada disso. Não funciona assim. Muito pelo contrário; quem está com diarreia pode e deve beber bastante água.

As bactérias que infectam o intestino grosso (são bactérias que normalmente não são encontradas no intestino grosso) podem causar diarreia; essas bactérias geralmente entram no intestino grosso através de alguma comida contaminada (intoxicação alimentar). Quando o revestimento do trato intestinal fica irritado ou inflamado, a peristalse — as contrações musculares que movimentam o material pelo sistema digestório — aumenta para acelerar a eliminação das bactérias do sistema. Quando as fezes passam pelo intestino grosso mais rapidamente, não há tempo suficiente para absorver a água e essa água deixa o corpo com a defecação. Então quando alguma intoxicação alimentar causa diarreia é melhor deixar a natureza seguir o seu rumo. Beba bastante água para repor a perda de líquidos e acelerar a eliminação das bactérias. Remédios contra a diarreia e soros para repor os eletrólitos não são necessários inicialmente. Apenas se a diarreia continuar sem sinal de melhorar é preciso consultar o médico.

Outra causa de diarreia pode ser o estresse. Quando você fica nervoso, preocupado, tenso ou ansioso, o seu sistema nervoso entra num estado de alerta. Lembra aquela *reação de luta ou fuga* que causa estresse no seres humanos: homem avista tigre-de-dente-de-sabre; o tigre ataca; o homem secreta adrenalina para correr mais rápido. Esse tipo de estresse realmente merece um pouco de ansiedade para preservar a vida. Mas os tigres-de-dente-de-sabre já foram extintos, então relaxe! O estresse do dia-a-dia, a correria, os engarrafamentos, as filas, a pressão no trabalho, os problemas financeiros ou familiares, o relacionamento, tudo isso causa uma reação no seu sistema nervoso. Então, às vezes, essa reação estimula a liberação de adrenalina, que também causa a aceleração da peristalse. E como a presença de bactérias no intestino grosso, o nervosismo ou ansiedade também podem causar a aceleração da passagem das fezes pelo intestino grosso, impedindo a absorção da água e causando diarreia.

## **Caramba: Cálculos Biliares**

Se o fígado produzir um excesso de colesterol ou a bile ficar concentrada demais, o colesterol cristaliza. Quando os cristais aumentam, eles se transformam em *cálculos biliares*. Os cálculos biliares podem encher a vesícula biliar, reduzindo o espaço disponível para armazenar a bile. Ou, ainda pior, os cálculos biliares podem obstruir o ducto biliar, causando a *icterícia obstrutiva*. O acúmulo de pigmentos biliares no sangue causa a *icterícia*, uma coloração amarelada da pele. Se o ducto biliar estiver obstruído, os pigmentos biliares retrocedem e entram no sangue. Uma técnica laparoscópica de laser chamada de *litotripsia* pode esmagar os cálculos biliares sem a necessidade de fazer cirurgia abdominal, o que aumentaria o risco de infecção.

## Evitando a hepatite

Uma inflamação no fígado é chamada de *hepatite*. Geralmente a hepatite é causada por um vírus. Existem cinco tipos de hepatite:

- ✓ **Hepatite A:** geralmente é contraída através de água contaminada por fezes. É por isso que os funcionários de restaurantes sempre precisam lavar as mãos depois de usar o banheiro.
- ✓ **Hepatite B:** geralmente é contraída através de contato sexual. Esse tipo de hepatite afeta muitas pessoas com HIV (vírus da imunodeficiência humana). Essa forma de hepatite também pode ser contraída através de agulhas contaminadas ou transfusões de sangue. Existe vacina.
- ✓ **Hepatite C:** essa forma de hepatite também é contraída através de sangue contaminado, mas não existe vacina. A hepatite C se desenvolve como uma doença crônica e devastadora e é um grande risco para os profissionais na área de saúde e outras áreas relacionadas como policiais, enfermeiros e bombeiros. Como essas pessoas costumam ter contato com o sangue de outras pessoas e não há vacina para protegê-los contra a doença, eles precisam ser extremamente cuidadosos em lidar com pacientes.
- ✓ **Hepatite D:** essa forma de hepatite geralmente afeta pessoas que são frequentemente expostas ao sangue de outros, como os hemofílicos (que recebem produtos sanguíneos de outras pessoas) ou usuários de drogas intravenosas.
- ✓ **Hepatite E:** essa forma é contraída quando pessoas visitam uma área endêmica. Uma área “endêmica” é onde uma doença prevalece. Por exemplo, a África é uma área endêmica de malária. As áreas endêmicas de hepatite E incluem Índia, Ásia, África e América Central.

A pessoa contaminada por um vírus de hepatite desenvolve dentro de uma semana sintomas de gripe. Esses sintomas incluem cansaço, perda de peso, depressão, dor de cabeça, dores musculares e nas articulações, enjôos e/ou vômitos, e um mal-estar. Também pode haver problemas do sistema nervoso, como uma alteração no paladar ou olfato e a *fotofobia* (quando os olhos ficam sensíveis à luz). Durante essa fase, chamada de *fase prodromal*, a pessoa contaminada pode transmitir o vírus facilmente; é altamente contagioso. A fase prodromal dura aproximadamente duas semanas.

Em seguida começa efetivamente a doença. A fase efetiva da doença é chamada de *fase clínica*. Durante a fase clínica, a pessoa sente dores abdominais, desconforto e indigestão causada pelo aumento do fígado inflamado. O fígado danificado não é capaz de filtrar a *bilirrubina* (veja o capítulo 12) do sangue, resultando numa urina escura e fezes com

cor de barro. O excesso de bilirrubina no sangue também deixa a pele e o branco dos olhos com uma aparência amarelada.

A recuperação — apropriadamente chamada de *fase recuperatória* — pode levar de duas semanas a vários meses. O corpo combate o vírus da hepatite da mesma forma que combate qualquer vírus (veja o capítulo 13); geralmente não são receitados medicamentos. Porém, o repouso e alimentação adequada são essenciais.



A notícia boa nessa história toda é que o fígado é um órgão regenerativo. O fígado é capaz de consertar e substituir as células e tecidos danificados. Os danos causados pela hepatite geralmente são reversíveis. Portanto, em alguns casos, pode haver complicações como a hepatite crônica ou câncer de fígado.

## Síndrome do intestino irritável

A *síndrome do intestino irritável* é uma dessas complicações. Apesar do revestimento do intestino grosso não mostrar nenhuma inflamação — o que torna a *síndrome do intestino irritável* uma doença não-inflamatória intestinal — os tecidos ficam irritados, causando uma mudança na peristalse, acelerando ou reduzindo o seu ritmo. Essa alteração pode causar diarreia e/ou constipação. O tratamento geralmente inclui a redução de estresse e uma alimentação alta em fibras alimentares.

## Pancreatite dolorosa

Como a apendicite é a inflamação do apêndice, a *pancreatite* é a inflamação do pâncreas. Quando a inflamação ocorre subitamente, a doença é chamada de *pancreatite aguda*. A *pancreatite crônica* é a inflamação constante do pâncreas, comprometendo o funcionamento do órgão. A dor associada a casos leves de pancreatite se concentra em volta do umbigo e não diminui depois de vomitar. Geralmente, esse tipo de dor é o único sintoma. Mas em casos de pancreatite grave, a dor se manifesta no centro do abdômen e costuma ser contínua e intensa. Um caso de pancreatite grave e agudo pode causar hemorragia, destruir o pâncreas e resultar em acidose (um excesso de ácido ou falta de bicarbonato no sangue e nos tecidos), choque ou até coma.

A pancreatite aguda pode causar um acúmulo de líquido e o inchaço dos tecidos do órgão — uma condição chamada de *pancreatite edematososa* — ou causar a morte de células e tecidos no pâncreas — chamada de *pancreatite necrosante*. A causa de todas as formas de pancreatite aguda é a mesma: a ativação prematura das enzimas. Mas os fatores que causam a ativação prematura das enzimas variam desde doenças que afetam os ductos biliares até o alcoolismo.

O alcoolismo frequentemente causa pancreatite porque o álcool aumenta a quantidade de suco pancreático secretado pelo pâncreas,

alterando as células pancreáticas e acelerando a obstrução dos ductos causada pelo acúmulo de proteínas. Com os ductos obstruídos, o suco pancreático volta ao pâncreas.

Esse suco pancreático contém enzimas para digerir comida e quando o suco é forçado a retornar ao pâncreas, as enzimas podem digerir o próprio pâncreas. Os tecidos são danificados ou morrem e a capacidade normal do pâncreas é reduzida.

O pâncreas também produz insulina, o hormônio que repassa a glicose da circulação sanguínea às células onde é convertida em combustível para o corpo. Uma produção insuficiente de insulina pode causar a *diabetes melito*. No caso da diabetes, a taxa de glicose no sangue é alta, mas as células não recebem combustível suficiente (veja o capítulo 8). Muitas vezes, depois de uma crise de pancreatite, o pâncreas danificado não produz insulina suficiente, causando a diabetes.

## Colite ulcerativa

A *colite ulcerativa* (colite é a inflamação do cólon) também é uma doença inflamatória do intestino, mas é restrita ao intestino grosso. Essa condição é bastante comum. As úlceras se formam nas camadas mucosas e submucosas do intestino grosso, começando no reto e subindo pelo cólon. Quando as úlceras começam a se espalhar, o revestimento do cólon incha e começa a expelir muco e pus. Os abscessos se formam no revestimento e o tecido em volta fica irritado, danificado e morre. As úlceras se formam intermitentemente – se formam e se espalham durante a crise, e entre as crises há períodos de remissão.

Por causa dessas lesões no intestino, as fezes contêm sangue e muco. Se a perda de sangue for significativa, o paciente pode desenvolver anemia. Com o avanço da doença, o revestimento do cólon engrossa e cria tecido cicatricial, reduzindo sua capacidade de absorver nutrientes. Também pode ocorrer um desequilíbrio de eletrólitos.

A causa da colite ulcerativa ainda não foi definida. Uma possibilidade é que as células do sistema imunológico causem esse problema. Parece que os linfócitos T (pacientes com AIDS têm uma deficiência dessas células – veja o capítulo 13) causam um efeito negativo nas células do revestimento do cólon. Outra teoria diz que uma infecção pode desencadear o processo inflamatório. E apesar do estresse não causar a colite ulcerativa, ele certamente pode provocar uma crise.

O tratamento durante uma crise inclui a nutrição parenteral total (NPT), uma solução nutritiva administrada de forma intravenosa para o sistema digestório poder se recuperar. Isso quer dizer que o paciente com colite ulcerativa não pode ingerir nada oralmente, nada de comida, nem de bebida. Os remédios incluem esteróides para controlar a inflamação, remédios contra a diarreia e suplementos de ferro em casos de anemia. Uma intervenção cirúrgica pode ser

necessária se os remédios e a NPT não surtirem efeito ou se o colón aumentar tanto que corra o risco de se romper, colocando a vida do paciente em risco.

## **Úlceras ultrachatas**

O desgaste de tecido pode causar uma ferida ou lesão que chamamos de úlcera. O sistema digestório é revestido de uma membrana mucosa chamada de *peritônio*. Essa mesma membrana também envolve os órgãos do sistema digestório. O peritônio não somente secreta muco para misturar com a comida e criar o quimo, mas também para se proteger do forte ácido clorídrico presente nos sucos gástricos, que poderiam corroer a membrana. Porém, às vezes, o ácido predomina causando uma úlcera no revestimento mucoso do trato digestivo. O sistema nervoso parassimpático (ou autônomo) é quem envia o sinal para estimular a secreção dos sucos gástricos. Então, durante muito tempo os médicos achavam que uma pessoa que sofria de muito estresse secretava um excesso de sucos gástricos, causando a corrosão do revestimento do estômago pelo excesso de ácido.

Porém, recentemente, foi descoberta uma bactéria que influencia o revestimento do estômago. Na maioria dos casos, é a bactéria *Helicobacter pylori* que causa as úlceras gástricas. Quando a bactéria infecta o corpo, ela se aloja dentro do revestimento mucoso do estômago, causando uma úlcera. Em vez de receitar antiácidos ou cirurgia, hoje em dia os médicos costumam tratar as úlceras com antibióticos.



## Capítulo 12

# Faxina Geral: O Sistema Urinário

### **Neste capítulo**

- ▶ Entender a diferença entre defecação e micção
- ▶ Identificar os componentes do sistema urinário
- ▶ Descobrir como o corpo produz urina
- ▶ Conhecer alguns problemas urinários comuns

**A**ntes de começar a ler esse capítulo, sugiro que você vá ao banheiro e esvazie a sua bexiga. Quando você começar a ler como o corpo produz e em seguida libera a urina, você certamente vai sentir vontade de ir ao banheiro. Então aproveite e faça xixi logo.

Aliviado? Bom. Agora vamos começar a descobrir o que está acontecendo dentro do seu corpo para produzir urina, inclusive agora, neste momento. Esse capítulo mostra o que acontece continuamente dentro do seu corpo. Você nunca para de produzir urina; você apenas precisa parar de vez em quando para liberá-la. Agora me dá licença para eu ir ao banheiro antes de continuar escrevendo.

## *Cuidando do Lixo*

A urina é o principal produto de excreção do corpo. As fezes são os produtos residuais do trato digestivo, mas a urina remove os produtos residuais de cada célula e cada sistema do seu corpo. A *defecação* — a liberação de fezes — é a última fase da digestão, mas a *micção* — a liberação de urina — é a última fase do metabolismo inteiro.



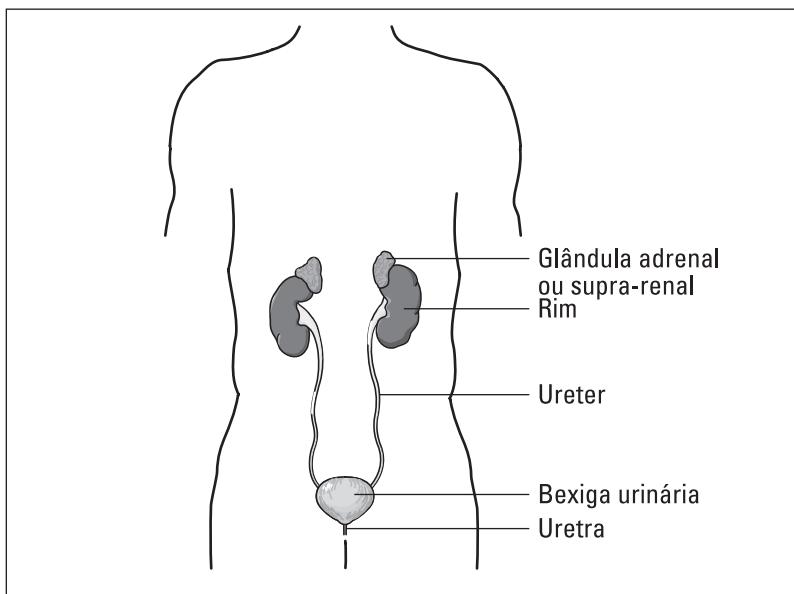
Juntos, a micção e a defecação muitas vezes são chamadas de *excreção*, porém os puristas diriam que apenas material que foi usado metabolicamente nas células pode ser excretado. De acordo com essa definição, as fezes são erroneamente chamadas de *excremento* porque o material que compõe as fezes provém do sistema digestório e nunca foi usado metabolicamente pelas células do corpo.

(Porém, os nutrientes derivados da comida digerida pelo sistema digestório — veja o capítulo 11 — são absorvidos através do revestimento do intestino delgado e passados ao sistema circulatório para serem usados metabolicamente nas células do corpo. Os produtos residuais do metabolismo — a conversão de combustível em energia usada no corpo — voltam à circulação sanguínea e são filtrados e, em seguida, removidos pelo sistema urinário.)

Essa seção descreve as estruturas anatômicas que compõem o seu sistema urinário (veja a Figura 12-1), e cada passo do ciclo de produção de urina. De todos os sistemas do corpo, o sistema urinário é o mais simples. Consiste apenas de quatro estruturas:

- ✓ Rins
- ✓ Ureteres
- ✓ Bexiga
- ✓ Uretras

Apenas uma dessas estruturas, os rins, efetivamente produzem algo. Os demais servem como conduites para transportar ou como depósito para armazenar o que os rins produzem.



**Figura 12-1:**  
O sistema urinário.

## Esvaziando a lixeira: os rins

Talvez você pense primeiro na bexiga quando falamos dos órgãos do sistema urinário, mas os rins são muito mais importantes. São os seus rins que produzem a urina. *Os rins*, no plural, porque você tem dois — um de cada lado, logo abaixo das costelas, na coluna lombar. Os músculos lombares em cada lado da coluna vertebral, junto com as costelas, ajudam a proteger os rins.

Uma membrana protetora chamada de *peritônio* envolve a cavidade que contém a maioria dos órgãos. O peritônio parece um pouco com o material de isolamento usado na construção de casas novas; aquele material plástico que cobre a estrutura da construção, e os sistemas hidráulicos e elétricos (como os órgãos dos sistemas digestório, urinário e reprodutivo). O tecido conjuntivo e o tecido adiposo (gordura) conectam os rins à parede abdominal posterior — atrás do peritônio, criando um *rim flutuante*. (O tecido adiposo parece com o material usado para isolar casas.) Uma forte pancada nas costas pode facilmente deslocar o rim.



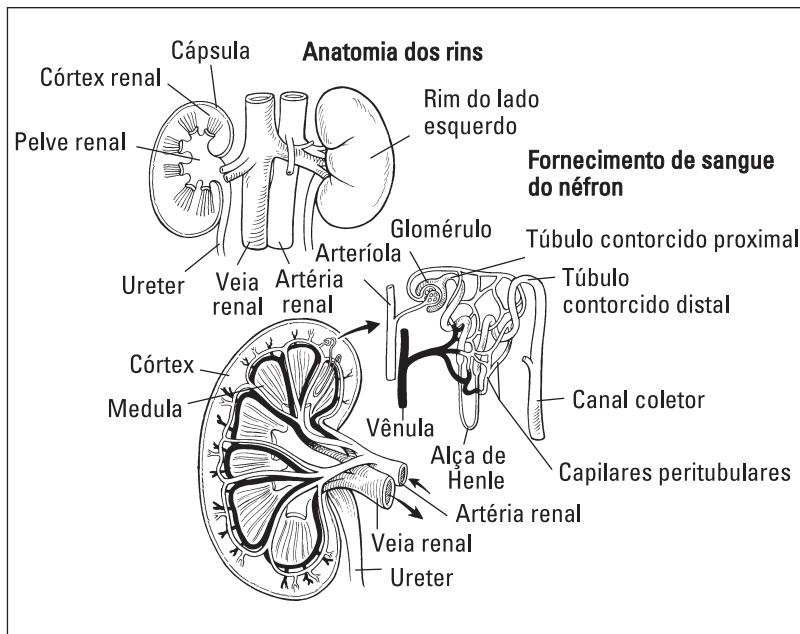
A maioria dos produtos residuais do metabolismo deixa o seu corpo através dos rins, os principais órgãos excretóres ou emunctórios, e o sistema urinário. Além da sua pele excretar suor que contém água e sais, os seus pulmões excretarem os produtos residuais da respiração — (gás carbônico) e o fígado remover os eritrócitos mortos e excretar pigmentos biliares, os seus rins filtram o sangue para remover restos celulares, junto com água, sais e pigmentos biliares.

Os rins fazem um excelente trabalho em filtrar o sangue por causa de sua estrutura (veja a Figura 12-2); eles têm o formato de um grão de feijão. Como o coração, cada rim é do tamanho de um punho fechado. Os rins têm uma cor marrom-avermelhado, lembrando um pouco a cor do feijão vermelho.

Se você tiver um saco de feijão na cozinha ou na dispensa, vai lá e pega um. Você pode usar esse feijãozinho para entender melhor a estrutura dos seus rins. A camada externa — uma pele fina avermelhada ou marrom — sai com facilidade. Essa pele seria como a *cápsula* que cobre os seus rins. Depois de remover essa pele, você pode reparar numa parte interna mais clara. Essa parte seria como *côrte* do rim.

Quando você corta o rim longitudinalmente, você vê umas partes triangulares que parecem conchas. Vasos sanguíneos separam cada uma dessas seções que formam a *medula renal*. A parte mais interna é a *pelve renal*, e a parte externa do rim vira o ureter. Tanto a *artéria renal* como a *veia renal* entram no rim no local onde a pelve renal vira o ureter. A pequena depressão na curva interior do rim, onde desemboca o ureter e entram os vasos sanguíneos, é o *hilo*.

**Figura 12-2:**  
Estrutura  
do rim e  
uma re-  
presentação  
ampliada do  
néfron.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

A artéria renal leva o sangue que precisa ser filtrado até o rim; a veia renal remove o sangue filtrado do rim. Quando o sangue entra no rim pela artéria renal, ele flui pela medula renal e entra no néfron (veja a Figura 12-2). O *néfron*, que também pode ser chamado de túbulo renal, é um corpúsculo microscópico que filtra o sangue e produz urina. Mais de 1 milhão de néfrons constituem cada rim.

Quando o sangue passa pela artéria renal, em seguida entra nas ramificações menores da artéria — as arteríolas — que seguem diretamente para a *cápsula glomerular* (também chamada de *cápsula de Bowman*) do néfron. Dentro da cápsula glomerular, os vasos sanguíneos são ainda menores, formando um *glomérulo* (um agregado de capilares). O glomérulo é onde o seu sangue é efetivamente filtrado. Enquanto o sangue passa pelos capilares permeáveis no glomérulo, o plasma (veja o capítulo 9) passa por uma *filtração oncótica*. Fluidos e moléculas residuais como ureia e glicose são removidas do sangue quando a pressão que empurra o sangue pelos vasos sanguíneos é suficiente para expelir a água e os restos dissolvidos nela. (A pressão arterial nos capilares da cápsula glomerular é maior do que nos outros capilares do corpo.) A membrana capilar basicamente funciona como um filtro de papel (como um filtro de café), filtrando o fluido e removendo pequenas partículas residuais. Proteínas maiores, nutrientes e células sanguíneas permanecem no plasma.



Os néfrons filtram 7.5 litros de plasma por hora! Essa quantidade quase equivale ao conteúdo de quatro garrafas grandes de refrigerante. Os homens filtram uma quantidade maior, as mulheres um pouco menos. Mesmo assim, é muito plasma.

Solutos são substâncias dissolvidas numa *solução*. Os solutos e a água na qual os solutos foram dissolvidos são transportados através dos túbulos do néfron. Os fluidos passam pelo *túbulo contorcido proximal*, a *alça de Henle*, e o *túbulo contorcido distal*, que em seguida vira o *canal coletor* do néfron. Como as microvilosidades nos intestinos do sistema digestório que absorvem e transportam os nutrientes à circulação sanguínea, os túbulos do néfron também possuem micro vilosidades que reabsorvem água, sais e outras matérias essenciais na circulação sanguínea através da *vênula* (uma pequena veia). O transporte ativo (veja o capítulo 3) devolve os aminoácidos e glicose à circulação sanguínea. O transporte ativo que ocorre no túbulo contorcido distal é chamado de *secreção tubular*.

O processo de *reabsorção* depende da molécula que está sendo reabsorvida, então é chamado de *reabsorção seletiva*. O sódio requer transporte ativo para passar do fluido ao sangue; o sódio é reabsorvido do túbulo contorcido proximal no *capilar peritubular* (veja a Figura 12-2). E quando o sódio é transferido do fluido, o cloreto vai atrás. O cloreto tem uma atração muito forte pelo sódio; eles adoram ficar juntos e formar o cloreto de sódio (sal).

Você sabe como o sal causa a retenção de água? Quando os sais são transportadosativamente, a água segue passivamente. O sódio “suga” a água do seu plasma, e a água mantém a concentração do sal equilibrada entre o túbulo contorcido proximal e o capilar peritubular. Em seguida, aproximadamente 65% da água e os sais são reabsorvidos do túbulo contorcido proximal e devolvidos ao sangue.



Movimentar os sais e a água através dos túbulos nos néfrons gasta em torno de 5% do seu consumo total de calorias. Se todo exercício fosse tão simples!

## *Removendo a ureia das células*

A uréia – o principal produto residual do corpo – é formada quando os aminoácidos são convertidos em energia usável. Os grupos amino dos aminoácidos combinam com o oxigênio e o carbono para formar a ureia.

Mas a ureia chega a ser tóxica para as células, então suas células precisam se livrar dela. A ureia é um resto metabólico difundido na circulação sanguínea durante a troca capilar (veja o capítulo 9) que ocorre no seu corpo todo. Quando o sangue chega aos rins, os seguintes elementos são acrescentados à ureia:

- ✓ **Sais e água:** que permaneceram nos túbulos do néfron
- ✓ **Restos nitrogenados:** produtos residuais metabólicos que contêm nitrogênio são acumulados de todas as células do corpo
- ✓ **Íons:** átomos com uma carga positiva ou negativa; exemplos de íons encontrados no corpo incluem: o sódio ( $\text{Na}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}_2^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ).

## Formando urina nos rins



*Excreção* também significa o movimento de matérias do interior da célula para o exterior da célula, e não apenas a liberação de matérias do interior do corpo para fora.

Para entender melhor como os sais, água, íons e restos nitrogenados combinam com a ureia no rim para formar a urina, leia os próximos passos.

1. Quando o fluido chega à alça de Henle, a água e o sal se difundem da extremidade ascendente para a medula do rim.
2. Dependendo da concentração de sódio dentro da medula, a água passa ao canal coletor. (Quanto maior a concentração de sódio, mais água passa ao canal coletor.) Na parte inferior do canal coletor, a ureia é excretada na medula do rim.
3. Quando a ureia é difundida dos canais coletores de cada néfron, a concentração de compostos nitrogenados na medula é alta.
4. Essa alta concentração atrai água; a água passa dos canais coletores para a medula do rim, onde é absorvida pelos capilares e devolvida ao sangue.
5. O fluido e os solutos que permanecem nos túbulos do néfron são transformados em *urina*.

A Tabela 12-1 mostra os “ingredientes” dos restos nitrogenados na urina e a origem de cada componente.

**Tabela 12-1:**

**Os componentes nitrogenados da urina e suas fontes**

<b>Componente nitrogenado</b>	<b>Fonte de origem</b>
Ureia	Metabolismo de aminoácido
Creatinina	Metabolismo muscular (por exemplo, digerindo carne)
Amônia	Resultado da decomposição de proteínas por bactérias
Ácido úrico	Nucleotídeos decompostos

A urina é amarela porque ela contém *urobilinogênio*, um composto formado de bactérias que decompõem a bilirrubina no cólon. A bilirrubina é produzida durante a decomposição de eritrócitos no fígado (veja também os capítulos 9 e 11). A urina tem um cheiro de amoníaco porque contém amônia, além de outras substâncias derivadas da amônia (como a uréia).

Quando você faz exercícios e sua muito, a taxa de fluidos do corpo diminui. Isso faz o seu corpo reter a água que tem, repassando menos água à urina. A sua urina fica mais concentrada e com uma aparência mais escura. Quando o seu corpo tem um excesso de água, esse excesso vai para a urina, que fica mais diluída. Mas enquanto a urina estiver removendo todos os tóxicos e produtos residuais, ela estará fazendo o seu trabalho.

A urina também contém *ácido hipúrico*, que é produzido quando digerimos frutas e vegetais, e *corpos cetônicos*, produzidos durante a digestão de gorduras.



Pessoas com diabetes costumam ter um excesso de corpos cetônicos na urina porque digerem gorduras em vez de glicose. O pâncreas não produz insulina suficiente, então eles têm dificuldade em levar a glicose até as células. Na verdade, o corpo acha que está morrendo de fome. E pessoas que realmente estão passando fome também têm corpos cetônicos na urina. Quando os corpos cetônicos não são devidamente excretados e acumulam nos tecidos, o pH do corpo fica mais ácido, causando vários problemas com a homeostase (veja o capítulo 8). Quem sofre de *cetoacidose*, um problema comum em pessoas subnutridas ou com diabetes, tem um excesso de corpos cetônicos nos tecidos e fluidos, que deixam o hálito com um cheiro de fruta ou de acetona.



O seu corpo passa pelas seguintes etapas durante a produção de urina:

1. **A filtração por pressão** através da cápsula glomerular remove substâncias como glicose, aminoácidos, sais, e restos nitrogenados (ureia, ácido úrico, creatinina) junto com a água do sangue que passa pelo córtex do rim. Durante a *filtração*, o sangue passa pelos capilares permeáveis no glomérulo e os restos residuais são filtrados pela membrana capilar. O fluido e os restos são removidos do sangue pela pressão que expelle a água, junto com os restos dissolvidos nela.
2. **A reabsorção seletiva** remove algumas moléculas (como glicose, aminoácidos, sais ou água) do túbulo contorcido proximal do néfron e as devolve ao sangue através da difusão ou transporte ativo. Essas substâncias podem ser aproveitadas em alguma parte do corpo.

3. **A secreção tubular** remove ativamente os restos residuais do sangue para o túbulo contorcido distal do néfron. O seu sangue é purificado novamente, removendo tóxicos como os metabólitos de remédios (já reparou como a urina fica com cheiro de penicilina quando você toma antibióticos?), e restos nitrogenados. Agora você tem urina concentrada.
4. **A reabsorção da água** ocorre no canal coletor do néfron. Os sais são reabsorvidos para manter o equilíbrio entre o rim e o sangue e a água segue o sal de volta ao néfron. Quando o corpo precisa de mais água, por exemplo, quando você está desidratado, a urina que sai do canal coletor e passa pelos ureteres até a bexiga é mais concentrada, deixando mais água no seu corpo para reidratá-lo. Quando o seu corpo contém um excesso de água, a urina concentrada é diluída e passa pelos canais até a bexiga, levando o excesso de água junto.
5. **A excreção final** ocorre quando a urina concentrada e a quantidade de água que pode ser liberada do corpo é removida do rim para a bexiga, onde permanece antes de você urinar.

## *Descendo pelos ureteres*

Depois que o seu corpo produziu a urina, e acrescentou água ao “concentrado de urina”, ela passa da alça ascendente de Henle ao canal coletor. Aos poucos, a urina vai pingando pelos canais coletores dos néfrons até a pelve renal. A pelve renal tem um formato afunilado que conduz a urina armazenada ao ureter.

Seus ureteres são tubos que transportam a urina criada em cada rim até a bexiga. Cada rim tem um ureter, e cada ureter passa da pelve renal diretamente à bexiga. Seus ureteres têm uma estrutura parecida com os seus intestinos. Cada ureter é composto de três camadas: uma camada externa, uma camada muscular e uma camada mucosa que reveste o interior do tubo. A camada muscular contrai em ondas peristálticas, que transferem a urina do rim até a bexiga.



## Hemodiálise: salvando vidas

Pessoas que sofrem de alguma doença nos rins têm os néfrons danificados e não conseguem filtrar todas as substâncias ou restos tóxicos necessários para ter uma vida saudável. Geralmente quem tem alguma doença no rim produz uma urina aguada que contém poucos restos residuais. Se os restos nitrogenados acumularem no corpo, a homeostase é afetada. Quando o equilíbrio do corpo corre perigo, ainda mais células podem ser danificadas ou morrer. Se muitas células morrerem, o corpo também morre.

Para prolongar a vida dos pacientes com doenças renais, o sangue é retirado do corpo, filtrado por uma máquina, e retornado ao corpo. Durante esse processo chamado de *hemodiálise*, o sangue é removido de uma artéria (geralmente da artéria

radial no braço), e o sangue passa por um tubo fino, longo e contorcido que está submerso numa banheira de água quente. A água quente ajuda o sangue manter a temperatura normal do corpo, e a água também serve como meio de difusão para as toxinas. Qualquer substância que o paciente tiver em excesso, a água não contém. Por exemplo, se o paciente tiver um excesso de ureia ou potássio no sistema, a ureia ou potássio estão ausentes da água. Então o sangue possui uma concentração maior dessas substâncias e elas podem se difundir do sangue para a água. Isso reduz a concentração dessas substâncias possivelmente tóxicas no sangue. Depois o sangue filtrado volta através da veia.

## Armazenando urina na bexiga

A *bexiga*, como um reservatório, é um saco oco onde a urina é depositada depois que ela sai dos rins e passa pelos ureteres. A bexiga é localizada na cavidade pélvica, logo atrás dos ossos púbicos, em frente ao reto. (Nas mulheres, a bexiga fica na frente do útero e da vagina.) Como os outros órgãos do sistema urinário e digestório, a bexiga é composta de uma membrana protetora externa, várias camadas de músculos posicionadas em várias direções, e uma camada mucosa interna. As camadas musculares viabilizam a expansão e contração da bexiga, de acordo com o volume de urina que contém.

A quantidade máxima de urina que a bexiga afunilada consegue conter é 600 ml. Quando a urina começa a pressionar os “receptores de pressão” na bexiga, esses são ativados. Os nervos conectados aos receptores de pressão enviam impulsos ao cérebro avisando que a sua bexiga está enchendo. A primeira mensagem é enviada quando a bexiga contém aproximadamente 200 ml. Com 400 ml

de urina na bexiga, você acha que vai explodir. Claro que não explode, mas quanto mais cheia a bexiga mais difícil controlar o esfíncter que fecha a bexiga. Quando você pode esvaziar a bexiga, o cérebro manda um impulso através dos nervos do sistema nervoso autônomo para relaxar o esfíncter e contrair o músculo *detrusor da bexiga* para efetuar a *micção* (o ato de urinar). A urina flui da bexiga e desce pela uretra.

## ***Eliminando a urina pela uretra***

Em geral, a *uretra* é um tubo que leva a urina da bexiga até o orifício (abertura) do corpo, durante o processo de micção. Nas mulheres, a uretra mede 3.8 cm e termina no orifício uretral, localizado na parede anterior da vagina entre o clitóris e o orifício vaginal. Nos homens, a uretra mede aproximadamente 20 cm e passa pela próstata e o pênis, que tem uma abertura na extremidade chamada de *meato urinário*.

## ***Mantendo a Homeostase***

Os seus rins exercem algumas funções regulatórias importantes; sem eles a sua saúde correria perigo. Claro, os rins removem os produtos residuais do sangue e produzem urina. É uma das tarefas principais do órgão. Mas os rins também são os principais órgãos envolvidos na homeostase. A homeostase é o processo de ajustes constantes que mantém o equilíbrio de todos os sistemas do seu corpo. É um processo de controles e ajustes que ajuda você a manter a saúde. Os rins desempenham um papel importante na manutenção do equilíbrio entre o nível de sal e água no sangue, e também ajuda a manter o nível correto de pH no sangue. A escala de pH indica a concentração de íons de hidrogênio numa solução, usando uma escala de zero (mais ácido, mais íons de hidrogênio) até 14 (mais alcalino, menos íons de hidrogênio). (Veja a seção “Regulando seu pH” mais adiante neste capítulo.)

## ***Um equilíbrio delicado***

Seu corpo perde água quando a urina está diluída, e seu corpo retém água quando a urina está concentrada. Os seus rins regulam quando o seu corpo precisa liberar ou preservar água.

Se você é homem, um pouco mais da metade do seu peso (em torno de 60%) vem da água retida no fluido dentro das células (fluido intercelular) e o fluido extracelular (o fluido intersticial que banha as células, o plasma no sangue, o fluido linfático, e os fluidos no trato digestivo e as membranas mucosas). Se você é mulher, apenas a metade do seu peso consiste de água porque você (e eu) tem mais tecido adiposo (gordura) do que os homens. E o tecido adiposo contém menos células (e por isso menos água) do que o tecido muscular. Quando o seu corpo perde mais água do que consome, você fica desidratado. Todo dia, as células no

seu corpo produzem água durante o metabolismo, você consome água e algumas comidas contêm água. Mas todo dia você sua, urina, exala expirações que contêm gotículas de água, e produz fezes. Todos esses processos utilizam água. O seu corpo precisa controlar quanta água tem no seu sistema e quanta água sai. Se tiver mais água deixando o sistema, você fica com sede. A sede é um sinal fisiológico que você precisa consumir mais água. Os seus hormônios controlam a sede.

## Monitorando a sua pressão arterial

Seus rins usam processos de secreção tubular a reabsorção tubular para remover e repor sais e água do sangue. Mas os rins, junto com o seu fígado e as glândulas suprarrenais, localizadas em cima dos rins, também ajudam a manter o equilíbrio correto de sódio e potássio no sangue, o que afeta o volume do sangue, que, consequentemente, afeta a sua pressão arterial.

Quando o sangue é filtrado através do fígado (veja o capítulo 11), a pressão arterial é verificada. Se a pressão arterial no fígado for baixa demais, o sangue provavelmente não será filtrado adequadamente pelo glomérulo do néfron quando chega no rim. (Lembre-se, que inicialmente o sangue no rim é filtrado através da pressão.) Então, através do aumento do volume do sangue, o seu fígado pode aumentar a pressão arterial (veja o capítulo 9).

Para aumentar o volume de sangue:

1. O fígado produz uma proteína chamada de *angiotensinogênio*.
2. Nos rins, os néfrons também monitoram o volume de sangue. Se o volume for baixo, os néfrons secretam *renina*, que converte o angiotensinogênio em *angiotensinogênio I*.
3. Quando o sangue continua a circulação, a pressão é novamente verificada nos capilares dos pulmões (veja o capítulo 10). Se a pressão for baixa demais, os pulmões secretam uma *enzima conversora da angiotensina*, que converte a angiotensina I em angiotensina II.
4. A presença da angiotensina II no sangue faz as glândulas suprarrenais secretarem o hormônio aldosterona, que causa a reabsorção do sódio dos néfrons de volta para a circulação sanguínea.
5. Aonde o sal vai, a água segue. Quando os íons de sódio são ativamente transportados no sangue, a água também é reabsorvida.
6. A reabsorção de água no sangue aumenta o volume do sangue, resultando no aumento da pressão arterial. Agora o sangue tem pressão suficiente para passar pelo glomérulo e ser adequadamente filtrado para remover as toxinas.



Erros que ocorrem no sistema renina-angiotensina-aldosterona podem causar pressão alta. Alguns remédios contra a *hipertensão* (pressão alta) são inibidores da enzima conversora de angiotensina; ao evitar a secreção das enzimas conversoras da angiotensina pelos pulmões, a angiotensina I não pode ser convertida em angiotensina II, evitando assim que o sódio e a água sejam devolvidos à circulação sanguínea desnecessariamente. Não é apenas a pressão baixa que causa efeitos negativos; a pressão alta também pode causar problemas. Equilibrar esses dois aspectos importantes da homeostase é fundamental.

Os dois hormônios seguintes também afetam a pressão arterial:

- ✓ **O hormônio antidiurético** é secretado pela glândula hipófise (veja o capítulo 8) quando o sódio é reabsorvido pelos néfrons do rim, mas não há uma quantidade suficiente de água. O hormônio antidiurético aumenta a reabsorção de água da urina produzida, reduzindo a quantidade de urina. Quando você não bebe água suficiente (“suficiente” quer dizer pelo menos uns dois litros por dia) – ou se você beber suficiente mas as perdas são maiores (por causa de suor, diarreia ou vômitos) – uma pequena glândula no seu cérebro libera o hormônio antidiurético, que mantém o volume de sangue (e, consequentemente, a pressão arterial) dentro dos padrões normais.
- ✓ **O hormônio natriurético atrial** tem o efeito oposto do hormônio antidiurético. Quando o sangue passa pelo coração, os receptores de esticamento dentro do coração detectam o volume do sangue. Se o volume de sangue for alto demais, é necessário remover um pouco de água do sangue para reduzir o volume. As células no coração liberam o hormônio natriurético atrial, impedindo a secreção de renina pelo rim. Sem renina, a angiotensina não pode ser convertida em angiotensina I. Portanto, a uma enzima conversora da angiotensina não tem angiotensina I para interagir, e não pode produzir angiotensina II. As ações do hormônio natriurético atrial evitam a reabsorção de sódio e água através do rim na circulação sanguínea. No lugar disso, o sódio e a água são removidos do sangue através do rim, reduzindo o volume do sangue e, consequentemente, a pressão arterial.



## Recuperando da ressaca

Além de afetar o seu cérebro, o álcool é um diurético natural, porque o álcool impede a glândula hipófise de secretar o hormônio antidiurético. Seus rins chegam ao ponto de reabsorver o sódio, mas não há água suficiente para acompanhar o sódio. Sem o hormônio antidiurético para reabsorver a água da urina e devolvê-la à circulação sanguínea, você urina mais, mas ao mesmo tempo, reduz o volume do sangue. Você fica desidratado, e a desidratação causa

aquela dor de cabeça zonza que acompanha a ressaca. A recomendação para evitar a ressaca é simples: evitar a bebida alcoólica. Mas se você for beber álcool, pelo menos misture com um pouco de água ou beba um copo de água para cada copo de vinho, cerveja ou drinque que você tomar. Se você não fizer isso, tome bastante água para aliviar a desidratação que acompanha a ressaca.

## Regulando seu pH

Ácidos contêm mais hidrogênio do que hidroxila, e bases contêm mais hidroxila do que hidrogênio. Ácidos têm um taxa de pH (medida da concentração de íons de hidrogênio) entre 0 a 7.0; bases têm uma taxa de pH de 7.0 a 14. (Veja o capítulo 5 para ler mais sobre íons.) O sangue do ser humano precisa estar em volta de 7.4; o valor varia entre uma faixa bem pequena. Se o pH cair abaixo de 7.0, considerado ácido, a condição é *acidose*. Se o pH subir acima de 7.8, considerado alcalino, a condição é *alcalose*. Ambas as situações são potencialmente fatais. Para corrigir qualquer uma dessas condições, o sangue precisa de uma substância para absorver o excesso de íons de hidrogênio ou de hidroxila.

O seu corpo produz ácidos durante o metabolismo, e alguns ácidos (como ácido cítrico) são ingeridos. Até a digestão de gorduras produz ácidos — ácidos graxos. Todos os ácidos contêm hidrogênio, então são capazes de aumentar a taxa de hidrogênio — e a taxa ácida — do sangue. Para lidar com esses ácidos, o seu corpo dispõe de vários sistemas tampão, e os rins são um deles.

O sistema tampão mais usado envolve o ácido carbônico (um ácido fraco) e o bicarbonato de sódio (o sal de sódio do ácido carbônico). Esse sistema atua no plasma. Quando um ácido com um pH inferior ao do ácido carbônico (mais forte que o do ácido carbônico) entra na circulação sanguínea, através do metabolismo ou ingestão, ele é tamponado pelo bicarbonato de sódio. Vou chamar esse ácido mais forte que é adicionado ao sistema de ácido X. O bicarbonato de sódio que reage com o ácido X remove um pouco do hidrogênio do ácido X, formando ácido carbônico (um ácido mais fraco) e sal de sódio do ácido X.

Ao beber suco de laranja, você acrescenta ácido cítrico ao seu sistema. Quando o ácido cítrico entra na circulação sanguínea, ele reage com o bicarbonato de sódio, que remove algumas das moléculas de hidrogênio do ácido cítrico, criando citrato de sódio e ácido carbônico. Com esse ácido carbônico mais fraco na sua circulação sanguínea, o nível de pH do sangue permanece mais alto do que se ele contivesse um excesso de ácido cítrico.

Os íons de hidrogênio são frequentemente substituídos por íons de sódio nos rins. O sódio é absorvido pelos néfrons e volta à circulação sanguínea, e o hidrogênio é repassado à urina e excretado do corpo. O ácido carbônico é decomposto em dióxido de carbono e água, ambos produtos que podem ser retornados à circulação sanguínea. O gás carbônico é difundido do sangue nos pulmões e exalado do corpo. O excesso de água é removido através da urina.

Os seus rins também são capazes de detectar se a taxa de pH dos seus fluidos está baixa (ácida). Se os fluidos do corpo estiverem muito ácidos, o corpo estimula a decomposição do aminoácido glutamina. Durante o metabolismo da glutamina, o corpo produz amônia. Quando a amônia é transportada ao filtrado que é transformado em urina concentrada, os íons de sódio voltam à circulação sanguínea onde podem formar bicarbonato de sódio e continuar o sistema tampão.

## *Doenças e Distúrbios do Sistema Urinário*

Apesar do sistema urinário consistir de poucos componentes, e o funcionamento desses componentes ser relativamente simples, problemas podem surgir. Por causa da importância dos rins no processo de homeostase, os distúrbios renais podem causar vários problemas em outros sistemas do corpo. O sistema urinário também está sujeito a invasões de bactérias, ou outras estruturas anatômicas podem interferir nas estruturas urinárias.

### *Infecção do trato urinário (ITU)*

As infecções do trato urinário (ITUs) são muito mais comuns nas mulheres do que nos homens simplesmente porque a uretra das mulheres é muito mais curta do que a dos homens. Aproveitando o caminho mais curto, as bactérias alcançam a bexiga das mulheres com muito mais facilidade.

As ITUs surgem subitamente e são difíceis de ignorar. Um dos principais sintomas é uma dor ardente ao urinar. A ITU é o nome geral para qualquer infecção que afeta qualquer estrutura do sistema

urinário: uma infecção na bexiga é *cistite*; uma infecção no rim é *pielonefrite*; uma infecção na uretra é *uretrite*.

Geralmente, as bactérias são as culpadas pelas infecções do trato urinário. Muitas vezes as bactérias são espalhadas do reto à uretra. Algumas doenças sexualmente transmissíveis, como a gonorreia ou clamídia, podem causar infecções no sistema urinário.

As ITUs são tão óbvias e desconfortáveis que as pessoas costumam procurar tratamento imediatamente, evitando que a infecção avance mais no sistema urinário. Mas, se a infecção entrar na bexiga e passar aos rins, ela pode causar danos renais. Como os rins estão interligados à circulação sanguínea, a infecção pode causar complicações como a *septicemia*, o avanço de organismos infecciosos através do sangue. A septicemia pode causar *choque séptico*, que pode ser fatal. Então, se você sentir alguma dor ao urinar, consulte o médico.

Quando você vai ao médico com algum problema urinário, ele geralmente pede uma amostra de urina para analisar quais organismos são encontrados (a análise de urina é chamada de *urinálise*). Se tiver bactérias presentes, o médico geralmente receita antibióticos. Hoje em dia também existem outros remédios para aliviar a dor de uma ITU. Mas, para se livrar das bactérias que causam a dor e ardência, somente com antibióticos.

## ***Calculando cálculos renais***

O termo médico para as pedras nos rins é *cálculo renal*. A palavra *calculus* em latim quer dizer “pedrinha”, mas acho que também significa “duro”. A matéria de matemática com esse nome — não é nada mole!

Os cálculos renais podem ser causados pela presença crônica de urina concentrada. Pessoas que não bebem uma quantidade de água suficiente estão sempre um pouco desidratadas, deixando a urina mais concentrada. A concentração maior de solutos na urina facilita a precipitação (aglomeração) de substâncias como o ácido úrico. Cristais de ácido úrico podem se transformar em cálculos renais ou serem transportados até suas articulações, causando a doença *gota*.

Um dos componentes mais comuns dos cálculos renais é o *oxalato*, encontrado em folhas verdes, como espinafre, e em café e chocolate. Em combinação com cálcio, o oxalato não dissolve bem e cristaliza, formando o cálculo renal. Distúrbios metabólicos ou infecções crônicas do trato urinário também podem causar cálculos renais.

Um cálculo renal que obstrui o ureter causa uma dor súbita e intensa, e, às vezes, vem acompanhada de enjôos ou vômitos. O cálculo também pode causar o sangramento do revestimento do ureter, e resultar em *hematúria* (sangue na urina).

Quando os cálculos renais são inferiores a cinco milímetros em diâmetro, os médicos costumam dizer para esperar a eliminação pela urina. É importante beber bastante água para facilitar a saída dos cálculos. Porém, se os cálculos forem maiores, há técnicas não-invasivas (sem precisar de cirurgia abdominal) que podem quebrar as pedras usando ondas de choque (lítotripsia por ondas de choque) ou ondas ultra-sônicas (lítotripsia ultra-sônica).

## *Problemas de próstata*

Nos homens, a próstata circunda a uretra, que passa pela glândula. Quando o homem ejacula, o fluido seminal passa pela uretra e entra no pênis. Isso mesmo; nos homens, a uretra transporta tanto a urina como o sêmen, mas em momentos diferentes (veja o capítulo 14). Durante a produção do fluido seminal, a próstata acrescenta algumas secreções ao fluido antes de passar pelo pênis.

Com o envelhecimento, geralmente a partir dos 50 anos, a próstata aumenta de tamanho. Se a próstata aumentar muito, ela pode oprimir a uretra e obstruir o fluxo de urina. A obstrução pode causar doenças do trato urinário nos homens e geralmente causa dor durante a micção (*disúria*). A obstrução da uretra estressa a bexiga e pode causar o vazamento de urina, ou, mais comum, aumentar a vontade de urinar.

O aumento da próstata pode ser diagnosticado com um exame retal (também chamado de exame de toque). O médico pode sentir a distensão (estiramento) da bexiga durante um exame abdominal. O tratamento – geralmente a remoção da próstata – pode ser necessário se os sintomas forem muito graves ou se for diagnosticado câncer na próstata.

## *Incontinência através dos continentes*

A incontinência é a incapacidade de controlar a micção. Existem quatro formas de incontinência, mas as causas geralmente são uma doença do trato urinário ou alguma lesão no trato urinário.

- ✓ **Incontinência de estresse ou esforço:** essa é a forma de incontinência mais comum, quando ocorre o vazamento de urina durante algum esforço ou estresse sob a bexiga, por exemplo, quando a pessoa corre, tosse, ri ou levanta algo pesado. Esse tipo de incontinência geralmente afeta mulheres que tiveram vários filhos, enfraquecendo o músculo que apoia a bexiga e esticando o músculo esfíncter da uretra.
- ✓ **Incontinência de urgência:** esse tipo de incontinência é o mais constrangedor. A vontade de urinar (“preciso ir ao banheiro agora!”) surge de repente e a bexiga se esvazia sozinha, mesmo quando estiver numa situação inadequada. A indústria de fraldas geriátricas é direcionada às pessoas com esta forma de incontinência.

- ✓ **Incontinência de sobre-fluxo:** algumas pessoas têm dificuldades em esvaziar a bexiga, por exemplo, quem sofre de hiperplasia da próstata (aumento) ou outras obstruções da uretra. Quando há algo obstruindo a uretra, como um cálculo renal, a urina fica presa na bexiga. A bexiga sempre contém urina porque não é capaz de se esvaziar completamente. Neste caso, o excesso de urina sai involuntariamente, continuamente gotejando pela uretra. Quando a obstrução é removida, a urina pode sair da bexiga e essa forma de incontinência geralmente desaparece.
- ✓ **Incontinência total:** alguns problemas estruturais, lesões espinais ou doenças podem causar a falta total de controle sob a bexiga. Os esfíncteres da bexiga e uretra não funcionam, deixando a urina sair diretamente da bexiga quando ela chega dos rins.

Dependendo da causa da incontinência, o tratamento pode incluir exercícios para fortalecer os músculos pélvicos, remédios ou dispositivos médicos para lidar com a micção involuntária.



## Capítulo 13

# A Força do Bem: O Sistema Imunológico

### *Neste capítulo*

- ▶ Entender como o seu sistema linfático fortalece sua imunidade
- ▶ Identificar as diferentes células do seu sistema imunológico
- ▶ Compreender a inflamação e as reações do seu sistema imunológico
- ▶ Descobrir os segredos do sistema complemento e dos anticorpos
- ▶ Conhecer as doenças e distúrbios do sistema imunológico

**S**em o nosso sistema imunológico, a espécie humana não teria sobrevivido durante muito tempo. O primeiro vírus de resfriado teria acabado com os primeiros seres humanos se o corpo não tivesse um sistema imunológico para combater aquele invasor.

Esse capítulo leva você para conhecer o seu sistema imunológico e mostra como ele protege as suas células. O seu sistema imunológico – o departamento de defesa do seu corpo – funciona em tempos de saúde e de doença. O seu sistema imunológico é a forma do seu corpo se proteger de invasores como bactérias e vírus, de outras células externas, e até de suas próprias células que se viraram contra você (como células cancerosas).

Além do sistema imunológico, o corpo possui várias outras armas para sua defesa.

- **A pele:** essa barreira impede a entrada de muitos invasores. Glândulas na pele secretam óleos que tornam a barreira ainda mais eficaz. (Veja o capítulo 6 para ler mais sobre a pele).
- **As membranas mucosas:** este revestimento dos órgãos do sistema respiratório e digestório capta os micróbios, organismos minúsculos capazes de causar doenças nos animais (inclusive nos humanos).

- ✓ **Cílios:** essas pequenas estruturas finas nos tratos respiratório e digestório passam a sujeira e os micróbios para a garganta, onde são engolidos e removidos através da digestão e excreção. (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre cílios.)
- ✓ **Ácido clorídrico:** esse ácido no estômago destrói a maior parte das bactérias ingeridas. As bactérias “do bem” que normalmente são encontradas no estômago (a flora normal) lutam contra as bactérias “do mal” que conseguem chegar ao intestino. (Veja o capítulo 11 para ler mais sobre o ácido clorídrico.)

Todos esses processos mecânicos mencionados ajudam a evitar que os micróbios entrem no sangue ou nos tecidos, mas o sistema de defesa — seu sistema imunológico — combate os micróbios que conseguem driblar esses mecanismos e entram no seu corpo.

O seu sistema imunológico atual consiste de várias células e algumas moléculas. Diferente dos outros sistemas, o sistema imunológico não tem um grupo de órgãos que trabalham juntos numa área centralizada no corpo. Em vez disso, o sistema imunológico usa as vias dos sistemas linfático e circulatório para transportar as células do sistema imunológico pelo seu corpo. (Veja o Capítulo 9 para ler mais sobre o sistema circulatório.) As células do sistema imunológico vão à caça procurando germes que não deveriam estar no seu corpo. Em seguida, eles atacam esses forasteiros e os desarmam, matam ou os expulsam do seu corpo para manter você saudável. (Para ler mais sobre as células do sistema imunológico, veja “Caçando e atacando: células do sistema imunológico” neste capítulo.)

## *Louvado seja o Sistema Linfático*

Os vasos linfáticos – os conduítes que transportam a linfa pelo corpo – têm uma estrutura parecida com as veias do seu sistema circulatório (veja o capítulo 9). As veias têm válvulas que impedem o sangue desoxigenado de fluir de volta. Igualmente, os vasos linfáticos possuem válvulas que impedem a linfa de fluir de volta. (Veja o quadro “O que é linfa, afinal?,” para ler mais sobre a linfa.) Portanto, o sistema linfático é um sistema de mão única. Tanto as veias como os vasos linfáticos precisam ser movimentados para circular o sangue ou a linfa. Você mesmo é quem movimenta os vasos linfáticos cada vez que você movimenta seus braços, pernas e outros músculos esqueléticos.



O excesso de fluido dos tecidos é absorvido pelos vasos linfáticos e devolvido à circulação sanguínea como linfa.



Como no sistema circulatório, os vasos linfáticos se dividem e vão aumentando de tamanho, desde os capilares até os vasos linfáticos maiores. Esses vasos maiores entram no canal torácico (também chamado de canal linfático esquerdo) ou no canal linfático direito do sistema linfático. O canal linfático direito, localizado ao lado direito do seu pescoço perto da clavícula direita, transporta a linfa que vem do braço direito e da parte direita do corpo acima do diafragma.

## O que é linfa, afinal?

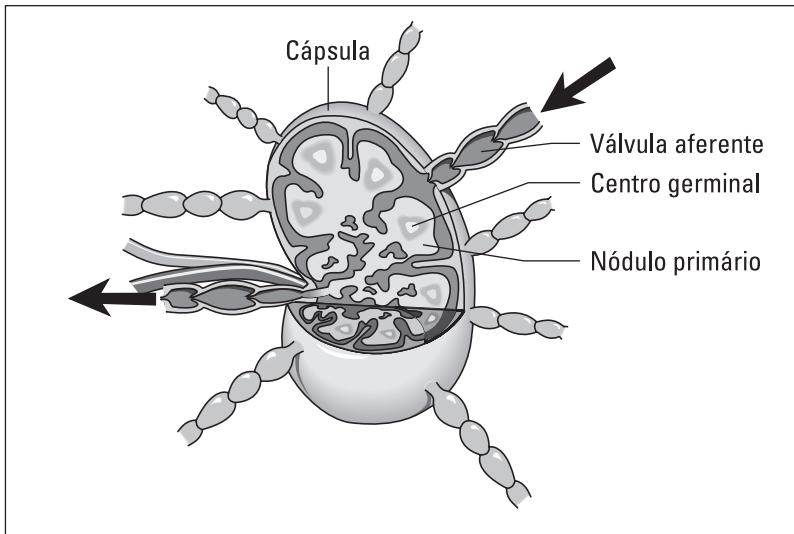
A linfa, o fluido que circula pelos vasos linfáticos, é o excesso de fluido intersticial. O fluido intersticial banha cada célula. As células precisam estar num ambiente fluido porque os nutrientes e oxigênio precisam ser dissolvidos em fluido para poder passar para as células. Quando há um excesso de fluido intersticial, esse excesso é absorvido pelos vasos linfáticos e chamado de linfa. A

linfa passa pelos vasos linfáticos, transportando alguns leucócitos, às vezes, também uns eritrócitos, ou partículas de gordura. Quando a linfa passa pelos nódulos linfáticos, a linfa é filtrada para remover micrões e impurezas. Depois, o fluido purificado volta à circulação sanguínea através das veias do sistema circulatório.

O ducto torácico, que passa pelo centro do seu tórax, leva a linfa que escorre de todas as partes do corpo. A linfa é depositada no sistema circulatório pelas veias subclávias, localizadas ao lado direito do coração e dos principais vasos sanguíneos. Então, agora você entende como uma infecção pode se espalhar facilmente pelo sangue ou até o coração. O ducto linfático direito entra na veia subclávia direita, e o ducto torácico entra na veia subclávia esquerda.

Antes da linfa entrar nos ductos e chegar no sistema circulatório, ela passa pelos nódulos linfáticos. Um nódulo linfático (ou linfonodo) é uma massa de tecido que filtra a linfa antes dela entrar no sangue. O tecido conjuntivo denso (veja a Figura 13-1) cobre os nódulos linfáticos e os separa em *nódulos*. A parte externa do nódulo — o córtex — contém dois tipos de *linfócitos* (células do sistema imunológico):

- ✓ **Linfócitos B:** desenvolvidos na parte do córtex chamado de *centro germinal* (o centro do nódulo linfático), essas células produzem anticorpos. (Veja a seção sobre “Imunidade mediada por anticorpos”, neste capítulo para ler mais sobre os anticorpos.)
- ✓ **Linfócitos T:** desenvolvidos nas áreas do córtex fora dos centros germinais, essas células são responsáveis por matar outras células que acomodam algum vírus. A rebeldia não é permitida em lugar algum!



**Figura 13-1:**  
Anatomia  
de um  
linfonodo,  
corte  
transversal.

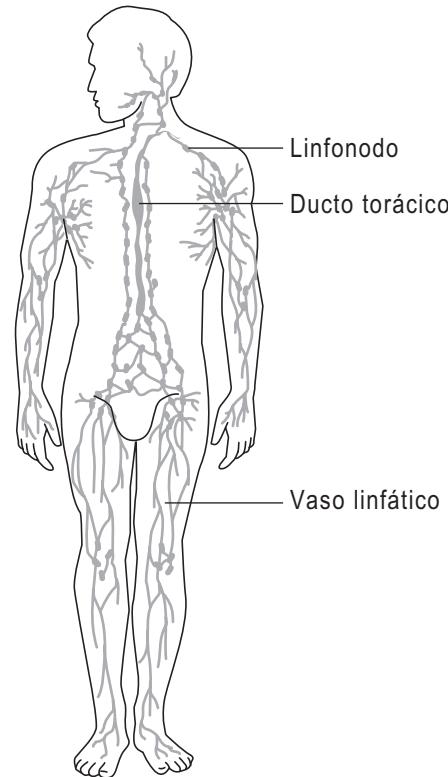
LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

Os linfonodos são encontrados pelo seu corpo todo (veja a Figura 13-2), nas axilas, no pescoço e na sua virilha. O pescoço e a boca contêm uma grande quantidade de linfonodos porque com todos os *orifícios* (aberturas) no seu rosto — nariz, ouvidos, boca — essa área é uma das principais portas de entrada para bactérias e vírus. As *tonsilas* na sua garganta (faringe) são grandes linfonodos, e essas tonsilas faringianas também são *adenóides*. Mas você também tem *tonsilas palatinas*, na parte posterior da orofaringe, e na base da língua (*tonsilas linguais*).



Esse tecido linfático em forma de tonsilas em volta da sua garganta é como ter vários seguranças armados vigiando a entrada do seu corpo. Eles captam e removem muitos micróbios nocivos. Outro lugar onde os micróbios tentam buscar vantagem é nos seus intestinos. Mas os seus intestinos também dispõem de guardas: as *placas de Peyer* são linfonodos alojados na parede dos intestinos.

Se você teve catapora, um resfriado ou alguma gripe, você já foi atacado por um *vírus*. Um vírus é um agente infeccioso que não tem a capacidade de metabolizar ou reproduzir; então ele precisa ocupar uma célula que tem essas capacidades para sobreviver e multiplicar. Apesar de ser chamado de “agente infeccioso”, o vírus não trabalha disfarçado, usando óculos escuros e um chapéu grande. Porém, tecnicamente um vírus não é uma célula porque ele não tem um núcleo ou outras organelas celulares (é por isso que não pode reproduzir ou metabolizar por conta própria). As suas células T combatem o vírus diretamente; as células B formam anticorpos, que permanecem no seu sistema pronto para entrar em ação se este mesmo vírus um dia voltar. (veja a seção “Imunidade mediada por anticorpos” neste capítulo para ler mais sobre anticorpos.)



**Figura 13-2:**  
O sistema  
linfático.

LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins



Quando um vírus ataca as suas células, o seu sistema imunológico imediatamente entra em ação para proteger você da seguinte maneira:

1. Os seus linfonodos aumentam a produção de linfócitos B e T.
2. Os linfócitos T nos seus linfonodos começam a matar as células que contêm o vírus (isso também deixa você cansado e sem energia).
3. Os linfócitos B produzem *anticorpos* para combater qualquer *antígeno* (uma célula estranha, como um vírus) que entra no seu corpo. (Veja a seção “Defendendo a sua saúde” neste capítulo para ler mais sobre anticorpos e antígenos.) Alguns anticorpos ficam no seu corpo durante pouco tempo, outros durante alguns anos e alguns permanecem para sempre. Quando um vírus que você já teve antes retorna ao seu sistema, o seu corpo imediatamente reconhece esse invasor e consegue eliminá-lo antes de você ficar doente novamente. É por causa dos anticorpos que você não pega catapora pela segunda vez, e também explica porque você nunca mais tem o mesmo resfriado de novo.

## Vitima do vírus malicioso

Se você já teve catapora, o vírus da catapora entrou no seu corpo através das gotículas no espirro ou tosse de uma pessoa contaminada. Para sobreviver, o vírus entrou nas suas células e usou o seu equipamento genético para reproduzir e as suas organelas para metabolizar. Quanto mais células dominadas pelo vírus, mais doente e mais cansado você ficou, porque o vírus da catapora estava usando os seus nutrientes e oxigênio para produzir energia para viver. Você provavelmente teve todos os

sintomas clássicos da catapora: sintomas de gripe, erupções vermelhas que coçavam loucamente e febre. Bom, esses "sintomas" na verdade são as reações do corpo para eliminar esse vírus malicioso. Por exemplo, o aumento da produção de muco faz o seu nariz escorrer para remover as partículas do vírus das cavidades nasais. E a febre aumenta a temperatura do corpo numa tentativa de tornar o seu corpo um lugar menos hospitaleiro para o vírus.

## O baço brilhante

O seu baço está localizado na parte esquerda superior da cavidade abdominopélvica (veja os capítulos 1 e 5), logo embaixo do diafragma. Abriga as células do sistema imunológico. A estrutura do baço parece com um linfonodo — um linfonodo gigantesco. O baço contém tecido conjuntivo e é dividido em lóbulos (segmentos menores dentro de um lobo) que contêm polpa vermelha e polpa branca:

- ✓ **Polpa vermelha:** vermelha porque contém eritrócitos, a polpa vermelha também contém leucócitos, inclusive linfócitos e macrófagos.
- ✓ **Polpa branca:** essa polpa contém linfócitos e macrófagos, mas não tem eritrócitos. Os linfócitos e macrófagos são as células do sistema imunológico que ajudam a limpar o sangue removendo os micróbios ou qualquer outro material estranho.

Como os linfonodos filtram a linfa para remover sujeiras, o baço filtra o sangue. Apesar do baço poder ser removido sem consequências fatais, sem ele você fica mais vulnerável às infecções porque não há mais os linfócitos e macrófagos para filtrar o sangue e remover os micróbios.

Seu baço também armazena o excesso de sangue que é liberado quando precisa aumentar o volume de sangue que circula pelos vasos (por exemplo, quando você está com pressão baixa ou o corpo precisa de mais oxigênio).

## O timo coloca o “T” nas células T



O timo está localizado sob o coração, em cima da traqueia, logo atrás (posterior) do esterno. O timo é maior em crianças e vai diminuindo (atrofiando) com a idade. Em adultos o timo é pequeno, mas tem uma função importante – produz *timosina*, um hormônio que estimula a diferenciação e amadurecimento das células T. (Veja o capítulo 8 para ler mais sobre os hormônios.)

Quando os linfócitos “nascem” no córtex do nódulo linfático, eles apenas são linfócitos comuns que depois se diferenciam em linfócitos B ou T. (Veja a seção “Louvado seja o sistema linfático” para ler mais sobre os linfócitos.) Antes de se diferenciarem, os linfócitos jovens ainda interagem com as células do corpo – como se fosse um último teste. Se os linfócitos jovens atacarem as células do seu próprio corpo, os linfócitos morrem. Os linfócitos que não atacam as células do seu corpo, mas demonstram entusiasmo em perseguir células estranhas, amadurecem em linfócitos T maduros e são “promovidos” à *medula* do linfonodo. Na medula, os linfócitos T lutadores se diferenciam ainda mais em um dos seguintes tipos de células: linfócitos T auxiliares, linfócitos T citotóxicos (mata outras células), ou linfócitos T supressores. O restante, os linfócitos bem comportados que não atacam as células do corpo, mas também não demonstraram entusiasmo para perseguir células estranhas se transformam em linfócitos B que formam os anticorpos.

## Caçando e Atacando: Células do Sistema Imunológico

As células do seu sistema imunológico são os leucócitos que flutuam no seu sistema circulatório, então, você vê como o sistema imunológico está interligado ao sistema circulatório. Mas o sistema imunológico também tem uma conexão com o sistema esquelético, os seus ossos. Continue lendo.

Todas as células sanguíneas — tanto os eritrócitos como os leucócitos — são produzidas na medula vermelha dos seus ossos. A medula óssea vermelha é encontrada nas extremidades dos ossos compridos, como o fêmur da sua coxa e o úmero do braço, além das costelas, o crânio, a pelve, a coluna vertebral, as clavículas e o esterno.

Dentro da medula óssea vermelha há células especializadas, chamadas de *células reticulares*, que produzem as fibras de tecido conjuntivo no osso, e *células tronco multipotentes*, que podem dar origem a vários outros tipos de células diferentes (por isso são chamadas de multipotentes): um eritrócito, uma plaqueta e um dos cinco tipos de leucócitos (veja a Tabela 13-1).

As células reticulares e as células-tronco multipotentes revestem os seios nas veias que passam pelos canais dos sistemas de Havers dos ossos (veja o capítulo 4). Quando as células-tronco multipotentes se transformam numa célula sanguínea específica, elas entram na circulação sanguínea através das veias.

As células estão sempre crescendo e se dividindo. Quando uma célula-tronco multipotente se divide, ela produz uma *célula tronco mielóide* e uma *célula tronco linfóide*. Quando a celula-tronco mielóide cresce e se divide, ela é capaz de produzir três tipos de células:



- ✓ **Eritroblastos:** os eritroblastos são os precursores dos eritrócitos.
- ✓ **Megacarioblastos:** os megacarioblastos formam primeiro os *megacariócitos*, para depois formar  *trombócitos* (plaquetas).
- ✓ **Mieloblastos:** os mieloblastos amadurecem e formam um dos quatro tipos de *leucócitos*: basófilos, eosinófilos, neutrófilos ou monócitos.  
os basófilos, eosinófilos e neutrófilos são considerados *granulócitos* (granulados) porque quando são manchados, apresentam pequenos grânulos no citoplasma. Apesar dos monócitos também ter grânulos no citoplasma, esses não são tão visíveis, então são chamados de *agranulócitos*.

Os linfócitos B e T também são agranulócitos, mas a célula-tronco multipotente original produz uma célula-tronco linfóide da qual desenvolvem os linfócitos B e T. As células B deixam a medula óssea já como linfócitos funcionais. As células T precisam passar primeiro pelo timo antes de se tornarem células maduras e efetivas do sistema imunológico. (veja a seção anterior “O timo coloca o “T” nas células T.”)

**Tabela 13-1 Células do sistema imunológico**

<i>Tipo de célula</i>	<i>Origem</i>	<i>Características</i>
<b>Leucócitos granulares (ou granulócitos)</b>		
Basófilo	Mieloblasto: origina-se na célula-tronco mielóide que vem da célula tronco multipotente na medula óssea vermelha.	Libera histamina. Compõe aproximadamente 1% de todos os leucócitos.
Eosinófilo	Mieloblasto: origina-se na célula-tronco mielóide que vem da célula tronco multipotente na medula óssea vermelha.	Fagocita os抗ígenos e anticorpos, e depois os separa. Compõe aproximadamente 1—4% dos leucócitos.

(continua)

<b>Tipo de célula</b>	<b>Origem</b>	<b>Características</b>
Neutrófilo	Mieloblasto: origina-se na célula-tronco mielóide que vem da célula-tronco multipotente na medula óssea vermelha.	Fagocita as bactérias que encontra quando circula pelo sangue e pelo corpo. Compõe aproximadamente (40—70%) dos leucócitos.
<b>Leucócitos agranulares (ou agranulócitos)</b>		
Monócito	Mieloblasto: origina-se na célula-tronco mielóide que vem da célula-tronco multipotente na medula óssea vermelha.	Desenvolve-se num macrófago, que fagocita bactérias e vírus. Compõe aproximadamente 4—8% dos leucócitos.
Linfócito B	Célula tronco linfóide: origina-se da célula-tronco multipotente na medula óssea vermelha.	Produz anticorpos. Juntos, os linfócitos B e T formam 20-45% dos leucócitos.
Linfócito T	Célula-tronco linfóide: origina-se na célula tronco multipotente na medula óssea vermelha; amadurece no timo depois de ser estimulado pelo hormônio timosina.	Destroi células que contêm vírus. Juntos, os linfócitos B e T formam 20%-45% dos leucócitos.

## A Inflamação é o Máximo



Se você já teve uma farpa de madeira no dedo, talvez tenha reparado que o ponto de entrada ficou inchado, vermelho e sensível. Esse inchaço e vermelhidão fazem parte da *reação inflamatória*. A dor chama sua atenção para cuidar da ferida. Assim você se lembra de pegar um pinça, retirar o objeto e limpar a ferida.

Como o seu corpo está repleto de capilares, sempre quando há uma ferida no tecido, alguns capilares também são feridos. Um capilar ferido provoca a liberação de *histamina*, uma substância química produzida em todos os tecidos do corpo. (os remédios anti-histamínicos impedem a produção desta substância fundamental em reações alérgicas.)

A histamina provoca a dilatação do capilar, permitindo a passagem de um volume maior de sangue, deixando a área com uma aparência vermelha. Quanto mais sangue fluir pela área, mais células do sistema imunológico serão levadas ao local para combater os micróbios que entraram junto com a farpa de madeira ou aproveitaram a abertura na pele.

Quando o corpo libera a histamina, a substância química *bradicinina* é liberada também. A bradicinina faz os nervos enviarem impulsos ao cérebro que são interpretados como dor. Mas a bradicinina também aumenta a permeabilidade dos capilares, aumentando o fluxo de fluido intersticial na ferida. Esse fluido intersticial adicional ajuda a remover qualquer fonte de infecção, mas também causa o inchaço. A permeabilidade maior facilita a entrada das células do sistema imunológico na ferida. E o excesso de fluido intersticial é removido como linfa e filtrado nos nodos linfáticos. Os neutrófilos e monócitos (veja a tabela 13-1) são a primeira linha de defesa contra qualquer invasor no corpo.

## *Os neutrófilos em ação!*

Como um bicho papão, os neutrófilos devoram a bactéria através do processo de *fagocitose*. (*fago-* significa “comer” em grego; *cit-* quer dizer “célula”.) Quando o neutrófilo “come” a bactéria, ele cerca a bactéria com um vacúolo (veja o capítulo 3), que se enche com enzimas que decompõem a bactéria. (As enzimas são proteínas que aceleram as reações químicas. Veja os capítulos 1 e 11 para ler mais sobre enzimas.) Os grânulos no neutrófilo desencadeiam a reação da enzima contra a bactéria.

## *Os monócitos vão à luta*

O monócito amadurece e se transforma numa célula monstruosa chamada de *macrófago*. Os macrófagos vão à procura de micróbios e consomem o que encontrarem no caminho. Quando uma infecção piora, os macrófagos começam a produzir mais leucócitos, quer dizer, os macrófagos começam a reunir as tropas. Essa “formação de tropas” explica porque um aumento de leucócitos no sangue indica o avanço de alguma infecção no corpo.

# *Defendendo a Sua Saúde Contra Invasores*

Mesmo quando você está saudável, há sempre brigas e batalhas no sangue e tecidos — o seu sistema imunológico está sempre capturando ou combatendo algum vírus ou bactéria rudes que aparecem por aí.



## Palmas para o pus

"Pus, que nojo!" O pus é mais uma das maravilhas produzidas pelo seu sistema imunológico. Talvez não seja a sua ideia de maravilha, mas é muito bom quando o seu corpo estiver com alguma infecção.

Pus contém neutrófilos que morreram depois de fagocitar bactérias, algumas

células mortas, tecido, bactérias presas e leucócitos. Todo esse material forma uma substância amarela, grossa que parece tão nojento. Mas o pus é uma prova de que o seu corpo está combatendo uma infecção e que o seu sistema imunológico está fazendo o seu trabalho. Então aprecie o pus!

Porém, quando você está doente, o seu corpo declara guerra total. A artilharia usada nessas batalhas inclui vários tipos de proteínas. Um grupo de proteínas que se desloca através do plasma no seu sangue é o *sistema complemento*.

### O sistema complemento

O sistema complemento é complicado, mas basicamente funciona como uma reação em cadeia. Um complemento de proteína é ativado, e ativa o próximo complemento, etc. A cadeia de eventos que ocorre no sistema complemento começa quando os micróbios são detectados no corpo. Vários tipos de complementos de proteínas atuam em conjunto para formar o sistema complementar.

- ✓ Algumas das proteínas de complemento são ativadas para produzir proteínas adicionais para fazer buracos na membrana celular de um micrório.
- ✓ Outras proteínas de complemento causam a liberação de substâncias químicas que sinalizam quando começa uma inflamação e a fagocitose.
- ✓ Outras proteínas de complemento se conectam com um micrório coberto em anticorpos; elas "marcam" o micrório para morrer porque as células do sistema imunológico que fagocitam as bactérias são atraídas a essas proteínas.

Dois outros métodos de defesa incluem a imunidade mediada por anticorpos e imunidade mediada por células.

### Imunidade mediada por anticorpos

A imunidade mediada por anticorpos é o mecanismo de defesa que usa anticorpos, desenvolvidos das células B, como tropas preparadas para a batalha.



Um *antígeno* é qualquer célula ou proteína que o seu corpo considera estranho (que não foi produzido pelo seu corpo) e por isso quer combater. O material que o seu corpo produz é chamado de *próprio*. Qualquer coisa que não foi produzida pelo seu corpo é considerado *não-próprio*.

Antígenos podem ser:

- ✓ Proteínas na membrana de uma bactéria ou vírus;
- ✓ Uma parte de uma célula não-própria;
- ✓ Células cancerosas.

Os linfócitos B produzem *anticorpos* — proteínas globulares também conhecidas como *imunoglobulinas* — que combinam com antígenos, formando complexos antígeno-anticorpo. (Para ler mais sobre os linfócitos veja a seção “Louvado seja o sistema linfático” neste capítulo.) Quando um anticorpo combina com um antígeno formando um complexo antígeno-anticorpo, o anticorpo torna o antígeno inativo e incapaz de se juntar à célula e ocupá-la. O anticorpo manda mais anticorpos contra aquele antígeno específico através do sangue, linfa e muco.

O complexo antígeno-anticorpo também aciona as células do sistema imunológico. Os neutrófilos ou monócitos, que se transformam em macrófagos famintos, geralmente aparecem para devorar o antígeno. Ou o sistema complemento pode ser ativado, estimulando as proteínas de complemento a atrair as células fagocitárias (macrófagos que decompõem e devoram o antígeno). Para proteger você de mais infecção, os anticorpos saturam as células e tecidos do seu corpo depois da invasão de bactérias ou vírus, enquanto o seu sistema imunológico mata e remove os invasores.

Cada vez que o seu corpo encontra um novo antígeno, os linfócitos B produzem anticorpos específicos contra esse antígeno. As superfícies dos linfócitos são revestidas de receptores, que são moléculas que combinam com um antígeno específico. O receptor se encaixa no antígeno como uma chave numa fechadura. E quando o seu corpo encontra esse mesmo antígeno de novo, os linfócitos B são capazes de reconhecê-lo. Quanto mais antígenos são encontrados, mais receptores são produzidos, tornando você imune (ou dando você imunidade) contra mais antígenos.

Apesar de você produzir por volta de um milhão de anticorpos ao longo da sua vida, os anticorpos são organizados em cinco categorias, estruturas básicas com certas características; é possível criar um milhão de variedades porque cada anticorpo tem uma *região variável* em sua estrutura que se torna específica para cada antígeno encontrado. Lembre-se que os anticorpos também são chamados de imunoglobulinas, o que é abreviado como “Ig”.

- ✓ **IgA:** essa categoria de anticorpos atua contra as toxinas que as bactérias produzem, e ataca alguns micróbios diretamente. Os anticorpos IgA são encontrados em secreções (como o leite materno e saliva), e protegem as cavidades do corpo.
- ✓ **IgD:** receptores nos linfócitos B, esses anticorpos são encontrados principalmente no sangue e na linfa.
- ✓ **IgE:** esses anticorpos causam reações alérgicas e são encontrados em parasitas como vermes. São encontrados em membranas de basófilos, que circulam pelo sangue, e células mastócitos, que residem nos tecidos.
- ✓ **IgG:** os anticorpos mais comuns encontrados no sangue e na linfa, eles atacam os micróbios e as toxinas das bactérias diretamente, e eles estimulam a fagocitose. Os anticorpos IgG são mais envolvidos em combater o antígeno que aparece pela segunda vez no sistema (resposta secundária); por isso, esses anticorpos são uma boa indicação da saúde do seu sistema imunológico e a sua capacidade de resistir a certas doenças.
- ✓ **IgM:** esses são os maiores anticorpos que circulam pelo sangue e linfa. Eles são os primeiros anticorpos que aparecem quando um micrório infecta você (resposta primária), e ativam o sistema complemento.

## Imunidade mediada por células

A imunidade mediada por células é outra forma de defesa, mas em vez de usar anticorpos (como no caso de imunidade mediada por anticorpos) como tropas, ela usa células T.



### A combinação perfeita

As células T assassinas atacam um órgão doado se as proteínas de *histocompatibilidade maior* (*histo-* quer dizer tecido; *compatibilidade* se refere à semelhança) são reconhecidas como estranhas. Para fazer um transplante de órgão com sucesso, o órgão do doador precisa ser composto de tecidos que combinam com os tecidos do

receptor. As proteínas de histocompatibilidade maior determinam a combinação. A importância de encontrar a combinação perfeita é essencial porque se as células T do receptor decidirem que o tecido do doador é estranho, as células T tratam o órgão doado como um antígeno e partem para o ataque.

Os linfócitos B produzem anticorpos. Mas além dos linfócitos B, os linfonodos também desenvolvem linfócitos T (chamados de células T). Os linfócitos T precisam passar primeiro pelo timo para amadurecer completamente. Depois de amadurecer, cuidado! As células T são extremamente importantes para a sua imunidade. Se as barreiras iniciais do corpo, como a pele ou o muco, deixarem passar algum micrório que pode causar uma infecção, sobra para as células do seu sistema imunológico. As células T são como as tropas do

exército que entram na batalha, enquanto os anticorpos das células B são mais como guardas armados que protegem contra recidivistas.

As células T são ativadas quando o macrófago ou a célula de Langerhans (na pele) que capturou um micrório mostra à célula T os抗ígenos do micrório. Essa ação é chamada de *apresentação* e ajuda determinar em que tipo de célula T o linfócito se transforma. Os linfócitos T podem se desenvolver em dois tipos diferentes de células T.

✓ **Células T auxiliares\***: Essas células T ajudam o sistema imunológico a proteger você. Elas liberam proteínas que estimulam as células B a produzir anticorpos que estimulam outras células do sistema imunológico a iniciar o ataque.

✓ **Células T exterminadoras**: Quando essas células T exterminadoras (também chamadas de *linfócitos T citotóxicos*) encontram um抗ígeno durante sua circulação pelo sangue ou linfa, elas atacam e matam imediatamente: elas liberam substâncias químicas que penetram a membrana da célula estranha. O citoplasma e o conteúdo da célula estranha são expelidos pela abertura na célula, criada pela substância química, e a célula estranha morre.

As células T exterminadoras também matam qualquer célula no corpo que contenha um vírus (quanto mais células exterminadoras T você tem, mais resistência contra vírus você tem), e vão atrás das células que se tornaram cancerosas, porque as mudanças na célula que causam o câncer geralmente tornam a célula irreconhecível como “próprio”.

As mutações podem alterar as células que em seguida podem se tornar cancerosas. Porém, se as suas células T exterminadoras estão em forma, elas conseguem eliminar essas futuras células cancerosas. O problema com o câncer ocorre quando as células anormais começam a se dividir e se multiplicar mais rapidamente do que as células T exterminadoras. Então as células T exterminadoras não conseguem eliminar todas as células anormais, e o câncer pode crescer e se espalhar.



Se um micrório que pode causar uma infecção se infiltrar nas barreiras iniciais do seu corpo, tais como a pele ou o muco, a responsabilidade recai sobre as células do sistema imunológico para protegê-lo. Quando a célula T encontra um抗ígeno, a célula T se anima e deixa o receptor e a proteína na sua superfície entrar em contato com o invasor. A proteína na superfície da célula T é uma *proteína de histocompatibilidade maior*. (Veja o quadro “A combinação perfeita”.) Os seus genes determinam os tipos de proteínas de histocompatibilidade maior encontradas nas suas células T.

\* N.T. células T helper.

# Garantindo Imunidade

A pesquisa médica e a tecnologia contribuíram para avançar o sistema imunológico do corpo humano. Com produtos feitos de componentes humanos (às vezes, com ajuda de outros animais), chamados de *vacinas*, o sistema imunológico pode se preparar para formar anticorpos contra vários抗原os perigosos. Portanto, antes de desenvolver esses produtos, as pessoas tinham que fortalecer a sua imunidade da maneira tradicional — ficando doente. Quem não morria, sobrevivia. Cada vez que os nossos ancestrais sobreviviam à doença, eles desenvolviam uma imunidade natural contra a doença. No passado, muitas pessoas morriam de doenças que hoje você tem proteção.

## Vacinas

As *vacinas* são misturas que contêm material considerado como抗原os: micróbios mortos, material de micróbios vivos que não causam infecções, ou certas proteínas que o corpo interpreta como estranhas. As vacinas são administradas oralmente (pela boca), nasal (com um spray pelo nariz), ou por inoculação (com uma agulha na pele). As *inoculações* geralmente são intramusculares (no músculo) ou subcutâneo (na camada subcutânea da pele).

Os cientistas produzem vírus que não causam infecções, mas que mantêm as proteínas que são reconhecidas como抗原 para iniciar a reação do sistema imunológico. Isso é chamado de criar um *vírus atenuado*. O vírus é cultivado sob condições adversas. O vírus parece igual, mas não se comporta da mesma forma - perdeu sua virulência.

Algumas vacinas também usam vírus mortos, mas geralmente não são tão eficazes como os vírus atenuados. A exposição do vírus a temperaturas altas ou substâncias químicas como formaldeído ou fenol, geralmente é suficiente para matar o vírus. As células do vírus morto são injetadas no corpo, e o sistema imunológico cria anticorpos contra as células estranhas.

Como as vacinas requerem uma ação do seu sistema imunológico — o desenvolvimento ativo de anticorpos — elas oferecem *imunidade ativa*.

Geralmente, uma única vacina não é suficiente para imunizar a pessoa contra uma doença para sempre. Por isso as imunizações são dadas ao longo de vários anos, ou precisam de um reforço periodicamente.





## Uma cura contra a varíola

A palavra *vacina* vem do latin “*vacca*”, o que significa *vaca*. Por quê? Porque Edward Jenner usou primeiro um vírus que afetava vacas — a varíola bovina — para proteger contra um vírus que afetava pessoas — a varíola — e causava muita doença. Em 1798, Jenner usou material de lesões da varíola bovina (sim, das vacas) e inoculou pessoas para que desenvolvessem anticor-

pos contra o vírus da varíola. Em seguida, esses anticorpos começaram a combater o vírus perigoso e extremamente contagioso da varíola, que era uma epidemia naquela época. Porém, nem sempre é possível prevenir uma doença através de uma vacina com vírus vivos; estaríamos infectando as pessoas em vez de inoculando.

## *Imunidade passiva*

Você já nasceu com imunidade passiva. Quando você estava no útero da sua mãe, você recebia os anticorpos dela através do sangue que passava pelo seu cordão umbilical. A amamentação fornecia anticorpos adicionais secretados pelo leito materno. Depois de alguns meses fora do útero, alguns dos anticorpos originais se desgastaram e desde então o seu sistema imunológico começou a produzir os seus próprios anticorpos.

## *O Que Pode Dar Errado Com o Seu Sistema Imunológico*

Quando ocorre algum problema no sistema imunológico, há apenas uma pequena margem de erro entre saúde e doença. Alguns distúrbios do sistema imunológico são evidentes imediatamente; outros podem existir durante anos antes de desenvolver sintomas ou sinais. Os três tipos principais de distúrbios do sistema imunológico são doenças autoimunes, alergias, e imunodeficiências.

## *Doenças autoimunes*

Essas doenças ocorrem quando o seu sistema imunológico ataca suas células “próprias”; Algumas bactérias e vírus produzem toxinas que fazem as células T atacar as próprias proteínas na superfície do macrófago, em vez de atacar o antígeno do micrório que está dentro do macrófago. Finalmente, as células T exterminadoras começam a identificar outras células no corpo como células estranhas.

Algumas doenças que provavelmente começam assim incluem o lúpus eritematoso, artrite reumatóide, esclerose múltipla e a miastenia grave.

### **Lúpus eritematoso**

O lúpus afeta o tecido conjuntivo, causando uma condição parecida com artrite. Os dois tipos principais de lúpus são o *lúpus eritematoso discóide*, que afeta os tecidos conjuntivos na pele, e o *lúpus eritematoso sistêmico* (LES), que afeta alguns sistemas do corpo. Como o LES é muito mais comum, essa seção foca no LES, que oscila entre períodos de crises (geralmente na primavera e verão) e períodos de remissão. Essa doença afeta principalmente mulheres. Uma infecção bacteriana estreptocócica ou viral, ou a gravidez, luz ultravioleta, estresse, ou o metabolismo inadequado de estrogênio podem causar lúpus.

Pessoas com LES sentem sintomas parecidos com gripe e dor nas articulações (*poliartrite*). Dor no peito, dificuldades respiratórias, pressão baixa e taquicardia (aumento do batimento cardíaco) ocorrem na metade dos pacientes com LES. Sinais de danos neurológicos incluem convulsões, depressão, irritabilidade, dores de cabeça e alterações de humor. Infecções do trato urinário e insuficiência renal são as causas mais comuns de morte em pessoas com LES. Não existe cura para lúpus. O tratamento geralmente inclui remédios a base de corticosteróides, como a prednisona, e remédios para evitar problemas renais e nos vasos sanguíneos.

### **Artrite reumatóide**

Essa inflamação é causada pelo sistema imunológico da pessoa que ataca suas próprias células, danificando a cartilagem, e em seguida as articulações. Reumatóide refere-se à condição de reumatismo, que consiste de inflamação, degeneração, e limitações no movimento das estruturas compostas de tecido conjuntivo (como as articulações e tendões). Sinais da doença incluem sintomas de gripe e o desenvolvimento de inflamações articulares que variam de inchação até a destruição do osso, seguido por atrofia, deformações e perda de mobilidade. A doença geralmente começa nos dedos, mas também pode ocorrer em outras articulações dos braços e pernas, como os tornozelos, joelhos, punhos e cotovelos.

A pré-disposição para desenvolver a artrite reumatóide é genética (na minha família também tem). As taxas hormonais também podem afetar o desenvolvimento da doença. A artrite reumatóide afeta principalmente mulheres, e costuma se manifestar entre os 35 e 50 anos de idade. Não há cura. O tratamento consiste de remédios anti-inflamatórios e analgésicos. Os imunossupressores (remédios que suprimem o sistema imunológico para impedir o corpo de atacar suas próprias células) podem ser usados na fase inicial da doença. Exercício e terapia física ajudam a manter a mobilidade nas articulações. Com o avanço da doença, a cirurgia pode ser necessária para realinhar os ossos, reduzir a dor ou substituir articulações.

## Alergias

Alérgenos causam uma reação hipersensível no sistema imunológico. Se certos alérgenos, como as escamas de pêlos de animais, poeira ou pólen deixam a sua pele irritada ou com coceira, causam rinite ou olhos avermelhados, você já teve uma reação hipersensível. Os alérgenos passam por ciclos. Algumas alergias são sazonais, como a febre de feno, e outras ocorrem durante o ano todo (como alergias a certas comidas). A intensidade das alergias pode variar de ano para ano, algumas alergias desaparecem depois de algum tempo, e outras surgem de repente, mesmo sem nenhum histórico prévio de alergia a certa substância. Às vezes, a predisposição a certas alergias é genética.

Os anticorpos IgE, que liberam a histamina, iniciam a reação alérgica. (Veja também neste capítulo a seção “Imunidade mediada por anticorpos” para ler mais sobre anticorpos.) A histamina causa o inchaço das membranas mucosas, como as no nariz e da garganta. É esse inchaço que causa a congestão nasal e aquela coceira irritante na garganta. A congestão e o inchaço podem prender bactérias nas cavidades nasais e causar sinusite ou otite (inflamação no ouvido).

Uma reação alérgica grave que causa dificuldades respiratórias é chamada de *anafilaxia*. Essas reações podem causar choque (anafilático) ou até a morte. Pessoas com alergias graves a certas comidas como frutos do mar ou amendoins podem sofrer essas reações assustadoras. O tratamento é uma injeção de adrenalina. A traqueotomia (criação de uma abertura através da garganta e traqueia para permitir a entrada de ar) pode ser necessária se o inchaço dos tecidos na garganta obstruir a passagem de ar. Os tecidos que revestem os tubos bronquiais dos pulmões também podem ficar inchados, obstruindo a passagem de ar pelos pulmões. Insuficiência respiratória, choque, e arritmia cardíaca (alteração do ritmo cardíaco) podem ser rapidamente fatais, então é importante conhecer os sinais de anafilaxia para reagir imediatamente e salvar a vida de alguém se o seu sistema imunológico não consegue mais dar conta da tarefa.

## HIV e AIDS

A AIDS é causada pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV). O HIV afeta os linfócitos T auxiliares, deixando a pessoa infectada pelo HIV sem as armas para combater esse vírus – uma luta muito desigual. Com tempo, o sistema imunológico de uma pessoa com HIV desenvolve uma deficiência de linfócitos T auxiliares, causando uma imunodeficiência (uma deficiência no sistema imunológico). Essa imunodeficiência é adquirida (em vez de induzida) através de escolhas (como sexo sem proteção, o uso de drogas intravenosas) ou eventos (como a transfusão de sangue) que expõem a pessoa ao HIV.

A presença de HIV e a deficiência de células T auxiliares que resulta da infecção de HIV deixam a pessoa contaminada mais vulnerável a outras doenças, como a pneumonia.

Depois de conviver com o HIV no corpo durante algum tempo – e se tornar imunodeficiente – o paciente geralmente desenvolve a doença da AIDS (*síndrome de imunodeficiência adquirida*; AIDS em inglês). Quando a pessoa deixa de ser apenas HIV positivo e desenvolve AIDS, ela está sujeita a infecções causadas por bactérias ou vírus, e algumas formas de câncer (como o sarcoma de Kaposi). Ainda não existe cura para AIDS, e o tratamento é caro e bastante experimental.



# Parte IV

# Criando Novos Corpos

## A 5<sup>a</sup> Onda

Por Rich Tennant



*"Eu não entendo nada de genética, mas eu sei que o parto já está mais do que atrasado e quem chega sempre atrasado para tudo é a sua família."*

## *Nesta parte...*

**O**s indivíduos humanos conseguem sobreviver sem reproduzir, e é por isso que as informações sobre o sistema reprodutivo estão numa parte separada. Porém, a espécie humana não consegue sobreviver se os indivíduos não se reproduzirem; por isso cada um de nós possuímos um forte instinto natural de se acasalar e reproduzir. O Capítulo 14 fala mais sobre o sistema reprodutivo e as partes do corpo envolvidas na reprodução. O Capítulo 15 descreve o desenvolvimento do bebê dentro do útero, o processo do parto e o nascimento e como as pessoas mudam ao longo de suas vidas.

## Capítulo 14

# Que Mega Produção! A Reprodução

### **Neste capítulo**

- Começar uma vida nova: o óvulo e o esperma
- Conhecer os componentes dos sistemas reprodutivos masculino e feminino
- Entender o ciclo menstrual
- Descobrir o que pode dar errado no sistema reprodutivo

**A** reprodução é essencial para a continuidade da espécie humana, e o desejo de reproduzir é um instinto tão forte como a reação *fuga ou luta* era antigamente. Os seres humanos são animais e todos os animais sabem como e quando acasalar. Os touros não sentam com seus bezerros para “conversar sobre de onde vem os bebês”. “Meu filho, agora está na hora de você achar uma vaca bonitinha, que vai dar bastante leite aos seus filhos.” Mamãe vaca também não explica “como funcionam as coisas” a suas bezerras adolescentes. Os animais se acasalam com os mais fortes e mais saudáveis da espécie. Eles não sabem que isso garante a saúde da espécie, mas eles também não sofrem tentando “discutir a relação”. Só os humanos, mesmo inteligentes do jeito que somos, têm essa necessidade de, além do processo de acasalamento e reprodução, ainda querer entender o seu parceiro. Então para satisfazer a sua curiosidade humana, explicarei detalhadamente como funciona o sistema reprodutivo dos humanos. Os rituais de paquera e namoro são assuntos para outro livro.

## *Das Gônadas aos Genitais*

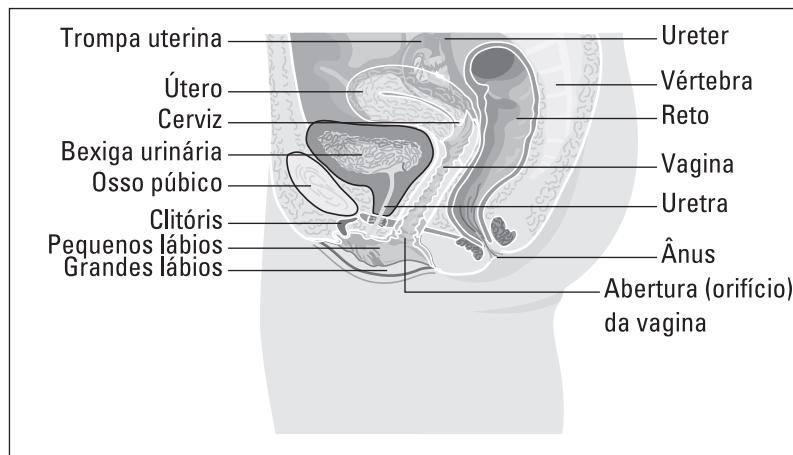
Para reproduzir, ou para procriar, o macho precisa fecundar a fêmea. Isso não é somente um pré-requisito dos humanos, mas de todos os animais e plantas — sim, as plantas também — veja *Biologia Para Leigos*®, de Donna Rae Siegfried, Editado pela Alta Books, Inc.);). No caso dos mamíferos (isso inclui os humanos), os machos depositam o esperma nas fêmeas, causando a fecundação. O esperma contém

células reprodutoras masculinas chamadas de *gametas*. O esperma procura fecundar um óvulo, que é o gameta feminino. Os gametas são produzidos nas *gônadas* (os órgãos sexuais primários), que nos machos são os testículos e nas fêmeas os ovários.

Porém, os *genitais* são os órgãos sexuais secundários usados durante a relação sexual para transportar os gametas masculinos até os gametas femininos para viabilizar a fecundação. Os gametas masculinos são transportados até as fêmeas através dos genitais; o esperma sai do pênis (o genital masculino) e é depositado na vagina (o genital feminino). (Você precisa entender todas essas palavras “G”, antes de poder falar sobre a palavra “S”: sexo.)

## Primeiro as Damas: o Sistema Reprodutor Feminino

A Figura 14-1 representa o sistema reprodutor feminino. O papel da fêmea na reprodução é produzir os óvulos para a fecundação e transportar os óvulos fertilizados através das trompas uterinas até o útero, onde eles se desenvolvem até a hora de nascer (veja o capítulo 15).



**Figura 14-1:**  
O sistema  
reprodutor  
feminino .

*LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

Os principais atores no sistema reprodutor feminino são

- ✓ **Os ovários:** há dois desses órgãos sexuais primários em formato de amêndoas, um em cada lado da cavidade pélvica, que são responsáveis pela produção dos óvulos. Eles têm aproximadamente 5 cm de largura e abrigam grupos de células chamados de *folículos*, cada um desses grupos consiste de múltiplas camadas. As camadas celulares no folículo cercam um óvulo imaturo, chamado de *oócito*.

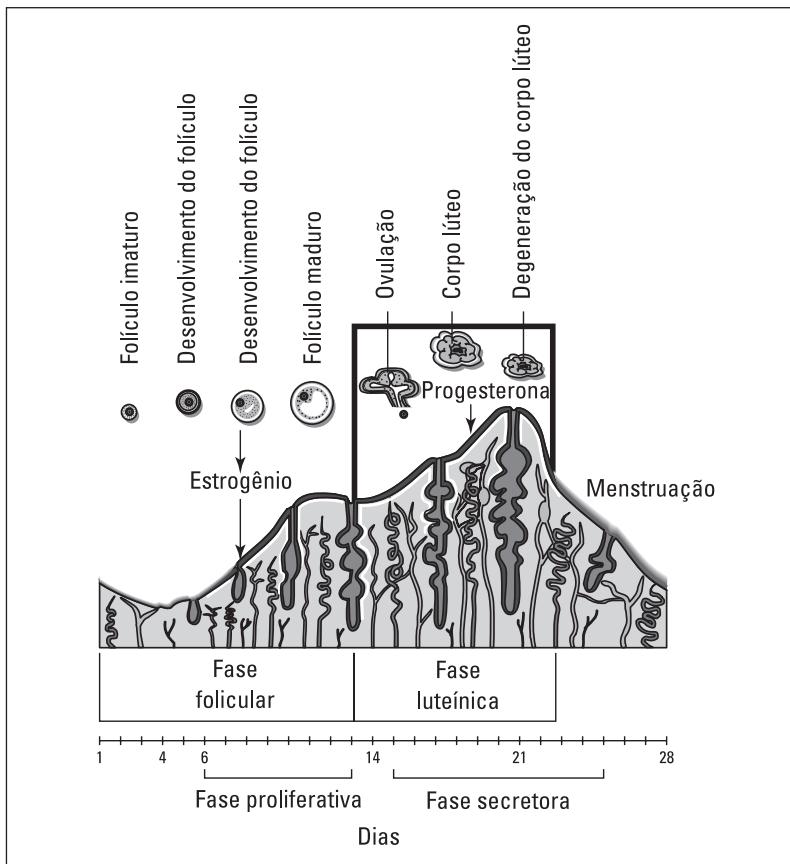
- ✓ **Útero:** o útero é um órgão muscular no formato de uma pêra invertida (de cabeça para baixo). Localizado sob a bexiga, o útero está conectado às *trompas uterinas* (também conhecidas como as *trompas de Falópio*). As paredes do útero são grossas e capazes de se esticar para acomodar o crescimento do feto. O útero, que normalmente tem uma largura de 5 cm pode se esticar até 30 cm. O revestimento do útero, chamado de *endométrio*, é incorporado na placenta durante a gravidez.
- ✓ **Genitais externos:** os genitais externos femininos são chamados de *vulva*, o que inclui os grandes lábios, os pequenos lábios e o clitóris. (Veja também a seção “A vulva” neste capítulo).
- ✓ **A vagina:** a vagina secreta fluidos e serve como passagem para o esperma chegar ao útero.
- ✓ **As trompas de Falópio (uterinas):** essas trompas transportam os gametas femininos ao útero.

Todos os órgãos reprodutores femininos estão posicionados no *ligamento largo*, uma camada grande de peritônio que vai do útero até a parede da pelve e sustenta os órgãos.

Todos os óvulos que uma mulher terá durante sua vida já são produzidos mesmo antes dela nascer. Durante a infância, os oócitos permanecem nos ovários e só começam amadurecer e ser liberados (o processo de *ovulação*) na puberdade. No período da puberdade ocorrem grandes mudanças no corpo que resultam num sistema reprodutor maduro. Nas mulheres a puberdade geralmente começa por volta dos 11 anos e termina por volta dos 13 anos. Várias mudanças são estimuladas pelo aumento do hormônio sexual *estrogênio*, como o desenvolvimento de pêlos púbicos e axilares, o aumento e desenvolvimento das mamas, e o início do ciclo de menstruação. O estrogênio, junto com alguns outros hormônios, controla o ciclo menstrual (veja a seção seguinte, “desmistificando a menstruação”). A menstruação sinaliza a capacidade da fêmea de engravidar e procriar. (Veja a seção “criando uma gravidez” para ler mais sobre o processo de engravidar.)

## *Desmistificando a menstruação*

A *menstruação* é a fase no ciclo menstrual (veja a Figura 14-2) quando ocorre o sangramento menstrual; por isso também é chamado de período ou fluxo. Mas a menstruação, que dura em média 5 dias, é apenas uma parte do *ciclo menstrual*, que dura aproximadamente 28 dias. O ciclo menstrual consiste de um *ciclo ovariano* e um *ciclo uterino*, que acontecem simultaneamente para preparar tanto o óvulo, como o útero para uma possível gravidez. A menstruação acontece quando os níveis dos hormônios estrogênio e progesterona diminuem; porém, o ciclo menstrual completo – isso quer dizer, os ciclos ovariano e uterino – são direcionados por vários hormônios, não apenas pelo estrogênio e progesterona.



**Figura 14-2:**  
O ciclo  
menstrual.

LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

### Entendendo o ciclo ovariano

O ciclo ovariano é a parte mais importante do ciclo menstrual porque é responsável pela produção dos hormônios que controlam o ciclo uterino. (Veja também neste capítulo a seção “Seguindo o ciclo uterino”.) Durante os primeiros 13 dias (do ciclo de 28 dias), um hormônio estimula o amadurecimento do óvulo num folículo dentro de um dos ovários. Esse hormônio tem um nome bem adequado, *hormônio folículo-estimulante* (FSH), excretado pela parte anterior da glândula hipófise no cérebro (veja o capítulo 8).

O FSH é secretado quando o hipotálamo (também localizado no cérebro e descrito no capítulo 8) detecta que o nível de estrogênio está baixo. O baixo nível de estrogênio significa que é preciso secretar o FSH para estimular o desenvolvimento do folículo. Quando o folículo se desenvolve, ele começa a secretar estrogênio. Assim que o estrogênio alcançar o nível adequado, o hipotálamo – como glândula principal – usa o retorno para “informar” a hipófise de parar a secreção de FSH. Quando a secreção de FSH é interrompida, o óvulo está totalmente maduro e pronto para ser liberado. No dia 14 (do ciclo de 28 dias), acontece a ovulação e o óvulo é liberado pelo ovário.

## TPM: Será que é psicológico?

De alguma forma sim. A *síndrome de tensão pré-menstrual* (TPM) é um termo usado para descrever as alterações de humor, irritabilidade, reações emocionais, cansaço, desejo por certas comidas, inchaço e cólicas que ocorrem logo antes da menstruação. Algumas mulheres nunca sentem esses sintomas, algumas mulheres têm alguns sintomas leves, e outras — bom, *tudo mundo* sabe quando estão chegando aqueles dias! Mas o que determina a mens-

truação da mulher? Os níveis hormonais. E o que controla os níveis hormonais? Duas glândulas pequenas no cérebro: o hipotálamo e a hipófise. O hipotálamo detecta os níveis de hormônios e “informa” a hipófise quando precisa secretar hormônios como o estrogênio, progesterona, FSH e LH. Então mesmo que a menstruação em si ocorra no sistema reprodutor, o cérebro, lá ao cima, desempenha um papel essencial ao controlar as altas e baixas dos níveis hormonais.

Durante a ovulação, a hipófise anterior, que simultaneamente secreta FSH e o *hormônio luteinizante* (LH), causa um surto na secreção de LH. O aumento de LH transforma o folículo que liberou o óocito em um *corpo lúteo*. O corpo lúteo secreta o hormônio progesterona, que estimula o hipotálamo. Depois que o corpo lúteo secretou uma quantidade suficiente de progesterona, o hipotálamo avisa a hipófise anterior para parar de secretar LH. A partir deste momento, o corpo lúteo começa a encolher (por volta do dia 17 do ciclo). Quando o corpo lúteo desaparecer (por volta do dia 26), os níveis de estrogênio e progesterona atingem os níveis mais baixos do ciclo (às vezes, causando alguns sintomas da TPM), e começa a menstruação (por volta do dia 28).

Como em qualquer outro ciclo, o processo começa de novo. Durante a menstruação o hipotálamo detecta o baixo nível de estrogênio e secreta o *hormônio liberador de gonadotrofina* (Gn-RH), que avisa a hipófise anterior para liberar o hormônio gonadotrópico (FSH) para estimular um outro folículo a desenvolver um novo óocito que secreta estrogênio. Agora você voltou ao primeiro parágrafo desta seção.

### O ciclo uterino

O ciclo uterino de 28 dias, que prepara o útero para uma possível gravidez, acontece simultaneamente com o ciclo ovariano.

✓ **Dias 1 a 5:** durante os *primeiros 5 dias* do ciclo uterino o nível de estrogênio e progesterona é o mais baixo – durante a menstruação. Esse baixo nível de hormônios sexuais não impede que os tecidos que revestem o útero (*o endométrio*) se separem e soltem. A separação dos tecidos da parede do útero causa a ruptura de vasos sanguíneos e consequentemente o sangramento que ocorre durante a menstruação. O sangue e tecido são expelidos do útero através da cervix e deixam o corpo pela vagina.



## Desviando do caminho

O endométrio é o revestimento do útero que é expelido durante a menstruação. *Endometriose* é o termo médico que descreve a condição de crescimento de tecido endometrial em outros órgãos do corpo, fora da cavidade uterina. Como que o tecido endometrial chega aos outros órgãos? Durante a menstruação, algumas células do tecido desintegrado do endométrio que está sendo expelido passam pela trompa uterina em vez de deixar o útero pelo colo do útero. Quando um ovário libera um óóbito, ele entra na trompa uterina onde o endométrio não deveria entrar.

Independente de onde o tecido endometrial se encontra, no útero ou em algum outro lugar, ele é sensível ao nível de hormônios na circulação sanguínea. No final do ciclo uterino, quando os níveis de hormônios diminuem, o tecido endometrial começa a se desintegrar – mesmo se não estiver

no útero. Mesmo em mulheres sem endometriose, a desintegração do endométrio no útero pode provocar cólica e dor. Mas quando essa desintegração ocorre em outros órgãos (como na bexiga, ovário ou intestino grosso), a dor pode ser intensa.

Tanto o diagnóstico como o tratamento da endometriose requerem cirurgia. Depois de remover a endometriose, é preciso interromper a produção de estrogênio, para descontinuar o ciclo uterino. Remédios ou a remoção dos ovários param a produção de estrogênio. Mulheres com ciclos menstruais curtos(menos de 27 dias) ou menstruações prolongadas (mais de 7 dias), correm um risco maior de contrair endometriose. Mulheres que usaram anticoncepcionais orais (a pílula) durante muito tempo ou que já tiveram várias gestações correm um risco menor de desenvolver a doença.

✓ **Dias 6 a 14:** durante essa *fase proliferativa* a produção de estrogênio é maior. O folículo desenvolvido secreta estrogênio, o que estimula o endométrio a regenerar tecido novo. Os tecidos que revestem o útero e as glândulas na parede uterina crescem e passam a receber mais sangue. Todas essas mudanças são preparações para alimentar um embrião e sustentar uma gravidez, se o óóbito, que é liberado no 14º dia, for fecundado e se implantar na parede do útero. (Veja a seção “Criando uma gravidez” neste capítulo.)

✓ **Dias 15 a 28:** durante a *fase secretora*, o corpo lúteo secreta um nível maior de progesterona, que engrossa o endométrio ainda mais, e as glândulas do útero secretam um muco grosso. Se o óóbito for fecundado, o endométrio grosso e o muco ajudam a “segurar” o óóbito fecundado para que ele se implante corretamente no útero. Se o óóbito não for fecundado dentro de um ou dois dias, o corpo lúteo começa a encolher porque não é mais preciso para uma gravidez.

Enquanto o corpo lúteo encolhe, os níveis de progesterona e estrogênio diminuem, causando a desintegração e separação do endométrio antes da menstruação.



No início da gravidez, o corpo lúteo serve como fonte de progesterona até a placenta se desenvolver e começar a secretar progesterona.

## Invaginando a vagina

*Invaginação* é a penetração de um órgão em outro, como a vagina — uma parte da anatomia feminina onde o pênis penetra o corpo da mulher durante o ato sexual.

A vagina, que tem um comprimento de 7.5 a 10 cm, é um tubo com uma abertura no final. Na parte superior da vagina está o colo do útero, a parte estreita inferior do útero. O colo do útero é uma estrutura redonda, muscular que normalmente abre apenas minimamente para permitir a entrada de esperma no útero. Durante o parto, o colo se abre totalmente para permitir a saída do feto do útero. A vagina (também chamada de *canal de parto*) precisa acomodar o feto durante o parto, então as paredes da vagina consistem de tecidos elásticos: alguns tecidos são fibrosos, outros musculares e eréteis. No seu estado normal, as paredes da vagina contêm muitas dobras, parecido com o revestimento do estômago. Quando a vagina precisa estender, as dobras se esticam, criando uma área de superfície maior.

Além de receber o sêmen e servir como passagem para o feto chegar ao mundo, a vagina tem outra função. Quando a mulher fica sexualmente excitada, os tecidos eréteis na vagina se enchem com sangue. A pressão do volume maior nos vasos sanguíneos expelle o fluido das paredes dos vasos sanguíneos. Esse fluido lubrifica a vagina, facilitando a penetração do pênis. O fluido também ajuda a transportar o esperma pelo colo do útero ao útero para possibilitar a fecundação.

## A vulva

*Vulva* é o termo coletivo para os genitais externos femininos: o clitóris, os grandes e pequenos lábios. Os lábios da vulva são dobras carnosas, parecidos com os *lábios* da nossa boca (que, por sinal, são chamados de *lábio mandibular* e *lábio maxilar*). Os lábios protegem a abertura da vagina e cobrem as estruturas ósseas da pelve.

- ✓ **Grandes lábios:** essas grandes dobras de pele — uma de cada lado — cobrem os lábios pequenos. Os lábios grandes estendem-se do *monte pubiano* na direção do ânus. O monte pubiano contém depósitos de gordura que cobrem o osso púbico. Depois da puberdade, o pêlo pubiano cobre o monte pubiano e os grandes lábios.
- ✓ **Pequenos lábios:** essas dobras de pele sem pêlo ficam embaixo dos grandes lábios e cobrem a abertura da vagina. Os pequenos lábios estão localizados dentro dos grandes lábios, perto do orifício vaginal (abertura) e formam o prepúcio que cobre o clitóris.
- ✓ **Clitóris:** essa parte da vulva, localizada em cima da abertura da vagina e da uretra, contém um corpo e uma glande clitoridiana, igual ao pênis, e é extremamente sensível ao estímulo sexual. O clitóris contém tecidos eréteis que se enchem com sangue durante a estimulação sexual. Como o tecido dos pequenos lábios encobre o clitóris, o inchaço e vermelhidão também são visíveis nos pequenos lábios.

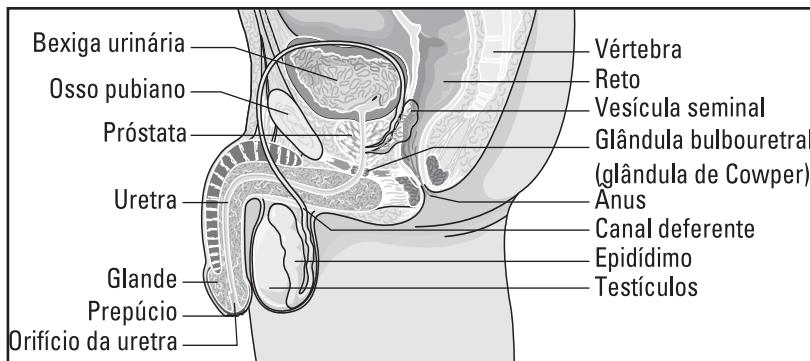
A estimulação do clitóris pode induzir o orgasmo na mulher. Apesar das mulheres não ejacularem, elas sentem um aumento e liberação de tensão muscular. O orgasmo feminino causa contrações no tecido muscular que reveste a vagina e o útero, o que ajuda a movimentar o esperma pelo trato reprodutivo.

## *Sequindo as Damas: o Sistema Reprodutor Masculino*

Os homens são responsáveis pela produção de esperma e a transmissão do esperma para a mulher realizar a fecundação do óvulo. Os homens sempre desempenharam responsabilidades biológicas na reprodução. Com a evolução da sociedade humana, os homens também assumiram mais responsabilidades em termos de cuidar e ajudar as parceiras, e criar e sustentar os filhos. Porém, biologicamente, a contribuição masculina ao processo de reprodução não mudou muito ao longo desses anos todos.

As estruturas anatômicas internas do sistema reprodutor masculino (veja a Figura 14-3) incluem os testículos, as gônadas que produzem o esperma, e o canal deferente, que é o canal que transporta o esperma dos testículos ao pênis. As estruturas anatômicas externas do sistema reprodutor masculino incluem o pênis e o escroto. Vários tubos e glândulas estão envolvidos na produção e disseminação do esperma. (Veja uma explicação desses termos mais adiante nesta seção.)

**Figura 14-3:**  
A anatomia  
reprodutora  
masculina,  
visão sagital.



LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

## Por dentro do sistema reprodutor masculino

Os *testículos* estão contidos por uma das estruturas masculinas externas, o escroto. Cada testículo é uma glândula oval que produz espermatozoides e hormônios. Os testículos são parecidos com os ovários da mulher, no sentido que ambos produzem gametas.

Os testículos são revestidos de e contêm tecidos fibrosos que formam compartimentos em cada testículo. Dentro dos compartimentos há quase dois metros de *túbulos seminíferos*, que produzem *espermatozoides* (ou *esperma*) durante um processo chamado de espermatozoogênese (o processo de desenvolvimento e amadurecimento de esperma). Os túbulos seminíferos formam o *epidídimo*, localizado em cima de cada testículo. O epidídimo, como os túbulos seminíferos, é uma estrutura alongada em forma de cordão, localizado em cima do testículo (veja a Figura 14-3). Os epidídimos servem para armazenar o esperma enquanto ele amadurece. Cada epidídimo é continuo com um *canal deferente*, onde ocorre o amadurecimento fino do esperma. O canal deferente é um tubo que liga o epidídimo de cada testículo ao pênis.

As paredes dos túbulos seminíferos são revestidas de milhares de *espermatozônias* (esperma em desenvolvimento). Os túbulos seminíferos também contêm células especializadas — as células de Sertoli — que nutrem o esperma que está se desenvolvendo e regulam quantas espermatozônias se desenvolvem de cada vez.

A espermatozoogênese passa por mitose (veja o capítulo 2) e produz outra geração de espermatozônia. Essas novas espermatozônias passam a luz (cavidade) do túbulo para ter mais espaço para crescer. Depois de crescer, elas são chamadas de *espermáticos primários*.

Os espermáticos primários passam por meiose (veja o capítulo 2) e quando eles estão prontos para se dividir cada novo espermatozóide contém a metade dos cromossomos; alguns possuem cromossomos X e outros cromossomos Y.



Os humanos têm 46 cromossomos, mas a metade vem do óvulo da mãe, e a outra metade do esperma do pai. É através da meiose nos espermatócitos primários que o esperma chega a ter 23 cromossomos.

Os espermatócitos com 23 cromossomos passam por outra divisão celular, produzindo quatro *espermátides*, cada uma com 23 cromossomos. Depois de desenvolver a cabeça e a cauda, as espermátides se transformam em *espermatozoides*. O esperma maduro consiste de uma cabeça, um corpo (peça intermediária), e uma longa cauda chamada de *flagelo*. A cabeça contém 23 cromossomos no seu núcleo; a cabeça também é coberta por uma estrutura chamada de *acrossoma*, que contém enzimas que decompõem a membrana do óvulo para o esperma poder penetrar o óvulo e fecundá-lo. A parte intermediária do esperma contém *mitocôndrias*, que são organelas que produzem a energia que o corpo usa para se movimentar: o ATP (veja o capítulo 2). O esperma precisa de ATP para ter energia para movimentar a cauda (flagelo), que dá propulsão ao esperma.

Diferente das mulheres, que produzem gametas através de um ciclo, o processo de espermatogênese ocorre continuamente nos homens. Os homens nascem com espermatogônias nos seus túbulos seminíferos, mas as espermatogônias apenas começam a amadurecer a partir da puberdade. Durante a puberdade, o hipotálamo produz um fator liberador de gonadotrofina, e estimula a glândula hipófise anterior a secretar o hormônio folículo-estimulante (FSH). Isso mesmo, apesar dos homens não possuírem folículos com óvulos, eles também têm FSH. Talvez um nome mais adequado para esse hormônio fosse “hormônio gameta-estimulante”. Depois que o cérebro masculino começa a secretar o FSH, ele não para mais (como acontece durante o ciclo ovariano mensal da mulher).

Os homens também produzem o hormônio luteinizante (LH), apesar deles não formarem um corpo lúteo como as mulheres. (Para ler mais sobre LH, veja a seção “Observando o ciclo ovariano” anteriormente neste capítulo.) Nos homens, o LH funciona em revezamento com a testosterona. A *testosterona*, um hormônio sexual, é produzida em *células intersticiais* (também chamadas de *células de Leydig*), que ocupam os espaços entre os túbulos seminíferos dentro dos testículos (*intersticial* significa entre partes ou em espaços entre as células no tecido). Quando os níveis de testosterona diminuem, a secreção de LH aumenta. O aumento do nível de LH estimula a produção de testosterona, e quando a testosterona alcançar o nível normal, a secreção de LH para.



Apesar de ser considerado um hormônio masculino, as mulheres também produzem pequenas quantidades de testosterona. O estrogênio disfarça a testosterona, então quando o nível de estrogênio da mulher diminui (por exemplo, depois da menopausa), os efeitos da testosterona no seu sistema ficam mais visíveis (como o desenvolvimento de pêlos faciais).

O esperma maduro sobrevive até 6 semanas no epidídimo e no canal deferente. Se durante esse período ocorrer atividade sexual, o esperma é acrescentado ao fluido seminal (sêmen) que é produzido pelo homem. O sêmen é um líquido viscoso produzido por fluidos secretados por várias glândulas no trato reprodutor masculino.

1. As *vesículas seminais*, glândulas localizadas na conjuntura da bexiga e o canal deferente, produzem um fluido que leva o esperma do canal deferente até a uretra.
2. Em seguida, a *próstata* adiciona seu fluido, que contém principalmente ácido cítrico e uma variedade de enzimas para manter o sêmen líquido. A próstata circunda a uretra logo embaixo do local onde o ducto da vesícula seminal se junta com a uretra. Quando a próstata aumenta de tamanho (enche), ela pressiona a uretra, dificultando ou tornando dolorosa a micção. O aumento da próstata é bastante comum em homens mais velhos. Essa condição é tão comum que quase parece que faz parte do processo de envelhecimento, mas na verdade o aumento da próstata não é normal.
3. As *glândulas bulbouretrais* (ou glândulas de Cowper) ficam embaixo da próstata, uma de cada lado da uretra. São duas glândulas pequenas com ductos que levam diretamente à uretra.

Esses três tipos de glândulas — as vesículas seminais, a próstata e as glândulas bulbouretrais — secretam fluidos que exercem várias funções:

- ✓ Eles são levemente alcalinos, com um pH de 7.5, o ambiente preferido do esperma.
- ✓ Eles fornecem nutrientes, como o açúcar frutose, ao esperma para a mitocôndria do esperma poder produzir energia suficiente para movimentar a cauda e se deslocar até o óvulo.
- ✓ Esses fluidos contêm *prostaglandinas*, substâncias químicas que causam a contração do útero. As contrações do útero puxam o esperma ainda mais para dentro do trato reprodutor feminino.

Quando as secreções das glândulas são acrescentadas, formando o sêmen, a pressão nas estruturas do trato reprodutor masculino começa a aumentar. Quando a pressão atinge o auge, o sêmen é expelido da uretra através do pênis. Ondas peristálticas (como as do trato digestivo, veja capítulo 11) e contrações rítmicas empurram o esperma pelo canal deferente e a uretra.

O termo para essa descarga é *ejaculação* – faz parte do orgasmo masculino, junto com a contração e relaxamento dos músculos esqueléticos na base do pênis. Com as contrações rítmicas dos músculos, o sêmen é expelido em jorros.



Cada ejaculação produz aproximadamente uma colher de chá de sêmen, que contém em torno de 400 milhões espermatozoides.

## ***O exterior do sistema reprodutor masculino***

Os órgãos sexuais externos dos homens consistem do escroto, que contém os testículos, e o pênis, o órgão copulador usado durante a relação sexual.

O *escroto* (uma bolsa de pele) mantém os testículos fora do corpo porque o esperma prefere um ambiente menos quente. A temperatura do corpo está alguns graus acima da temperatura indicada para garantir a viabilidade do esperma. Durante o desenvolvimento fetal (veja o capítulo 15), os testículos dos homens estão localizados dentro da cavidade abdominal, mas pouco antes de nascer (e às vezes, logo depois do nascimento), os testículos descem para o escroto. Quando os testículos não descem, a condição é chamada de *criptorquia* e geralmente precisa de cirurgia para corrigir. Se a criptorquia não for tratada, o homem não consegue produzir esperma viável e não pode reproduzir.

O escroto também contém tecido muscular liso, que contrai quando a pele do escroto detecta temperaturas frias (por exemplo, ao nadar em água fria); o tecido muscular contrai e levanta o escroto em direção do corpo para manter o esperma na temperatura certa. As camadas de músculos no interior do escroto são uma continuação da cavidade abdominal. A pele externa do escroto é uma extensão da pele do períneo e da virilha.



Se você estimular a pele na parte superior da perna com algo, por exemplo, um palito, o escroto reage com um *reflexo cremastérico*, retraindo os testículos.

O pênis é a estrela da anatomia reprodutora masculina. Porém, também faz parte do sistema urinário masculino. Ambos os sistemas, urinário e reprodutor compartilham a uretra para levar a urina e o sêmen para fora do corpo. Mas o sêmen não contém urina. Na hora de ejacular, um esfíncter fecha a bexiga para evitar que a urina, que é ácida, se misture com o esperma, que vive num ambiente alcalino.

O pênis consiste de um corpo e uma *glande* (a cabeça do pênis). A uretra passa por dentro do pênis; a glande contém o orifício uretral. A glande é envolvida por uma pele chamada de *prepúcio*. O prepúcio pode ser removido através de um simples procedimento cirúrgico chamado de *circuncisão* ou *postectomia*.

A excitação sexual causa a ereção do pênis. Quando o homem é sexualmente estimulado, o cérebro envia impulsos através do sistema nervoso parassimpático ou autônomo (veja o capítulo 7) que causam a dilatação das artérias no pênis. A dilatação das artérias comprime as veias. Assim o sangue que entra no pênis não consegue sair, aumentando a pressão. Essa pressão força o sangue a inundar os corpos cavernosos do tecido erétil. Quando o tecido erétil enche com sangue, o pênis fica rígido. A ereção permite a penetração do pênis na vagina e a realização da relação sexual e da reprodução.

A *impotência* é quando a estimulação sexual não causa ereção. Há várias causas da impotência, como vasos sanguíneos danificados (às vezes, causados por doenças como a diabetes), fatores psicológicos (estresse, ansiedade), ou danos no sistema nervoso. O tratamento depende da causa, mas pode incluir remédios, cirurgia, terapia ou dispositivos ou implantes mecânicos para produzir a ereção.

## Criando uma Gravidez

Não confunda as expressões “engravidar” com “ser fecundada”. Não é a mesma coisa. Para realizar uma gravidez, várias coisas precisam acontecer:

1. Precisa ter uma relação sexual entre um homem e uma mulher, que resulta na ejaculação de sêmen do pênis na vagina da mulher.
2. Um espermatozóide do sêmen do homem precisa subir pela vagina e colo do útero, entrar no útero e chegar à trompa uterina onde se encontra com um óocito recém liberado pelo folículo no ovário.
3. O esperma que consegue chegar ao óocito ainda precisa digerir o material externo que envolve o óocito (*corona radiata* ou *coroa radiada* e a *zona pelúcida*) e alcançar o núcleo do óvulo.
4. O esperma precisa se fundir com o núcleo do ócito, combinando o material genético do homem com o material genético da mulher.

Se o esperma chegar até a quarta etapa, ocorre a fecundação. Mas realmente é uma questão de “SE”, porque há muitos fatores complicadores no caminho. Antes de tudo, o esperma precisa estar no lugar certo na hora certa. Se relação sexual e a ejaculação acontecerem muito tempo antes da ovulação, o esperma morre antes do óvulo ser liberado — esperma sobrevive apenas 12 a 48 horas (talvez até 72 horas) dentro da mulher. Se a relação sexual e a ejaculação acontecerem muito tempo depois da ovulação, o óvulo já se desintegrou quando o esperma chegar — óocitos vivem apenas 12 a 24 horas depois da ovulação.

Mesmo se tudo acontecer no momento certo, não há garantias que o esperma encontre condições favoráveis. A vagina da mulher é um ambiente bastante ácido, então a maioria dos espermatozoides, que vivem num ambiente alcalino, morre antes de chegar ao

colo do útero. Se não for o dia da ovulação, o muco no colo do útero é bastante grosso, impedindo a passagem de uma parte dos espermatozoides. No dia da ovulação, o muco cervical é mais aguado, facilitando a entrada do esperma no útero. Nesse dia a chance de fecundação é maior.

Mesmo se acertar o período fértil e superar todos os obstáculos para realizar a fecundação do óvulo, a mulher ainda não está grávida. Há mais trabalho pela frente.

O óvulo fecundado junta os 23 cromossomos masculinos com os 23 cromossomos femininos, criando uma célula com 46 cromossomos. A partir deste momento, a célula é chamada de *zigoto*. Enquanto o zigoto segue seu caminho pela trompa uterina até o útero, ele passa por várias divisões celulares. Só quando o zigoto chegar ao útero e se implantar no endométrio é que acontece a gravidez. Agora a mulher realmente engravidou. A passagem do zigoto até o revestimento do útero leva vários dias.

Depois da implantação do zigoto no útero, ele passa a ser chamado de *embrião*. Para continuar a gravidez, o embrião precisa produzir um hormônio chamado de *gonadotrofina coriônica humana* (hCG). O hCG impede a menstruação e assim evita a destruição e descarga do revestimento do útero (junto com o embrião).

Mesmo se houver concepção, mas o embrião não produzir hCG, o embrião e o revestimento do útero são expelidos, como se fosse uma menstruação. Se isso acontecer antes da mulher perceber que ela estava grávida, ela pode achar que está tendo apenas uma menstruação atrasada com um fluxo mais pesado. Se acontecer depois que ela souber que está grávida, o acontecimento é chamado de *aborto espontâneo*.

Geralmente o hCG pode ser detectado a partir de 10 a 14 dias depois do dia que a menstruação deveria ter começado. Às vezes, a mulher já nota alguns sintomas da gravidez, como enjôos ou seios mais sensíveis. Um teste de urina pode detectar a presença de hCG. A presença de hCG confirma a gravidez.

## Evitando uma Gravidez

O momento certo para a fecundação talvez não seja o momento certo para a mulher ou um casal engravidar. Decidir se é o *momento certo* para ter uma relação sexual é uma questão de opinião pessoal de cada um, e quem não quiser engravidar dispõe de várias formas de contracepção (controle de natalidade) para evitar a fecundação (gravidez).

Claro que nada é mais seguro do que a *abstinência*. Se você não quer engravidar, a anticoncepção mais segura é evitar a relação sexual. Mas a abstinência nem sempre traz felicidade, então os casais que desejam ter relações sexuais e evitar a gravidez têm várias opções.

## Para os cavalheiros

O preservativo (*camisinha*) masculino é um envoltório de borracha que cobre o pênis e recolhe a ejaculação, evitando que o esperma entre na vagina. Os homens também podem optar pela *vasectomia*. Durante este pequeno procedimento cirúrgico os canais deferentes são ligados, impedindo que o esperma produzido nos testículos seja acrescentado ao sêmen. O homem também pode retirar o pênis da mulher antes de ejacular, um método também conhecido como *coito interrompido*. Porém, como alguns espermatozoides conseguem sair mesmo antes da retirada do pênis e da ejaculação, esse método não é completamente eficaz.

## Para as damas

As mulheres dispõem de mais opções anticoncepcionais. Os *anticoncepcionais orais* (a pílula) impedem a glândula hipófise anterior de liberar FSH e 2H, o que impede o amadurecimento e liberação de óocitos — sem ovulação não há gravidez. Os anticoncepcionais orais contêm estrogênio e progesterona ou apenas um desses hormônios. Sem ovulação, não há secreção de LH — nem estrogênio ou progesterona; porém, mesmo com níveis baixos de estrogênio e progesterona ainda acontece a menstruação.

Injeções de Depo-Provera também alteram os níveis hormonais e impedem a ovulação. Esse anticoncepcional requer injeções intramusculares de três em três meses. A alteração dos níveis hormonais é uma forma eficaz de evitar a gravidez, mas não é completamente sem riscos. Mulheres que usam anticoncepcionais orais podem sofrer de coágulos de sangue, e as injeções de Depo-Provera aumentam o risco de câncer de mama e osteoporose.

A pílula do dia seguinte é um remédio que termina uma gravidez recém começada ou impede a gravidez de acontecer. Esses remédios são uma opção para mulheres que tiveram uma relação sexual sem usar contraceptivo durante o período de ovulação e não querem engravidar. Com esse método, elas não precisam esperar para ver se realmente houve uma gravidez e possivelmente considerar um aborto ou adoção.

A contracepção de emergência, ou a pílula do dia seguinte, precisa ser tomada até 72 horas após a relação sexual desprotegida. Porém, quanto mais cedo administrado, mais eficaz. Há pelo menos seis marcas à venda no Brasil, como Postinor-2, Poslov, Pozato, NovLevo, Pilem e Cifarma. Alguns dos riscos do uso da pílula do dia seguinte incluem sangramento excessivo que precisa de intervenção cirúrgica e o esvaziamento incompleto do útero, o que requer um aborto cirúrgico.

Se desejarem a esterilização permanente, as mulheres também podem optar pela *ligadura* ou *laqueadura de trompas* (corte cirúrgico das trompas uterinas). Depois de cortar as trompas uterinas, os óvulos liberados não chegam onde podem ser fecundados, ou não conseguem alcançar o útero.

*Espermicidas*, substâncias que matam o esperma, existem em várias formas: espumas, cremes e gel. Podem ser inseridas na vagina antes da relação sexual para destruir o esperma antes de entrar no trato reprodutivo. Infelizmente, os espermicidas em si apenas têm uma eficácia de 75%, talvez porque elas nem sempre cubram efetivamente a parte superior da vagina onde o esperma também pode ser depositado.

Existem alguns contraceptivos femininos que funcionam como barreiras. O *diafragma* é um capuz de látex que cobre o colo do útero e impede o esperma de entrar no útero. O diafragma permanece no lugar através de sucção. O dispositivo intra-uterino (DIU) é um pequeno objeto de plástico inserido no útero; a presença de um objeto no útero impede a implantação do zigoto na parede uterina. Esses dispositivos também incluem certos riscos, como a doença inflamatória pélvica, infecções ou câncer do colo do útero.

Também existem *preservativos femininos*. Essa fina bolsa cilíndrica é inserida na vagina e atua como uma barreira que impede a passagem do esperma pelo colo uterino.

## *A Fisiopatologia do Sistema Reprodutor*

O sistema reprodutor é um dos poucos sistemas do corpo que interage com outras pessoas ou objetos (o sistema digestório é outro exemplo). Por isso as bactérias e vírus se espalham facilmente para outras pessoas através dos órgãos e secreções do sistema reprodutor. Defeitos estruturais, problemas hormonais e anomalias genéticas também podem causar problemas no sistema reprodutor. E o sistema reprodutor também está sujeito a várias formas de câncer.

## *Doenças sexualmente transmissíveis*

Como o nome já diz, as *doenças sexualmente transmissíveis* (DST) são transmitidas através de contato sexual, e afetam tanto os homens como as mulheres. O uso de preservativos pode prevenir muitas DST, e quem não sabe se o seu parceiro tem alguma DST ou HIV deve usá-los. (Veja também a seção “AIDS” neste capítulo.) As seguintes seções incluem informações sobre as doenças sexualmente transmissíveis mais comuns.

### *Verrugas genitais*

As *verrugas genitais* são causadas pelo grupo de vírus chamado de *Papilomavírus Humano* (HPV). As verrugas genitais são lesões papilares (elevações da pele) que aparecem nos órgãos sexuais externos de homens e mulheres. Porém, às vezes, as verrugas são pequenas e lisas, e quase invisíveis, o que significa que uma pessoa talvez nem saiba que ele ou ela está infectado por esse vírus. E sem saber a pessoa pode espalhar essa doença. As verrugas genitais podem ser removidas, mas muitas vezes elas ressurgem. As verrugas genitais podem causar tumores ou câncer. O Papilomavírus Humano (HPV) que causa as verrugas genitais talvez seja responsável pela maioria dos casos de câncer do colo do útero, e é associado com tumores na vulva, na vagina e no ânus ou no pênis.

### *Herpes genital*

O vírus herpes simples tipo 2 (HSV-2) causa o herpes genital. O vírus herpes simples tipo 1 (HSV-1) é o vírus que causa herpes labial. Nem todo mundo que é contaminado com o HSV-2 desenvolve sintomas, mas os sintomas podem incluir recorrentes lesões dolorosas no pênis ou na vulva. Quando as lesões voltam, a pessoa pode ter febre, linfonodos inchados e micção dolorosa. Se uma mulher grávida for infectada pelo HSV-2, o parto é geralmente feito por cesariana. Se não, ao passar pelo canal do parto a criança é exposta a uma infecção grave que pode causar danos cerebrais ou até a morte.

### *Clamídia*

A *Clamídia* causa uma infecção na uretra parecida com a gonorreia. (Veja a seção “Gonorreia” para ler mais sobre essa doença.) Por causa da semelhança, os médicos costumam tratar a gonorreia e clamídia ao mesmo tempo. Mas como a clamídia é causada pela bactéria *Clamídia trachomatis*, a condição é chamada de *uretrite não-gonocócica* (UNG). Se uma mulher estiver com clamídia durante o parto, a bactéria pode entrar nos olhos do bebê, causando uma inflamação, ou entrar nos pulmões do recém-nascido, causando pneumonia.

Além de afetar a uretra, a clamídia pode causar a formação de úlceras no colo do útero. Se a infecção passar muito tempo despercebida, ela pode causar a doença *inflamatória pélvica* (DIP), tanto em homens como em mulheres. Nos homens, a DIP causa uma inflamação no canal deferente.

A inflamação causa o inchaço dos tubos, e resulta na formação de tecido cicatricial, obstruindo parcial ou completamente os tubos e causando a infertilidade. Nas mulheres também pode ocorrer esse mesmo processo de inflamação e cicatrização nas trompas uterinas. O tecido cicatricial pode obstruir as trompas, impedindo a fecundação do óvulo ou, se o óvulo estiver fecundado, impedir a implantação no útero. (Veja o capítulo 15 para mais informações sobre a gravidez ectópica.)

### **Gonorreia**

A gonorreia causa sintomas parecidos com a clamídia, mas é causada por outra bactéria, a *Neisseria gonorrhoeae*. A gonorreia causa uma infecção na uretra, produzindo um corrimento purulento, grosso e amarelo-esverdeado, e disúria (urinação dolorosa).

Depois da infecção inicial, a gonorreia pode ressurgir como doença inflamatória pélvica. Nesse caso, o canal deferente do homem ou as trompas uterinas da mulher inflamam, saram e cicatrizam. O tecido cicatricial pode obstruir os tubos ou trompas, causando infertilidade ou esterilidade. Uma criança que passa por um canal de parto afetado pela gonorreia geralmente desenvolve uma infecção ocular que pode causar cegueira. Por isso, todos os recém-nascidos são tratados com um creme antibiótico imediatamente após do parto.

### **Sífilis**

Uma bactéria chamada *Treponema pallidum* causa sífilis, e a doença se desenvolve em três fases.

1. Durante a fase primária aparece uma lesão ulcerosa (cancro) com bordas duras nos genitais. A úlcera desaparece e a pessoa infectada passa um tempo sem qualquer sintomas.
2. Na fase secundária, uma erupção de treponemas cobre o corpo inteiro, até as palmas da mão e as solas do pé. As erupções desaparecem e a pessoa passa mais um tempo sem sintomas.
3. Na terceira vez que os sintomas aparecem, a doença é grave. A pessoa pode sofrer consequências cardiovasculares ou neurológicas, como cegueira, retardamento mental ou demência, e um andar desequilibrado. Nessa fase a pessoa também pode desenvolver úlceras chamadas de *gomas* na pele ou nos órgãos.

Uma mulher com sífilis que engravidar pode transmitir a bactéria para o feto porque a *Treponema pallidum* é capaz de atravessar a placenta. Um feto contaminado pode desenvolver defeitos congênitos ou morrer (nativimorte).

### **AIDS**

A AIDS, síndrome de imunodeficiência adquirida (veja o capítulo 13), pode ser contraída através de contato sexual, então é considerada uma DST. A Aids é causada pela infecção pelo vírus do HIV (*vírus humano da imunodeficiência*).

## Infertilidade

A *infertilidade* é a incapacidade de fecundar ou ser fecundada. Dizemos que um casal é infértil quando eles não conseguem engravidar depois de um ano de tentativas. A *esterilidade* é a incapacidade de ter filhos.

As principais causas da infertilidade são obstruções nas trompas uterinas (causadas por cicatrizes ou endometriose) e a ausência da ovulação, mas não é só a mulher que pode ser infértil. Às vezes, os homens não produzem espermatozoides suficientes ou uma grande quantidade de espermatozoides anormais. Esperma anormal é bastante comum, mesmo em homens que já tiveram filhos.

Às vezes, os espermatozoides têm duas cabeças, duas caudas ou faltam alguns pedaços. Porém, se menos de 25% do esperma for anormal, geralmente não há problemas de infertilidade. A ejaculação contém em torno de 400 milhões de espermatozoides e 100 milhões de espermatozoides anormais parece muito, mas isso deixa ainda 300 milhões de espermatozoides normais capazes de fecundar o óvulo.

Homens com doenças testiculares geralmente sofrem de um nível baixo de testosterona. A doença genética *Síndrome de Klinefelter* (XXY) deixa os homens com um cromossomo X adicional. (As mulheres normalmente têm XX; os homens XY.) Durante a infância, os meninos se desenvolvem normalmente, mas quando entram na puberdade, os testículos não funcionam. Sem a produção de testosterona pelas células de Leydig nos testículos, ocorrem vários efeitos: desenvolvimento do tecido mamário, impotência, perda óssea e infertilidade.

Mesmo homens saudáveis que sofrem algum trauma nos testículos ou homens mais velhos com uma perda de função nas células de Leydig também podem ficar inférteis. E algumas infecções bacterianas ou virais, como caxumba, podem causar *orquite* (inflamação nos testículos) que pode resultar em *hipogonadismo* (deficiência na função dos testículos ou ovários) — ambos podem afetar a fertilidade.

Tumores pituitários em homens ou mulheres podem causar o hipogonadismo porque a glândula hipófise secreta FSH, que normalmente estimula o amadurecimento do óocito ou espermatozito e em seguida libera o estrogênio ou a testosterona. Problemas na hipófise podem causar sintomas de hipogonadismo, que nas mulheres incluem a ausência da menstruação (amenorreia) e infertilidade. Nos homens, os sintomas de hipogonadismo são a impotência e a infertilidade.

Antes de começar qualquer tratamento é preciso determinar a causa da infertilidade. Mas existem várias opções de tratamento (e esperança) para os casais que desejam engravidar.

## Câncer

Nos homens, as formas de câncer mais comuns no sistema reprodutor são o câncer de próstata e o câncer testicular. As mulheres são mais afetadas pelo câncer do ovário ou no colo do útero. (Veja o capítulo 15 para ler mais sobre o câncer de mama.)

### Câncer de próstata

A próstata cerca a uretra, então um tumor na próstata pode comprimir a uretra, tornando a micção mais difícil e geralmente dolorosa. Apesar do câncer de próstata ocorrer em homens mais novos, a doença geralmente afeta homens mais idosos. Se o fluxo de urina for completamente obstruído, a urina permanece na bexiga e nos ureteres, causando problemas renais. O câncer também pode se espalhar pela bexiga e ureteres e chegar aos rins. O câncer de próstata também pode causar câncer ósseo.

Os médicos monitoram o aumento da próstata através do reto (exame de toque). Se houver um aumento ou endurecimento da glândula, o próximo passo é fazer uma ultrassonografia e biópsia. O tratamento envolve a remoção da próstata e radioterapia para evitar novos tumores. Também é importante manter o nível de testosterona baixo para prevenir a metástase do câncer, através da remoção dos testículos ou administração de estrogênio.

### Câncer testicular

Um tumor canceroso no testículo pode afetar os túbulos seminíferos e as células de Leydig, reduzindo a produção de esperma e testosterona, o que pode causar a infertilidade. (Veja também a seção “Por dentro do sistema reprodutor masculino” neste capítulo para ler mais sobre os túbulos seminíferos e as células de Leydig.) Se o câncer afetar os dois testículos, o homem pode ficar estéril.

O método mais comum para diagnosticar e tratar essa forma de câncer é através da remoção do testículo afetado, seguido por radioterapia ou quimioterapia. Se apenas um dos testículos for afetado, a doença geralmente não interfere na fertilidade. Apesar do câncer testicular ser bem mais raro do que o câncer de mama, os homens são incentivados a fazer autoexame dos testículos mensalmente para detectar nódulos, da mesma forma que as mulheres costumam fazer autoexame nas mamas.

### Câncer do ovário

O câncer do ovário é mais comum em mulheres acima dos 50 anos. Tanto a prevenção da gravidez como a gravidez parecem oferecer alguma proteção contra o câncer do ovário, porque essa forma de câncer é duas ou três vezes mais comum em mulheres que nunca tiveram filhos e também atinge menos as mulheres que tomaram anticoncepcionais orais. O câncer do ovário pode começar no ovário ou surgir no ovário depois de se espalhar de alguma outra estrutura (geralmente da mama).

O câncer de ovário geralmente não causa sintomas até chegar num estágio mais avançado. A mulher pode sentir dores abdominais e inchaço, enjôos e vômitos, gases ou fluido na cavidade abdominal. Sangramento vaginal é raro. A *laparoscopia* é um pequeno procedimento cirúrgico usado pelo médico para visualizar os órgãos na cavidade abdominal.

Se o médico detectar câncer, os ovários afetados podem ser removidos durante o mesmo procedimento laparoscópico. Porém, às vezes, a doença requer uma intervenção cirúrgica maior: a *salpingooforectomia* é a remoção das trompas uterinas (*salping-*) e dos ovários (*oo-*); a *histerectomia* é a remoção do útero. A radioterapia e quimioterapia geralmente são administradas depois da cirurgia para evitar a recorrência de células cancerosas.

Se o câncer do ovário afetar apenas um dos ovários, a taxa de sobrevivência é de 60 a 70% em cinco anos. (Isso quer dizer que 60 a 70% das mulheres estarão vivas em cinco anos.) Porém, se o câncer afetar os dois ovários, a taxa de sobrevivência em cinco anos cai para 10 a 20%. Os exames de Papanicolau não são capazes de detectar câncer do ovário, então mulheres acima de 40 anos deveriam fazer um exame preventivo anual durante seus exames ginecológicos ou médicos.

### **Câncer de colo do útero**

O exame de *Papanicolaou* (o sobrenome do médico que desenvolveu esse exame) é capaz de detectar 95% das células anormais no colo do útero. Essas células anormais podem causar câncer de colo do útero, que pode ser curado completamente se for diagnosticado a tempo. O câncer de colo do útero se espalha facilmente para os outros órgãos na cavidade abdominal e depois pelos linfonodos. Por isso, a detecção precoce e tratamento de células anormais (*displasia*) são essenciais.

Graças ao exame do Dr. Papanicolaou — recomendado anualmente — as células anormais geralmente são detectadas antes de causarem qualquer sintoma. Ao descobrir células anormais, o médico faz uma *colposcopia* (exame de tecido do colo do útero). Porém, um dos primeiros sinais de câncer do colo do útero é o sangramento vaginal anormal (isso quer dizer, não relacionado ao período da menstruação). Se o câncer se espalhar para outros órgãos pélvicos, a mulher geralmente sente dor.

Se as células pré-cancerosas forem detectadas durante a gravidez, o tratamento geralmente é adiado até a criança nascer. O câncer do colo do útero detectado e tratado na fase inicial tem uma taxa de sobrevivência de 5 anos de 50 a 80%. Se o câncer já se espalhou para outros órgãos e requer tratamento de radioterapia, a taxa de sobrevivência cai para 10 a 30%.

O câncer do colo do útero é causado pelo papilomavírus humano (HPV). Outros fatores que aumentam o risco de câncer do colo do útero são o fumo, ter muitos parceiros sexuais ou iniciar atividades性uais muito cedo. (Para ler mais sobre o papilomavírus humano, veja também a seção sobre “Verrugas genitais” neste capítulo.)



## **Capítulo 15**

# **Grandes Acontecimentos: Nascimento e Desenvolvimento**

### ***Neste capítulo***

- ▶ Entender o desenvolvimento do embrião
- ▶ Acompanhar as fases da gravidez
- ▶ O nascimento do feto
- ▶ Crescer e envelhecer

**A** vida parece um livro que ainda está sendo escrito. Começa com um prefácio – a fecundação e desenvolvimento fetal. O Capítulo 1 começa com o seu nascimento. Cada fase da vida acrescenta um novo capítulo que exige revisão contínua por conta de todas as alterações. A história termina com a morte no final do último capítulo. Não parece um final muito feliz, mas você ainda não sabe como vai ser. Ainda estamos escrevendo as nossas histórias. Talvez um epílogo possa explicar o final da nossa história e mostrar a maravilha e o milagre de uma vida.

## ***Trabalhando em Trimestres***

Muitos homens e mulheres ainda sonham em se apaixonar, casar e ter filhos. Mas o casamento, nem mesmo o amor, são necessários para a relação sexual e a reprodução. O esperma certamente não pede para ver a certidão de casamento antes de procurar o óvulo. O processo de fecundação também não exige sentimentos de amor. O espermatozóide encontra o óvulo, o óvulo é fecundado, o óvulo se implanta no útero e a gravidez acontece. E isso é apenas o começo!

Há muitas mudanças durante a gravidez. A maioria das mudanças obviamente envolve o *feto* (como é chamado o organismo humano a partir do terceiro mês até o nascimento), mas a mãe também passa por grandes mudanças no seu corpo. Essa seção explica as mudanças que ocorrem tanto na mãe como no feto durante as 40 semanas de gravidez, que são divididas em três trimestres de 13 semanas.



Se você quiser mais informações além do que eu posso explicar neste capítulo, veja também *Gravidez para Leigos*, de Joanne Stone, Keith Eddleman, e Mary Murray (Editora Alta Books).

## Onde tudo começa: o primeiro trimestre

Tecnicamente o primeiro trimestre começa mesmo antes da relação sexual. Geralmente quando a mulher descobre que está grávida, ela já passou pelas primeiras 4 a 6 semanas das 40 semanas, o que é mais do que os 9 meses geralmente citados como a duração da gravidez. As 40 semanas da gravidez são calculadas a partir do começo da sua última menstruação. Por quê? Porque a ovulação nem sempre acontece no dia 14 do ciclo ovariano, a fecundação nem sempre ocorre no mesmo dia que acontece a relação sexual, e o tempo que o óvulo fecundado leva para se implantar também varia (veja o capítulo 14). Então o primeiro dia da última menstruação é um ponto de partida comum para todo mundo. A partir deste dia, você calcula 280 dias para determinar a data prevista do nascimento do feto. Porém, como há tantos fatores variáveis e incertezas sobre o prazo exato, apenas 5% dos bebês nascem no dia previsto. (Apenas um dos meus três filhos nasceu no dia previsto.)

Aqui segue uma explicação detalhada dos momentos principais do desenvolvimento humano durante os três trimestres da gravidez.

1. **A gravidez é realizada quando o zigoto, o óvulo fecundado que passou por várias divisões celulares, encontra um cantinho confortável na parede uterina e se implanta no tecido.** (Veja o capítulo 2 para ler mais sobre a divisão celular.)
2. **O embrião implantado (como o zigoto é chamado a partir deste momento), se acomoda no endométrio (o revestimento do útero) até a hora de nascer.** (Veja o capítulo 14 para ler mais sobre o endométrio e o útero.)
3. **O embrião começa a produzir gonadotrofina coriônica humana (hCG), que é o hormônio da gravidez.**

Durante o primeiro trimestre os seios da futura mãe passam por várias mudanças: eles aumentam de tamanho e ficam mais sensíveis com o crescimento de tecido glandular em preparação para produzir leite. Também ocorre o escurecimento da *areola*, a região em volta dos mamilos, e as veias nos seios ficam mais visíveis. O cansaço também é muito comum; as mulheres grávidas geralmente sentem muito cansaço no primeiro trimestre enquanto o corpo tenta se adaptar a todas as mudanças que estão ocorrendo. O crescimento do útero exerce pressão contra a bexiga, aumentando a frequência de micção. Enjôos e vômitos podem ocorrer não somente de manhã, mas em qualquer hora do dia ou noite. A presença do hCG no sistema da futura mãe pode causar esses enjôos.

Nessa altura, a mulher pode fazer um teste de urina em casa ou consultar o médico para marcar um exame. O teste verifica a presença de hCG na urina ou no sangue. A presença de hCG confirma que a mulher realmente está grávida.

**4. A placenta e o saco amniótico se desenvolvem durante a fase embrionária (as primeiras 8 semanas da gravidez).**

**A placenta:** é um órgão especial formado no útero durante a gravidez onde acontece a troca de nutrientes e oxigênio entre o sangue da mãe e o sangue do feto. O sangue do feto é transportado pelo cordão umbilical, que conecta o feto à placenta. Em seguida, os restos do metabolismo de nutrientes e oxigênio pelo feto são levados de volta através do cordão umbilical e depositados na placenta. O sangue da mãe recolhe os restos da placenta que são excretados pelo seu corpo. Nossa, as mães já começam a limpar a bagunça dos filhos mesmo antes deles nascerem!



**O saco amniótico:** esse saco ou bolsa é como um balão cheio de água dentro do qual o embrião flutua. O saco é formado por duas membranas finas — o *córion* e *âmnio* — e contém *líquido amniótico*. O líquido amniótico impede que as membranas pressionem contra o embrião/feto em desenvolvimento e atrapalhem o crescimento. O líquido também mantém uma temperatura constante para o feto e absorve o impacto dos movimentos da mãe.

Todos os animais, mesmo os terrestres, se desenvolvem num ambiente aquático, como o líquido amniótico.

**5. Os órgãos já começam a se desenvolver no primeiro mês da gravidez.** Todos os órgãos, inclusive o cérebro e a medula espinhal, são formados no final do primeiro mês da gravidez. O sistema circulatório se forma a partir de pequenos vasos na placenta chamados de *vilosidades coriônicas*, apenas três semanas depois da fecundação. Em seguida o coração começa a bater e não para mais até a morte, o que esperamos que seja muitas e muitas décadas depois.



## Amniocentese

A amniocentese é um procedimento médico no qual uma longa e fina agulha é inserida no abdome e útero. Através da agulha é retirado um pouco de líquido amniótico. Como o feto flutua e se mexe neste líquido, ele contém células do feto. Essas células podem ser analisadas para detectar certas anomalias, como a Síndrome de Down ou a presença de certas infecções. Esse procedimento geralmente é feito entre 15 e 20 semanas, porém nem todas as mulheres fazem. O procedimento é aconselhado para mulheres que obtiveram algum resultado anormal numa ultrassonografia ou num

exame de sangue. No final da gravidez, a amniocentese pode ser usada para avaliar se os pulmões do feto estão suficientemente desenvolvidos para o nascimento. Os pulmões produzem substâncias químicas para impedir que eles se grudem. Se o líquido contiver essas substâncias químicas, o feto está suficientemente desenvolvido para um parto prematuro. Depois da amniocentese, é normal o escorrimento de líquido amniótico durante uns dois dias, até as membranas se recuperarem e fecharem a punção.

6. Durante o segundo mês, os sistemas de órgãos continuam se desenvolvendo, e começam-se a formar as extremidades e os dedos da mão e do pé.
7. No final do segundo mês o embrião começa a se mexer. Mas é ainda muito pequeno para a mãe poder sentir-lo.
8. No segundo mês surgem os ouvidos, olhos e genitais.
9. O embrião perde a cauda e parece cada vez mais um ser humano, e menos um cavalo marinho.

Durante a fase de embrião você se desenvolve mais do que em qualquer outra fase de sua vida. Vários processos de desenvolvimento ocorrem durante a fase embrionial:

**Clivagem:** Esse é o termo para a divisão de uma célula em duas, através do processo de mitose (veja o capítulo 2). Depois que o espermatozóide se junta com o material genético do óvulo, o zigoto passa por uma série de divisões celulares, dobrando o número de células várias vezes. O tamanho do zigoto em si não aumenta durante esse processo; apenas as células se multiplicam, como bolas de sabão dentro de um espaço confinado. A quantidade de células aumenta, mas o tamanho de cada uma diminui. Mesmo assim, cada célula contém todo o material genético contido naquela primeira célula original.

**Morfogênese:** O processo de deslocamento das células dentro do blastocito é chamado de *morfogênese* (significa “modelagem da forma”). Durante o processo no qual o zigoto passa pelas divisões celulares e entra na trompa uterina antes de se implantar no útero, ele primeiro vira uma *mórula* e depois um *blastocito*. As células dentro do blastocito se organizam para formar duas camadas de células. A camada interna (*embrioblasto*) forma o embrião depois de se implantar no útero. A camada externa (*trofoblasto*) forma o córion do qual é formada a placenta (e em seguida o sistema circulatório e outros sistemas).

**Diferenciação:** Depois das células desenvolverem a sua forma durante o processo de morfogênese, elas começam a desenvolver estruturas e funções específicas. Para conseguir isso, as células precisam formar diferentes células; esse processo é chamado de diferenciação e é controlado pelos seus genes (veja o capítulo 2). Durante a diferenciação as células se especializam.

As células especializadas são obrigadas a se “comprometer” em formar certos tipos de tecidos, ou elas perdem a capacidade de fazer isso. Essas células novinhas em folha — *células-tronco* — têm a capacidade de formar praticamente qualquer tipo de célula. A pesquisa com células-tronco é tão promissora por causa do grande potencial de aplicar células com a capacidade de se transformar (diferenciar) em várias células especializadas. As células especializadas formam certos tipos de tecidos, e tecidos parecidos se juntam para formar órgãos e sistemas de órgãos.

## Amostra ou biópsia de vilosidade coriônica

A biópsia de vilo corial – BVC (vilosidade coriônica) é um outro procedimento que traz informações valiosas. Entre a 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> semana da gravidez, algum tecido placentário é removido com uma agulha inserida no abdômen ou através de um catéter no colo do útero. O tecido contém células das vilosidades coriônicas, que se desenvolveram do óvulo fecundado, igual ao feto. Ao testar essas células de vilosidade coriônica,

não há necessidade de perturbar o feto e o saco amniótico. As células podem ser analisadas dentro de 7-10 dias e mostra a presença de certas anomalias cromossômicas e doenças, além de indicar o sexo do feto (importante se o sexo for um fator em adquirir ou portar alguma doença genética). Essas informações ajudam a mulher e seu parceiro a decidir em continuar uma gravidez afetada.

### 10. Por volta de 8 semanas termina a fase embrionária.

A partir do terceiro mês até o nascimento, o bebê é chamado de *feto*.

No final do primeiro trimestre, o feto mede aproximadamente 10 cm e pesa 250 gramas. A cabeça é grande e o cabelo já começa a crescer. Os intestinos estão dentro do abdômen, e o sistema urinário (os rins e a bexiga) começam a funcionar com o feto produzindo urina.

## *Aos trancos e barrancos: o segundo trimestre*

Tudo melhora no segundo trimestre. O corpo da futura mãe já se acostumou com as exigências feitas sob seu sistema e ela se sente menos cansada. E agora que a placenta está em pleno funcionamento sustentando e alimentando o feto, o nível de hCG diminuiu, reduzindo os enjôos da mãe.

### 1. O feto, com todos os seus sistemas no lugar, começa crescer.

Durante a fase de crescimento a mãe começa a reparar os movimentos do feto — um chute na barriga, uma cotovelada nas costelas ou uma cambalhota no saco amniótico. O feto chupa o dedo e consegue abrir os olhos. Já se comporta como um bebê, mas a sua pele amassada ainda é translúcida, com *lanugo* (pêlos finos que cobrem o corpo do feto) e *verniz caseoso*, uma substância branca untuosa. Durante o segundo trimestre a ultrassonografia mostra o sexo do feto e o esqueleto.

2. A cartilagem que se formou durante a fase embrionária começa a ser substituída por osso.

No final do segundo trimestre, o feto mede em torno de 30-35 cm e pesa aproximadamente 1.300 gramas. Se nascesse agora provavelmente não sobreviveria, mas não falta muito.



Para a futura mãe, o segundo trimestre é completamente o oposto do primeiro. Apesar de algumas inconveniências, como azia, gases e congestão, que podem incomodar, ela geralmente tem muito mais energia e se sente muito bem durante esses meses. O aumento de hormônios fortalece o cabelo e as unhas e deixa sua pele mais radiante. A futura mamãe começa curtir o seu visual de grávida e se anima com a expectativa do nascimento.

## A luz no final do túnel: o terceiro trimestre

O último trimestre da gravidez é um período cheio de emoções. Ansiedade com o parto e o desconforto causado pelo crescimento do feto deixam a futura mamãe, bom, digamos, um pouco “mal-humorada”. (Pergunta pro meu marido!)

O feto cresce muito rapidamente durante o último trimestre. (A figura 15-1 mostra um feto no terceiro trimestre.)

1. **Depósitos de gordura sob a pele reduzem aquela aparência enrugada e deixam o feto com “carinha de bebê”.**

Os depósitos de gordura ajudam a proteger o feto ao nascer, mas também aumenta o peso do feto e fornece um reserva importante de energia para o desenvolvimento do cérebro e sistema nervoso.

2. **Agora com todos os seus sistemas desenvolvidos, o feto continua crescendo.**

### Felicidade em dobro

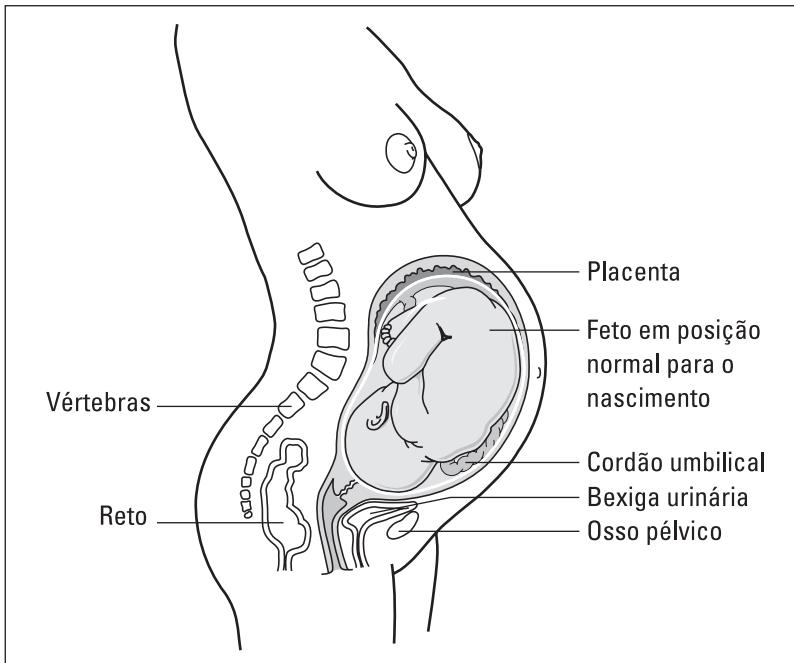
Às vezes, a massa celular interna se separa (embrioblasto), formando dois ou mais embriões. Como os embriões são desenvolvidos de células que contêm o mesmo material genético, eles são chamados de *gêmeos univitelinos* ou *monozigóticos*. Os

*gêmeos dizigóticos* ou *fraternos* se desenvolvem de dois óvulos fecundados por diferentes espermatozoides; gêmeos fraternos são como irmãos normais, só que crescem juntos no útero.

**3. No final do terceiro trimestre o feto se posiciona para o nascimento.**

A mãe percebe que o feto se encaixa na parte inferior da pelve, aliviando um pouco a pressão do diafragma. Geralmente o feto se vira e fica de cabeça para baixo, pronto para sair. Quando a cabeça do feto alcança as espinhas isquiáticas dos ossos pélvicos (veja o capítulo 4), o feto está *encaixado* para o parto.

A gestante geralmente engorda em torno de 12 quilos durante a gravidez, mas o maior aumento de peso ocorre no último trimestre. Nas últimas semanas da gravidez, o útero alcança sua capacidade máxima, expandindo do seu tamanho normal de 5 por 7 cm enchendo toda cavidade abdominal até as costelas. O tamanho do útero e a pressão do feto exercem pressão sobre o diafragma e atrapalham a respiração da gestante. Ela também pode ter dificuldades para dormir; não apenas pela pressão desconfortável do útero contra as costelas, mas também por causa da pressão do útero contra a bexiga, aumentando a necessidade de levantar várias vezes para urinar. A gestante no terceiro trimestre de gravidez também pode sentir uma sensação ardente nas laterais do abdômen, causada pelo extensão dos ligamentos que sustentam o útero. Outros desconfortos incluem: inchaço, dor nas costas, coceira, varizes, tendinite e desatenção.



**Figura 15-1:**  
O desenvolvimento  
do feto,  
terceiro  
trimestre.



Não importa o desconforto ou dores, tudo isso vai acabar logo porque está chegando a hora do parto. No final do terceiro trimestre — quando o feto está pronto para nascer — ele mede uns 53 cm e pesa em torno de 3,5 quilos.

## Complicações



Infelizmente, às vezes, a gravidez pode ser problemática. Levando em consideração tudo que pode dar errado durante uma gestação, é impressionante como a maioria dos partos acontece sem complicações. Veja abaixo alguns problemas que podem ocorrer durante a gravidez.

Se você estiver grávida, não se assuste! Se você achar que pode estar com algum desses problemas, consulte o seu médico.

- ✓ **Sangramento:** O sangramento pode acontecer logo no inicio do primeiro trimestre. A implantação do zigoto no útero, às vezes, causa algum sangramento. Esse sangramento pode acontecer por volta do dia que a mulher normalmente ficaria menstruada. Se ela já souber que está grávida ela pode se assustar. Porém, é completamente normal. Se não houver cólicas abdominais ou um sangramento forte, é pouco provável que tenha ocorrido um aborto espontâneo. Mas é sempre importante consultar o médico quando ocorrer algum sangramento inesperado. Durante a gestação, a pressão do peso do feto e do útero grande pode causar hemorroidas no reto, resultando em sangramento. Apesar do desconforto deste sangramento, não há nenhum risco para o feto.
- ✓ **Gravidez ectópica:** Uma gravidez ectópica acontece quando o óvulo fecundado se implanta fora do útero, por exemplo, na trompa uterina. A gravidez começa normalmente como faria dentro do útero, com o embrião produzindo hCG e desenvolvendo os órgãos. O problema é que o útero é o único lugar com espaço suficiente para o embrião crescer. A implantação do zigoto na trompa uterina (ou no colo do útero ou no ovário) causa dores abdominais e sangramento. O crescimento do embrião pode causar a ruptura da trompa (ou do ovário ou colo do útero), uma complicação perigosa. Uma gravidez ectópica pode ser diagnosticada através de uma ultrassonografia. Essa gravidez é um grande risco para a gestante e precisa ser removida, já que não tem como transferi-la ao útero.
- ✓ **Diabetes gestacional:** Em cada consulta pré-natal, as gestantes fazem um exame para medir o nível de glicose na urina. No final do segundo trimestre, um exame é feito para detectar a diabetes gestacional. A diabetes gestacional é a hiperglicemia (excesso de glicose no sangue) durante a gravidez. Um excesso de glicose no sangue da gestante, significa um excesso de glicose no sangue do feto. Esse excesso pode causar o crescimento excessivo do feto, dificultando o parto ou resultando numa cesariana. O desenvolvimento de diabetes gestacional também pode causar diabetes melito depois da gestão. Se não for possível controlar a taxa de glicose através da alimentação e exercício, a gestante precisa tomar insulina

- ✓ **Incompetência cervical:** Se o colo uterino dilatar e abrir precocemente, há um grande risco de aborto. A gestante sente uma forte pressão no abdômen, mas o útero não contrai para abrir o colo uterino. O colo uterino é apenas incapaz — quer dizer, incompetente — para sustentar a gravidez. Gestantes que fizeram algum procedimento que exige dilatação cervical ou causa algum trauma cervical (como a biópsia) correm um risco maior de ter uma incompetência cervical. A incompetência cervical também pode afetar mulheres que tiveram alguma ruptura cervical num parto anterior ou que estão grávidas de três ou mais fetos. Um procedimento chamado de *cerclagem*, uma sutura para fortalecer o colo uterino, pode aliviar o problema.
- ✓ **Pré-eclampsia e eclampsia:** Além de examinar a urina para medir a taxa de glicose e evitar a diabetes gestacional, a urina também é analisada para detectar proteínas e tentar evitar a pré-eclampsia. A pré-eclampsia — que pode levar a forma mais grave de eclampsia — é o desenvolvimento de hipertensão (pressão alta) durante a gravidez. Sintomas incluem fortes dores de cabeça, inchaço súbito, rápido aumento de peso (mais de 2 quilos numa semana), alterações visuais e dores abdominais. O risco da pré-eclampsia é que a pressão alta pode causar eclampsia (convulsões, coma e até a morte). Se a saúde da mãe correr perigo e o feto tiver como sobreviver, o bebê nasce de cesariana.
- ✓ **Placenta prévia:** A placenta cobre, parcial ou completamente, o colo uterino, impedindo o nascimento do feto ou causando fortes sangramentos. Se a placenta prévia ocorrer no início da gravidez, o problema geralmente se resolve quando o crescimento do feto levanta a placenta para dentro do útero. (Lembre-se que a placenta está conectada ao cordão umbilical). Portanto, se isso acontecer no segundo ou terceiro trimestre, a pressão do feto sobre a placenta pode causar o vazamento de sangue. O sangramento pode estimular o parto precoce, o que resultará num bebê prematuro. A maioria das gestantes com placenta prévia acaba tendo uma cesariana para evitar o sangramento intenso que poderia ocorrer durante o parto vaginal.
- ✓ **Descolamento da placenta ou placenta abrupta:** Essa condição ocorre quando a placenta se separa da parede do útero antes do nascimento do feto. Essa condição pode causar sangramento, o que pode levar ao parto prematuro. Se a ruptura for grande, o feto precisará de uma cesariana de urgência. No caso de uma ruptura pequena a gestante precisa ficar de repouso e de acompanhamento médico.

## A Doce Dor do Parto

Chegou a hora! Agora vou explicar o que acontece com a gestante quando o feto está pronto para nascer. Todos os esforços durante o parto serão compensados depois do nascimento. A primeira recompensa é segurar o seu filho nos braços pela primeira vez e admirar o milagre do corpo humano nessa criação.

As recompensas são muitas: o bebê apertando o seu dedo com sua mãozinha delicada, o cheirinho do seu bebê no colo (mesmo que seja de madrugada), os sorrisos e risadas, e ouvir pela primeira vez (ou toda vez) "Mamãe, eu te amo!". A continuidade da espécie humana, a criação de vida, o nosso vínculo com o passado e o futuro – há muitas recompensas. Mas não é bem isso que se passa pela cabeça das mulheres quando elas estão em trabalho de parto.

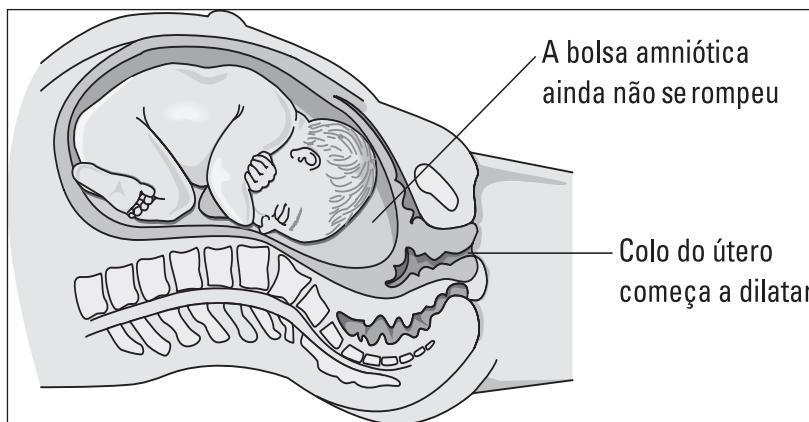
Nessa seção, você passa pelo procedimento do nascimento: as três etapas do parto e nascimento e o que acontece logo depois do nascimento. Partimos ao parto!

## A descida: 1º Estágio

Antes do nascimento do feto, ele precisa passar pelo canal de parto. Este processo começa durante a primeira etapa do trabalho de parto (veja a Figura 15-2). Com o início das verdadeiras contrações (as contrações que dilatam o colo do útero, em vez das contrações Braxton Hicks que são apenas uma forma de "aquecimento"), começa a primeira fase do trabalho de parto. Além do início dessas frequentes contrações rítmicas, há outros sinais para avisar a gestante que chegou a hora. Porém, essa primeira fase pode durar 12 a 14 horas, ou mais! Então se chegou a hora, não se apresse e fique calma.

Algumas mulheres percebem que o tampão mucoso se soltou. Durante a gravidez, uma massa grossa de muco tampa a entrada do colo do útero para impedir a entrada de esperma ou bactérias. A dilatação do colo do útero desloca esse tampão de muco, acompanhado de um pouco de sangue. Porém, nem todas as mulheres percebem quando o tampão se desprende; elas acham que é um corrimento vaginal qualquer, o que é bastante comum na última fase da gravidez.

**Figura 15-2:**  
Trabalho de  
parto inicial  
e ativo:  
dilatação e  
apagamento  
do colo do  
útero, fase  
de transição.



Durante a dilatação do colo do útero, a cabeça do feto continua exercendo pressão contra o colo do útero. Essa pressão faz o colo do útero ficar mais fino (chamado de apagamento). O apagamento e a dilatação são necessários para o nascimento do feto. O colo do útero precisa de 10 cm de dilatação para a cabeça do feto poder passar. O apagamento é necessário para poder expandir o colo do útero e abri-lo para o bebê passar.

Durante o processo de apagamento, a membrana amniótica começa a ser exposta pelo colo do útero. A pressão das contrações que empurram o feto contra as membranas pode causar seu rompimento, permitindo a saída do líquido amniótico - “estourando a bolsa”; A perda do líquido amniótico geralmente intensifica as contrações que se ainda não eram regulares, agora se tornarão regulares.



No final do primeiro estágio do trabalho de parto, o apagamento do colo do útero é 100% e a dilatação em torno de 4 cm. As contrações agora ocorrem regularmente, com intervalos de cinco minutos e uma duração de um minuto. As contrações nem sempre são dolorosas. O abdômen fica mais rígido enquanto os músculos uterinos contraem para empurrar o bebê. A futura mamãe sente o endurecimento do abdomen e a pressão do bebê sendo empurrado. Ela agora está em trabalho de parto ativo.

Durante *esta fase*, as contrações continuam com intervalos de 3 a 5 minutos e duram 45 a 60 segundos. A pressão começa a aumentar, e em quatro ou cinco horas, a dilatação do colo do útero chega a 8 ou 9 centímetros. O feto chegou ao canal de parto e está prestes a entrar no mundo.

Cada mulher lida com essa fase de uma maneira diferente; algumas preferem andar, outras querem deitar. Seja qual for a posição mais confortável, o mais importante é tentar relaxar e poupar sua energia para a fase de transição.

A *fase de transição* – quando nasce o feto – é o final do segundo estágio do trabalho de parto. Durante essa fase, o colo do útero alcança a dilatação completa de 10 cm. As contrações para conseguir os últimos centímetros de dilatação são mais intensas. Mas, felizmente, essa fase também é mais rápida. Agora chegou a hora!

## Rumo ao mundo: 2º Estágio

Quando o colo do útero estiver completamente dilatado, a mulher sente uma grande vontade de fazer força e empurrar (veja a Figura 15-3). Durante todo o trabalho de parto, as contrações dos músculos uterinos empurraram o feto pelo canal de parto. Agora, a futura mamãe sente o feto dentro da vagina, pressionando contra os ossos pélvicos, reto ou a bacia. O feto está saindo e a gestante quer contrair os músculos esqueléticos para ajudar a expelir o feto.



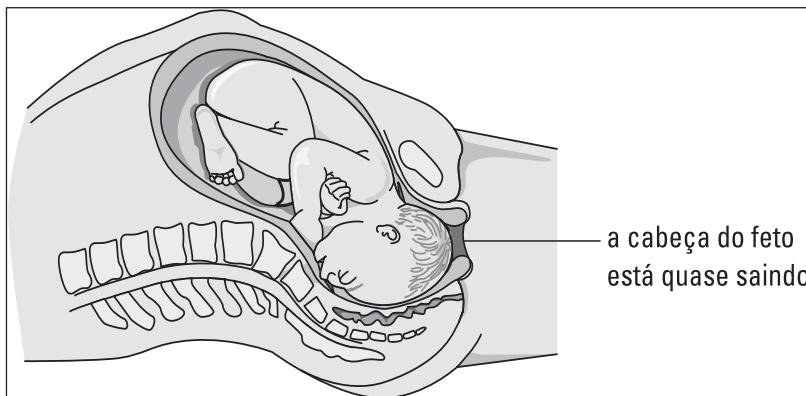
Nesse momento, o médico geralmente pede que a mulher pare de fazer força e verifica se o colo do útero realmente está completamente dilatado, evitando possíveis lacerações caso ainda não esteja dilatado. Eu sei que eles são bem-intencionados, mas é quase impossível resistir àquela vontade de empurrar! A mamãe se esforça e se contorce para conter o feto, mas está na hora.

Essa última fase não costuma demorar muito. Geralmente, depois de uma hora que começa a vontade de fazer força, a mamãe já está com seu bebê nos braços. Quando chega a hora de fazer força, o médico e enfermeiras definem o avanço em posições. A contagem regressiva acompanha a passagem do feto pela vagina. O feto entra no canal de parto na posição -5. A posição “- 1” significa que o feto está no meio do caminho. “Posição + 2” significa que está quase nascendo, talvez mais 3-4 contrações.. Posição +5 é a última posição quando a cabeça deve sair.



Fazer força durante o parto parece um pouco com o esforço que fazemos para evacuar, só que neste caso você geralmente está numa posição inclinada, com o queixo no peito e suas pernas abertas. A gestante pode até pensar, “hmm...não foi nessa posição que tudo isso começou uns 9 meses atrás?” Porém, é mais provável que ela se concentre, conte até 10 e com mais um grande esforço consiga expelir a cabeça do feto da vagina. Nesse ponto, o médico interrompe novamente para remover sangue, muco e líquido amniótico da boca e do nariz do bebê. De repente, mais uma contração, e o corpo também sai. O feto agora é um bebê que respira sozinho pela primeira vez na vida.

**Figura 15-3:**  
O segundo  
estágio do  
parto: o  
nascimento  
do feto.



*LifeART®, Super Anatomy 1, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

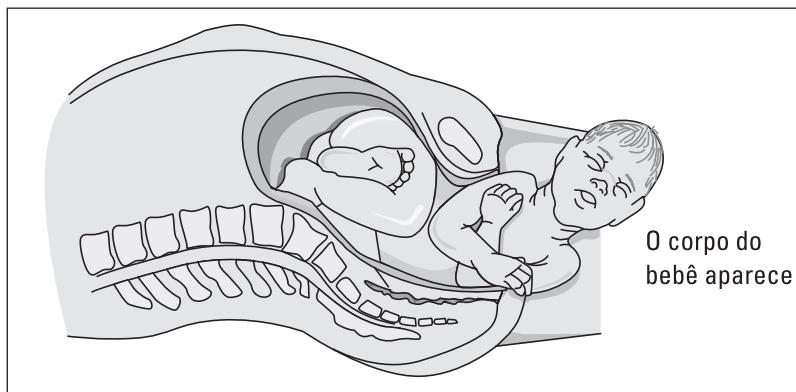
## *Uma faxina geral: 3º estágio*

É assim mesmo, o parto é um pouco sujo. Junto com o bebê sai um pouco de líquido e sangue, e às vezes, urina e fezes da mãe. Mas espera antes de começar a limpar tudo! Logo depois do nascimento, o cordão umbilical do bebê é cortado e amarrado. O bebê agora está completamente separado da mãe e logo terá um lindo umbigo.

Durante o tempo em que permaneceu no útero, primeiro como embrião e depois como feto, o bebê usava a placenta para obter anticorpos, alimentação, e trocar restos e gás carbônico por nutrientes e oxigênio. O sistema circulatório e os intestinos agora tomam o lugar da placenta e do cordão umbilical. Como o bebê não está mais conectado a sua mãe, ele precisa desenvolver seu próprio sistema imunológico. Ele também precisa respirar, beber, comer, urinar e defecar sozinho.



Depois do nascimento do bebê (figura 15-4), as contrações uterinas continuam para descolar a placenta da parede do útero. Uns 15 minutos depois do nascimento do bebê, a placenta também sai. Mesmo depois da saída da placenta, as contrações uterinas continuam. Essas contrações - que são mais notáveis logo depois do parto e vão diminuindo ao longo de uma semana - ajudam o útero a voltar ao seu tamanho normal, e expelem os últimos restos de sangue e coágulos.



**Figura 15-4:**  
Feto saindo.

*LifeART®, Super Anatomy I, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins*

## Esforçando para não forçar

Para mim, essa foi a parte mais difícil do parto. É muito difícil não fazer força quando essa vontade é tão forte. E não deixar o feto continuar o seu caminho coloca uma pressão enorme sobre o reto e períneo. Durante meu parto normal, eu sentia uma sensação

ardente enquanto segurava a minha vontade de fazer força. Acho que essa ardência era a minha pele rasgando. Não demora muito tempo para o médico limpar as vias aéreas do bebê, mas quando você está no meio do parto parece uma eternidade.

### *Um começo difícil*

Uma gestação tranquila nem sempre garante um parto tranquilo, e uma gestação complicada também não significa que o parto será difícil. Apesar dos problemas que podem ocorrer, a maioria das gestações a termo resulta num bebê saudável, sem causar complicações para a mamãe. Os dois problemas mais comuns que podem acontecer antes e depois do parto são

#### *Distúrbio do ritmo cardíaco fetal*

Ao chegar à sala de parto, a mãe recebe uma faixa elástica em volta da barriga, que está conectada a um monitor. Esse dispositivo mede o ritmo cardíaco do feto e a frequência e intensidade das contrações. Se as contrações causarem a redução do ritmo cardíaco do feto, e o ritmo não se recuperar, o feto tem um distúrbio do ritmo cardíaco. Isso quer dizer que o feto não está lidando bem com o estresse do parto e talvez esteja com falta de oxigênio.

Pode ser que o feto esteja passando por algum distúrbio no ritmo cardíaco e precise nascer mais rápido do que o parto normal permite. Nesse caso, o parto pode ser feito através de uma cesariana, ou outras intervenções necessárias para ajudar a mãe durante o parto. A desidratação afeta a circulação sanguínea, o que pode afetar o feto, então às vezes, a mãe precisa de fluidos adicionais, administrados intravenosamente, para melhorar a situação. Se a mãe estiver com falta de oxigênio, o uso de uma máscara de oxigênio pode melhorar o trabalho de parto. Às vezes, o estresse do feto pode ser aliviado se a mãe se levantar ou mudar de posição um pouco.

#### *Hemorragia materna*

Sempre há sangramento depois do parto, tanto no parto vaginal como na cesariana. O útero continua suas contrações depois do parto para eliminar restos de sangue e fechar os vasos sanguíneos. Normalmente, o sangramento para depois de 7 dias. Porém, se o útero não contrair depois do parto, o sangramento pode ser excessivo. Essa condição se chama de *atonia uterina* (atonia quer dizer sem tônus, como o tônus muscular) e pode acontecer se

alguma parte da placenta permanece no útero depois do parto, ou se tiver alguma infecção no útero ou depois do parto de dois ou mais fetos.

Para estimular as contrações do útero, a enfermeira pode massagear o abdômen na altura do útero. Também há remédios, como a oxitocina, que causam contrações uterinas. Se a causa da atonia uterina for a retenção de algum tecido placentário, esse tecido pode ser removido manualmente ou através de dilatação e curetagem.

Em casos muito raros, o útero pode se inverter (virar do avesso) durante o parto, o que também causa hemorragia.

## *O Desenvolvimento ao Longo da Vida: O Verdadeiro “Pós Parto”*

O nascimento é o começo de uma vida cheia de mudanças. Veja só como as pessoas idosas mudaram desde que eram crianças. As mudanças e desenvolvimentos fazem parte da nossa vida.

### *Começar do zero: A infância*

As crianças crescem e se desenvolvem muito rapidamente. Muitos desenvolvimentos que começaram durante a fase embrionária ainda continuam. Por exemplo, o cérebro começou a se desenvolver na terceira semana da gravidez, mas continua se desenvolvendo durante os primeiros anos de vida. E mesmo depois que completa seu desenvolvimento, as conexões nervosas continuam se modificando ao longo da vida. O sistema esquelético também começa a se desenvolver durante a fase fetal, mas o crescimento ósseo — o aumento dos ossos — continua até uns 20 anos. E a substituição das células ósseas e tecidos continuam durante toda sua vida. Mesmo com os órgãos e sistemas prontos e em funcionamento quando o bebê nascer, a maioria dos órgãos continua crescendo até o final da adolescência.

Os órgãos reprodutores dos meninos e meninas permanecem num estado de animação suspensa até o começo da puberdade. (Veja as seções seguintes para ler mais sobre a puberdade e adolescência.) Os espermatócitos estão presentes nos testículos dos meninos, mas o esperma não amadurece até começar a puberdade. Os óócitos já estão presentes nos ovários das meninas, mas não amadurecem ou são liberados até começar a puberdade. O desenvolvimento das mamas nas meninas só acontece na puberdade. Os meninos são capazes de ter ereções desde que nascem, mas são incapazes de reproduzir até o esperma amadurecer. O tecido muscular aumenta durante a infância, por

isso a atividade física é tão importante para crianças. Crianças entre 7 e 12 anos precisam diariamente de uma ou duas horas de atividades físicas.

## Penando pela puberdade

“Foi o melhor dos tempos, foi o pior dos tempos...” Acho que Charles Dickens não estava se referindo à adolescência quando ele escreveu essa frase inicial do livro *“Um conto de duas cidades”*. Mas para muitas pessoas, essa frase se encaixa muito bem para resumir sua adolescência. Durante a nossa adolescência, tanto a saúde como os hormônios estão no auge.

Os surtos de crescimento são comuns na puberdade e adolescência. Os ossos crescem, a massa muscular aumenta e alcançamos quase o nosso tamanho adulto. Mas as principais mudanças que ocorrem durante a adolescência são as que estão ligadas ao desenvolvimento dos sistemas reprodutores.

Durante a puberdade os sistemas reprodutores dos homens e mulheres amadurecem e estão prontos para a reprodução. Nas meninas, a puberdade geralmente acontece entre 11 e 13 anos de idade; nos meninos, ocorre entre 14 e 16 anos de idade. Nessa fase da vida os ossos param de crescer, atingindo sua altura adulta. Quando as placas epifisárias nas extremidades dos ossos compridos (como do fêmur) fecham, não há mais crescimento (veja o capítulo 4). No final da adolescência termina a puberdade e o menino ou menina geralmente se adaptou aos novos níveis hormonais. Porém, os níveis dos hormônios sexuais estão no auge, estimulando a vontade de casalar.



Os hormônios produzidos durante a puberdade podem causar uma fase de reajuste tanto para as mulheres como para os homens. O surto de hormônios pode causar a acne; como os hormônios também afetam o cérebro, o aumento hormonal pode resultar em mudanças de humor.

### Puberdade feminina

Nas meninas, começam os ciclos ovarianos e uterino (veja o capítulo 14), que é sinalizado pelo começo da menstruação. Quando a menina começa a ovular ela pode engravidar. A *mama* da mulher, uma glândula que fornece leite — e o que define os humanos como mamíferos — desenvolve-se durante a puberdade.

A mama contém uns vinte lóbulos, com alvéolos que levam até os ductos. Os ductos convergem no mamilo. Dentro dos alvéolos estão as células que produzem leite. Durante a puberdade, os lóbulos e ductos se formam e o tecido adiposo é depositado embaixo da pele para proteger os lóbulos e ductos e formar a mama. Durante a gravidez, os hormônios aumentam o número de células que produzem leite e aumentam também o tamanho dos lóbulos e ductos.

Quando a criança nasce, a hipófise começa a secretar o hormônio prolactina, que estimula a produção do leite para iniciar a lactação. A lactação continua enquanto a criança mamar regularmente. A amamentação estimula os nervos no mamilo que terminam na aréola (a região mais escura em volta do mamilo). Esse impulso nervoso vai até o hipotálamo, que faz a hipófise secretar oxitocina. A oxitocina não é somente o hormônio responsável pelas contrações uterinas durante o parto, mas também pelas contrações dos lóbulos na mama que fazem o leite entrar nos ductos. Durante a amamentação a criança mama através do mamilo o leite que está nos ductos.

Outras mudanças que ocorrem nas mulheres durante a puberdade incluem o crescimento de pêlos na *axila* (sovaco) e *região pubiana*, e a distribuição de gordura de acordo com o padrão feminino: uma quantidade maior no quadril, nas coxas e nos seios.

### ***Puberdade masculina***

Os meninos começam a desenvolver espermatozoides regularmente durante a puberdade, o que também estimula a produção de testosterona. A testosterona tem vários efeitos, como o crescimento de pelos faciais e no peito, o desenvolvimento muscular, o crescimento de pelos na axila e virilha, e tornar os pelos nos braços e pernas mais escuros e grossos. As cordas vocais crescem, deixando a voz mais profunda, e o pênis e testículos aumentam de tamanho. Os homens também desenvolvem ombros mais largos e quadris mais estreitos do que as mulheres. Essas características do sexo masculino se desenvolvem ao longo de vários anos durante a puberdade.

## ***Crescendo e deteriorando***

A fase adulta começa a partir dos 20 anos e continua até a morte. Os adultos concluíram todo seu crescimento e (geralmente) são capazes de reproduzir. Depois de terminar de crescer, a necessidade calórica diminui, e a atividade física geralmente também. Por isso os adultos precisam consumir menos calorias ou gastar mais energia para evitar ganhar peso.

Depois de anos de consumo excessivo de calorias e falta de exercício, o peso adicional começa a afetar os sistemas do corpo. A Tabela 15-1 mostra algumas mudanças que afetam os sistemas do corpo, causadas pelo envelhecimento.

**Tabela 15-1 Mudanças nos sistemas do corpo causadas pelo envelhecimento e suas consequências para a saúde**

<b>Sistema do corpo</b>	<b>Mudança</b>	<b>Implicações</b>
<b>Sistema circulatório</b> (veja o capítulo 9)	Coração aumenta o depósito de gordura dentro e em torno do músculo	Risco maior de trombose e parada cardíaca
	Válvulas cardíacas engrossam e endurecem	Varizes
	Batimentos do coração em repouso diminuem	
	Batimento máximo diminui	
	Capacidade de bombeamento diminui	
	Paredes arteriais acumulam placa e são menos flexíveis	
<b>Sistema digestório</b> (veja o capítulo 11)	Perda de dentes	Risco maior de hérnia do hiato, azia, úlceras pépticas, constipação, hemoroidas e cálculos na vesícula biliar
	Redução da peristalse	
	Diverticulite	
	Fígado precisa de mais tempo para metabolizar álcool e drogas	Índice maior de câncer do cólon e do pâncreas em idosos
<b>Sistema endócrino</b> (veja o capítulo 8).	As glândulas diminuem de tamanho com a idade	Podem ocorrer distúrbios na tireoide e diabetes
<b>Sistema imunológico</b> (veja o capítulo 13).	O timo diminui com a idade	Risco de câncer aumenta
	A quantidade e eficácia dos linfócitos T diminuem com a idade	Infecções são mais frequentes nos idosos
		Aumento de doenças autoimunes (como a artrite)

*(Continua)*

<b>Sistema do corpo</b>	<b>Mudança</b>	<b>Implicações</b>
<b>Sistema tegumentar</b> (veja o capítulo 6).	As células epidérmicas são substituídas com menos frequência	A pele fica mais solta e enruga Mais sensível ao frio
	As fibras na derme engrossam e contêm menos colágeno e são menos elásticas	Corpo é menos eficiente em se adaptar a aumentos de temperatura
	O tecido adiposo no rosto e nas mãos diminui	Cabelo embranquece e a pele fica mais pálida
	Há menos vasos sanguíneos e glândulas sudoríparas	O cabelo fica mais fino
	Redução de melanócitos	
	Redução da quantidade de folículos pilosos	
	Redução em massa e força muscular	A redução de mitocôndria diminui a resistência
	Deterioração do tecido muscular que é substituído por tecido conjuntivo ou gordura	Mudanças no sistema cardiovascular ou nervoso podem diminuir a função
<b>Sistema muscular</b> (veja o capítulo 5).	Menos mitocôndrias nas células musculares	
	Reduções no sistema cardiovascular e/ou nervoso	
<b>Sistema nervoso</b> (veja o capítulo 7).	Células no cérebro morrem e não são substituídas	Redução na capacidade de aprendizado, memória e raciocínio
	O córtex cerebral diminui	Reflexos ficam mais lentos
	Redução na produção de neurotransmissores	Idosos podem desenvolver o mal de Alzheimer

(Continua)

<b>Sistema do corpo</b>	<b>Mudança</b>	<b>Implicações</b>
<b>Sistema reprodutor</b> (veja o capítulo 14).	Mulheres: a menopausa ocorre entre 45 e 55 anos de idade e causa o fim dos ciclos ovariano e uterino, interrompendo a ovulação e a produção de estrogênio e progesterona.  Homens: depois dos 50 anos, possível redução no nível de testosterona; aumento da próstata, redução na produção de esperma.	Enrugamento da pele, osteoporose e risco maior de sofrer uma parada cardíaca  Problemas vasculares (e outros problemas) podem causar impotência nos homens
<b>Sistema respiratório</b> (veja o capítulo 10)	Capacidade de respiração diminui  Troca de gases e volume do pulmão diminuem por causa do engrossamento dos capilares, perda de elasticidade nos músculos da caixa torácica	Aumenta o risco de infecções como a pneumonia
<b>Sistema esquelético</b> (veja o capítulo 4).	Calcificação e endurecimento da cartilagem, enfraquecimento dos ossos  A reabsorção óssea é mais rápida do que a produção óssea	Aumenta o risco de osteoporose Recuperação mais demorada em caso de fraturas
<b>Sistema urinário</b> (veja o capítulo 12).	Redução no tamanho e função dos rins  Redução da capacidade da bexiga  Aumento da próstata nos homens	Risco maior de cálculos renais  Incontinência  Frequência de micção aumenta  Risco maior de infecções no trato urinário



Eu sei que é uma lista bem grande de mudanças que ocorrem ao longo do envelhecimento. Uma alimentação saudável, a prática regular de exercícios e a hidratação adequada podem evitar muitas dessas mudanças. A maioria dos problemas que ocorre a partir da meia idade é o resultado de más escolhas que fizemos na adolescência ou durante a nossa vida adulta. Fumar, comer em excesso, falta de exercício e falta de lazer podem causar problemas mais graves depois: doença cardíaca, câncer e o diabetes são as doenças mais comuns.

O desenvolvimento do ser humano é um processo impressionante. A vida realmente é um presente e um milagre. Aprecie este presente e cuide bem de você mesmo para poder vivenciar todas as oportunidades que o seu corpo oferece. O Capítulo 16 “10 dicas para manter o seu corpo saudável” oferece algumas dicas para formar hábitos saudáveis.

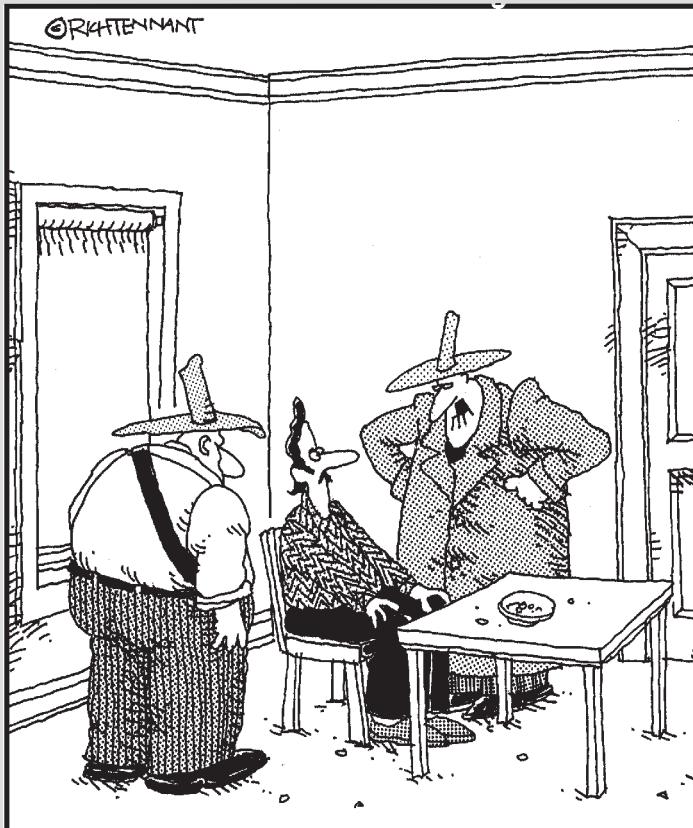


# Parte V

# A Parte dos Dez

A 5<sup>a</sup> Onda

Por Rich Tennant



"O Pedro já deu aula de fisiologia, então se você quiser preservar sua arcada zigomática ou margens alveolares, é melhor falar logo."

## *Nesta parte... .*

**N**esta parte do livro, você encontra uma das grandes vantagens da série *Para Leigos*®, uma lista com dez dicas essenciais. O capítulo 16 mostra dez excelentes sugestões para você cuidar da saúde do seu corpo — pense nisso como uma lista de manutenção para o proprietário. O capítulo 17 inclui dez sites excelentes que fornecem informações e recursos adicionais sobre os assuntos discutidos neste livro para você pesquisar a vontade. Apesar do conteúdo de alguns desses sites serem em inglês, há muitas ilustrações e informações úteis que podem servir como ponto de partida para quem quer saber mais. Vale a pena conferir estes sites! Espero que você aproveite as dicas e sugestões.

## Capítulo 16

# Dez Dicas para Cuidar da Saúde do Seu Corpo

### **Neste capítulo**

- Atender as demandas do seu corpo
- Como prevenir problemas

**S**e você tem carro, você certamente verifica o óleo regularmente e faz uma revisão periódica para trocar os filtros. Você cuida da manutenção para garantir que a máquina que transporta o seu corpo não deixe você na mão. Mas que tal aquela outra máquina — o seu corpo? Com os devidos cuidados e manutenção, seu corpo pode durar muito mais do que qualquer carro. Aqui segue uma lista com dez dicas para você preservar a sua máquina. As dicas não estão organizadas em ordem prioritária — cada dica é importante.

## *Beber Água*

Manter o seu corpo hidratado é essencial para sua saúde e não há nada melhor do que beber água. Café, chá e refrigerantes que contêm cafeína e que funcionam como diurético. Apesar da sua forma líquida, essas bebidas não contribuem para manter o seu corpo hidratado. A sede é a forma de seu corpo avisar que você precisa de mais água para manter a hidratação dos seus tecidos, o fluxo do sangue, o movimento das articulações, a remoção de restos e o funcionamento do metabolismo. O consumo de bebidas cafeeinadas atrapalha este processo de hidratação. Mas entendo que beber só água é um pouco chato, então para variar podemos acrescentar um pouco de limão ou escolher bebidas descafeinadas. Outras formas de hidratar o seu corpo é tomar sopa ou comer frutas.

A falta de água no radiador do seu carro pode causar o superaquecimento do motor. Certo? A mesma coisa acontece no seu corpo. O suor contém água, e o seu corpo libera suor quando precisa se livrar de calor e reduzir a temperatura do seu corpo.

Se você estiver desidratado, o seu corpo tem dificuldade de regular a temperatura. A água também regula a pressão arterial. Quanto maior o volume de sangue — isso quer dizer, quanto mais líquido no sangue — maior a pressão arterial. Há uma conexão entre o volume de sangue e a pressão arterial. Se você estiver desidratado, o volume de sangue diminui, o que também reduz sua pressão arterial. Essa redução pode parecer boa, mas há outras considerações envolvidas. Quando a sua pressão arterial diminui, as artérias não precisam dilatar tanto para permitir o fluxo de sangue. A constrição das artérias aumenta a pressão arterial e pode causar dor de cabeça. (Você já reparou que quando você está desidratado demora mais para tirar sangue?)

Se a pressão nas artérias já é baixa, ela é mais baixa ainda nas veias — portanto, os resíduos permanecem no corpo durante mais tempo porque o sangue venoso demora mais para retornar ao coração. A desidratação também afeta a forma de seu corpo eliminar os produtos residuais: sua urina fica mais concentrada; isso quer dizer, diminui a quantidade de urina, e ela fica com uma cor mais escura (mais solutos, menos solvente). Além disso, as fezes endurecem (constipação), o que pode causar hemorroidas por causa do esforço maior para excretar as fezes endurecidas. Em vez de liberar água através da urina e fezes, o seu corpo preserva o que puder para executar as funções essenciais (como abastecer as reações metabólicas).

Ajude o seu corpo a manter o equilíbrio — beba uma quantidade de água suficiente. O que é suficiente? No mínimo 8 copos de água por dia. (Ou para quem quiser medidas exatas, 2 litros por dia.) Proteja o seu corpo. Leve uma garrafa de água e faça um brinde à sua saúde.

## *Comer Verduras (e Legumes e Frutas)*

Frutas e legumes. Verduras e frutas. Coma à vontade — a quantidade indicada é de pelo menos 3, 5 ou até 9 porções de frutas, legumes e verduras por dia. Esses alimentos fazem bem, e a maioria das pessoas não consome uma quantidade suficiente desses alimentos, o que significa uma falta de vitaminas, minerais e fibras. Para compensar, as pessoas tomam suplementos de multivitaminas e minerais ou acrescentam fibras ao suco de laranja. Mas se em vez de tomar uma pílula você comer as laranjas, você aproveita e consome vitaminas, minerais e fibras ao mesmo tempo.

As frutas, verduras e legumes oferecem vitaminas e minerais de forma natural, e na maioria dos casos, o corpo absorve melhor as vitaminas e minerais contidos nos alimentos do que aqueles contidos num comprimido. Por que essa insistência nas vitaminas e minerais? Os minerais são elementos inorgânicos — a fina flor dos elementos. Os minerais fornecem os átomos que formam as moléculas que o seu corpo precisa durante o metabolismo. As vitaminas também são fundamentais para o funcionamento do metabolismo, que fornece o combustível para o seu corpo. O seu corpo não é capaz de

produzir vitaminas, então precisa derivar as vitaminas das comidas que consumimos. Então por que não comer alimentos que contém vitaminas em vez de consumir comidas com um baixo valor nutritivo e em seguida complementar a sua alimentação com vitaminas? Faz sentido, né? E, além do seu valor nutritivo, as frutas, legumes e verduras contêm poucas calorias e gordura.

A fibra alimentar nas frutas e verduras contribui para o funcionamento do seu sistema digestório. A fibra mantém o seu sistema digestório em forma; exerce os músculos das paredes dos órgãos digestórios, e a passagem das fibras volumosas remove os produtos residuais do trato digestório. Se esses resíduos demorarem a sair do sistema digestório, eles podem danificar as suas células. As células danificadas podem sofrer alterações tornando elas cancerosas. O consumo diário de uma quantidade adequada de fibras pode prevenir certas formas de câncer, como o câncer de cólon. As fibras também dão uma sensação de satisfação e evitam que você sinta vontade de comer aquelas besteiras com pouco valor nutritivo. Comer fibras ajuda a controlar o seu apetite: quanto mais tempo você se sente satisfeita entre as refeições, mais fácil será resistir àquelas guloseimas.

Além de serem gostosas, as frutas e verduras são bonitas e coloridas – para que você ainda quer comer besteira?

## *Fazer Exercícios Regularmente (Não Esporadicamente)*

Quantas pessoas começam a malhar (ou entram para uma academia) com a intenção de fazer exercícios e entrar em forma. Mas depois de um tempo aquele entusiasmo passa e encontramos mil desculpas para não malhar. Como a nossa vida é uma correria só, é fácil não priorizar o exercício. Mas você precisa priorizar o exercício para realmente integrá-lo ao seu dia-a-dia (como tomar banho).

Talvez você já tenha a seguinte experiência: você pratica algum esporte ou costuma malhar na academia e sofre alguma lesão. Você faz um repouso para se recuperar. Mas o problema é depois retomar a sua rotina. Afinal, o sofá é bem mais confortável do que a esteira. Depois de um tempo você percebe uma falta de energia, cansaço e perda de forma e se anima para fazer uma caminhada. Você se sente melhor e volta a malhar para recuperar a forma. Mas, depois de malhar duro durante algumas semanas, você se machuca de novo e o ciclo continua.

É preciso romper este ciclo! Comece devagar para não correr o risco de se machucar e mantenha o seu ritmo. Inclua o exercício no seu dia-a-dia. Acorde, levante, escove os dentes, beba um copo de água e faça algum exercício. Depois você toma o seu banho. Pesquisas revelam que quem malha de manhã costuma manter uma rotina mais regular. Você precisa tornar o exercício um hábito. (Se é para

ter algum hábito, e todos nós temos hábitos, é melhor ter um que faça bem.)

O exercício aumenta o ritmo cardíaco, o que acelera a circulação sanguínea. Quanto mais rápida a circulação sanguínea, mais rapidamente o seu corpo elimina restos como o gás carbônico; portanto, você respira mais rapidamente para exalar o gás carbônico. A respiração acelerada também acelera a inspiração de oxigênio, aumentando a velocidade das reações metabólicas. Essa sequência de eventos explica por que o exercício aeróbico (usando oxigênio) queima glicose e gorduras. Ao remover o excesso de glicose e gordura do corpo, você reduz os efeitos negativos da diabetes e doença cardíaca.

A dilatação das artérias e estímulo do coração fortalecem o tecido muscular do seu sistema cardiovascular e evita a formação de placas e obstrução dos seus vasos sanguíneos. O exercício estimula a formação de músculos e tecidos ósseos, reduzindo ou evitando a perda desses tecidos mais tarde. Assim os seus músculos e ossos mantêm a capacidade de se movimentar. “Se não malhar, vai atrofiar!”

## *Usar e Abusar do Protetor Solar*

O uso de protetor solar é uma das melhores maneiras de evitar que os raios solares danifiquem a pele ou até causem o câncer de pele. O filtro solar protege contra a ação danosa da radiação ultravioleta (UV-A), que causa o envelhecimento prematuro da pele, e os raios UV-B, que podem causar câncer. A melhor maneira de impedir os danos da pele é evitar o sol completamente, mas precisamos do sol para algumas coisas. O sol ajuda o seu corpo a produzir vitamina D, que é necessária para desenvolver ossos fortes e manter o equilíbrio de cálcio e fósforo no corpo. A radiação solar também reduz a depressão em pessoas afetadas pelo transtorno afetivo sazonal (TAS). Mas, além dos poucos minutos diários necessários para alcançar esses benefícios, a radiação solar pode ser danosa. Não existe “o bronzeado saudável”. O bronzeado é o sinal de uma pele danificada, seja pelo sol ou por um dispositivo artificial. Use protetor solar o ano todo e não somente no verão ou quando você está na praia ou na piscina, ou quando você está curtindo um dia ao ar livre. Mesmo andando de carro ou sentado na janela, você está exposto à radiação solar. Compre um bom protetor solar e não se esqueça de reaplicá-lo várias vezes por dia quando você sair.

## *Dormir pelo menos Sete a Nove Horas por Noite*

Quase todo mundo gostaria de dormir mais. Porém, o sono não está fora do alcance da maioria das pessoas, mas é adiado enquanto assistimos televisão ou sobre carregamos a nossa agenda. Deixe de assistir televisão até tarde que você consegue encaixar mais algumas horas de sono. Como você sabe quantas horas de sono você precisa? Só dormindo! Resista a tentação de ligar a televisão — eu sei que você consegue, e aposto que vai até curtir! — e vá dormir assim que você ficar cansado. Quando você começar a bocejar, vá para cama e desligue o seu despertador! Eu sei que parece radical, mas confie em mim; você vai acordar, mesmo sem aquele alarme chato. Deixe o sono levar você e durma até você acordar sozinho.

Depois anote quanto tempo você dormiu. Se você realmente estiver com o sono atrasado, as primeiras noites você talvez durma mais horas do que normalmente precisaria para compensar pela falta. Mas se você continuar esse exercício durante algumas noites ou semanas, você vai começar a dormir e acordar num certo horário.

As horas de sono entre esses dois horários são a quantidade certa para você. Talvez você nem precise mais de despertador, e acordando sozinho sem se preocupar com dispositivos barulhentos você levanta com uma disposição maior. Você certamente vai se sentir descansado, energizado e pronto para enfrentar os desafios do seu dia-a-dia. Além de fazer ao seu corpo um grande favor.

O corpo precisa de sono para se recuperar. Uma grande parte da reparação celular e crescimento acontecem de noite enquanto você está descansando. Durante o dia, as células estão ocupadas metabolizando para fornecer a energia que você precisa. Mas elas também precisam de um intervalo para cuidar do seu próprio equipamento. Enquanto você dorme o cérebro recarrega suas energias. (Porém, não há explicação por que precisamos de sono.) O sono também permite a reparação das células e deixa você relaxar. A falta de sono causa cansaço e doença. A privação prolongada de sono pode causar a morte. O sono é fundamental para a saúde, e você pode conseguir a quantidade suficiente se você reduzir as suas atividades noturnas ou assistir menos televisão.

## *Relaxar*

Se você não consegue dormir suficientemente (veja a seção “Dormir pelo menos sete a nove horas por noite” neste capítulo), talvez o problema seja por que você não consegue relaxar. Eu tenho esse problema. Sempre achava que se sentasse para descansar e relaxar, estaria perdendo o meu tempo. Mas, com a idade, descobri que preciso relaxar para manter a minha energia. Se eu não relaxar, fico tão estressada que não consigo ser eficiente. Se eu reservar um

tempo para relaxar — nem que seja dez minutos para fechar os olhos e descansar — consigo recarregar as minhas energias e continuar as minhas atividades. Não há nada de errado com uma soneca, e nem precisamos cochilar duas ou três horas.

Sempre procuro encontrar pelo menos um momento para relaxar os músculos e aliviar a tensão; a minha saúde agradece. Eu percebo que fico menos “ligada” de noite e pego no sono com mais facilidade. Também tenho mais paciência com os meus filhos e meu marido e evito as dores lombares (o que acontece quando estou estressada).

O relaxamento também reduz a pressão arterial, o que é muito benéficial para quem sofre de hipertensão. Não relaxamos apenas os músculos esqueléticos, mas também os músculos lisos dos vasos sanguíneos e órgãos digestórios, o que pode reduzir o risco de vários problemas de saúde (como a hipertensão, diarreia e derrame). Cada pessoa relaxa de uma forma diferente; procure encontrar algo que beneficie você. Ouvir música clássica, ler um livro, tomar um chá (descafeinado, claro), fazer uma caminhada, deitar, praticar ioga, brincar com uma criança, passear com um cachorro, tomar banho ou fazer sexo são maneiras excelentes para relaxar. Procure relaxar e curtir as coisas simples da vida.

## *Comer Aveia e outros Grãos*

O consumo de aveia pode reduzir o colesterol no sangue, o que diminui o risco de contrair alguma doença cardíaca. Isso já deveria ser razão suficiente para comer aveia diariamente no café da manhã. Mas os grãos integrais também são uma excelente fonte de fibras, vitaminas do complexo B (que facilitam o seu metabolismo), vitamina E (que combate os danos celulares causados pela oxidação), e minerais. Os grãos integrais fazem bem a saúde. A aveia e grãos dão uma sensação de satisfação, ajudam a controlar o apetite e facilitam a vida de quem está de regime.

## *Lavar as Mão*s

Espero que lavar a mão já seja um hábito seu. Lavar as mãos é uma das melhores maneiras de evitar a contaminação por germes — aquelas pestes que causam doenças. É fácil pegar alguma bactéria ou vírus ao roer as unhas, esfregar as mãos nos olhos, colocar o dedo no nariz ou coçar a orelha. Todos esses hábitos introduzem as bactérias e vírus diretamente no seu sistema, através dos tecidos e orifícios dessas partes do corpo. Mãos sujas repassam os germes para outras pessoas ou objetos que outras pessoas tocarão.

Você pode usar antibióticos para combater as infecções bacterianas, mas em alguns casos os antibióticos são usados em excesso e perdem sua eficácia. Colabore com o uso responsável dos antibióticos: lave as mãos frequentemente para evitar repassar

infecções. Além de ser uma cortesia e ato sanitário, lavar as mãos faz bem a sua saúde e a saúde dos outros. Utilize bastante água quente e sabonete para lavar bem as mãos. Você também precisa dedicar pelo menos uns 20 a 30 segundos para realmente lavar bem as mãos – o tempo suficiente para cantar “Parabéns para você”. Só não cante muito alto nos banheiros públicos para não assustar os outros usuários.

E falando de banheiros públicos, evite ao máximo tocar nas superfícies. Para não pegar novos germes depois de lavar as mãos, use uma toalha de papel para fechar a torneira. E se não der para sair do banheiro empurrando a porta com o seu ombro, quadril ou pé, aproveite a toalha de papel para virar a maçaneta da porta. Tanta gente não lava a mão depois de ir ao banheiro que a maçaneta da porta do banheiro parece uma “selva” microscópica.

Se você estiver em algum lugar sem água (por exemplo, na rua ou trocando uma fralda suja no carro), existem vários produtos antibacterianos (lenços umedecidos, gel e loções) que podem ser usados quando for preciso. Mas no dia-a-dia, pesquisas comprovaram que o bom e velho sabão com água são tão eficazes em combater as bactérias como esses produtos antibacterianos caros.

Alguns cientistas também temem que o uso excessivo de produtos antibacterianos possa criar bactérias resistentes.

## *Fazer Autoexame nas Mamas ou Testículos*

Tanto os homens como as mulheres devem fazer autoexames mensais para detectar qualquer mudança ou caroço nos tecidos das mamas ou testículos. Os testículos se movimentam livremente dentro do escroto, então é fácil apalpá-los e verificar se há caroços ou tecido rígido. Apesar do câncer testicular ser muito mais raro do que o câncer de mama, não deixe de fazer esses autoexames regularmente. Quanto mais você conhecer o seu corpo, mais fácil será detectar mudanças.

O período mais indicado para fazer o autoexame nas mamas é uma semana depois da menstruação e é mais fácil fazê-lo durante o banho. Quando a pele está molhada, os dedos ficam mais sensíveis e escorregam sobre o tecido com maior facilidade. A mulher também pode fazer o autoexame enquanto estiver deitada. Muitas mulheres passam por mudanças fibrocísticas que deixam a mama mais ondulada, inchada ou sensível.

Geralmente, os cistos fibroides contêm líquido e se movimentam com mais facilidade dentro do seio, enquanto os tumores benignos ou malignos costumam ser mais sólidos e menos moveis. Porém, se você encontrar qualquer caroço ou mudança no tecido da mama

é importante consultar o seu médico. As mulheres devem fazer mamografias regularmente a partir dos 35 a 40 anos.

## *Fazer Exames Preventivos Regularmente*

Você e o seu médico são uma equipe que trabalham juntos para cuidar da saúde do seu corpo. É sempre mais fácil (e muito mais barato) prevenir a doença do que diagnosticá-la e tratá-la. Mas, mesmo se você tiver alguma doença, não se desespere! Com atenção médica adequada e sua colaboração e esforço (como tomar o remédio receitado e seguir as dicas nesta lista), a maioria das doenças pode ser curada ou controlada. O corpo possui uma capacidade fantástica de se curar, e com a ajuda do seu médico, você pode retomar, melhorar ou manter sua saúde. Anote as suas consultas médicas e guarde todas as informações sobre exames, vacinas, remédios receitados, e sugestões e orientações do seu médico.

Assim, você e seu médico podem periodicamente reavaliar os seus dados e notar se tiver alguma mudança; um plano de ação bem-elaborado é a melhor forma de se proteger se defender contra a doença.

## Capítulo 17

# Sites Excelentes Sobre Anatomia e Fisiologia

### **Neste capítulo**

- A internet como recurso sobre anatomia e fisiologia
- Pesquisar e aprender mais sobre o corpo humano

**S**e você estiver interessado em biologia e fascinado pelo corpo humano, dê uma olhada nesses sites que achei na internet. Claro que há muito mais sites sobre anatomia na internet, mas achei esses, bastante interessantes para alguém que está começando a aprender mais sobre o corpo humano. Apesar de algumas partes desses sites estarem em inglês, espero que sejam uma excelente ferramenta para “encorpar” o seu conhecimento de anatomia.

## *Anatomia e Fisiologia Humana*

[www.afh.bio.br](http://www.afh.bio.br)

Anatomia e Fisiologia é um site destinado a estudantes do ensino médio e universitários que estão aprendendo estas matérias. Organizado, de fácil navegação e com explicações claras e objetivas que fazem uso de recursos visuais, o site proporciona um melhor entendimento de toda a estrutura dos sistemas do corpo. Além disso, uma loja disponibiliza aos internautas materiais sobre diversos assuntos como Biologia, Fisiologia, Farmacologia, Anatomia, entre outros, de forma totalmente didática e clara. O site também apresenta artigos específicos sobre sexo, colesterol e diversos temas da área de saúde, além de materiais de apoio de diversos professores.

## Anatomia Humana

<http://www.anatomiaonline.com/>

Este site oferece um material sobre a anatomia humana e seus derivados. Por meio de explicações e exemplos visuais, o site é de fácil navegação e entendimento. Entre os temas abordados encontram-se Angiologia, Tomografia, Dissecção e Anatomia geral. O site traz alguns diferenciais, como uma seção com vídeos e animações e uma seção de fotos de dissecação para um melhor esclarecimento.

## Merck

[http://www.msd-brazil.com/msdbrazil/patients/br\\_patients\\_index.html](http://www.msd-brazil.com/msdbrazil/patients/br_patients_index.html)

A empresa farmacêutica multinacional Merck Co. oferece excelentes recursos sobre a saúde em português. O site inclui dados sobre as principais doenças e suas causas e sintomas, com dicas para a prevenção e tratamento. Além de informações descritivas, o site oferece ferramentas interativas como um teste para avaliar o seu risco coronariano. Outros recursos úteis incluem vídeos, referências, glossários, materiais para download, boletins e muita informação.

## Anatomia Humana — Laboratório de Anatomia

<http://laboratoriodeanatomia.blogspot.com/>

Neste blog escrito de forma simples, são disponibilizados jogos, testes, apostilas e artigos sobre Anatomia e Fisiologia humanas, além de dicas de livros e publicações sobre o tema.

## Sociedade Brasileira de Anatomia

<http://www.sbanatomia.org.br/index.php>

Site institucional da Sociedade Brasileira de Anatomia. Engloba cursos, palestras, eventos, prêmios, publicações voltadas para a Anatomia, links de bibliotecas, entre outros.

## *Fisiologia HP*

<http://www.fisiologia.kit.net/>

O site Fisiologia HP possui um vasto material sobre fisiologia e biologia humanas. Entre os assuntos abordados encontram-se Bioquímica, Biologia Molecular, Fisiologia Cardiovascular e outros temas abordados por meio de recursos visuais que facilitam a compreensão do leitor. O site também disponibiliza uma seção com animações, referências, links e dicas de livros sobre o assunto.

## *Innerbody.com (em inglês)*

[www.innerbody.com](http://www.innerbody.com)

Innerbody.com oferece um guia da Anatomia Humana Online (Human Anatomy Online) com fotos dos sistemas do corpo. Cada foto mostra em grande detalhe todos os componentes do sistema. Ao passar o mouse sobre as imagens você pode testar o seu conhecimento. O site também oferece animações, imagens e descrições de quase todas as estruturas ou sistemas do corpo. É só ignorar a grande quantidade de anúncios e links pagos que aparecem.

## *Aula de Anatomia*

<http://www.auladeanatomia.com/>

Excelente site com resumos detalhados sobre os sistemas do corpo, generalidades, parte técnica, montagem de laboratórios, estudo dirigido, nomenclatura atualizada e muitas curiosidades. O site disponibiliza uma loja para aqueles que desejam adquirir produtos voltados para a área de saúde, como mapas, apostilas e modelos anatômicos. Possui, ainda, bibliografia.

## *Atlas de Anatomia Humana 3d (em inglês)*

<http://www.visiblebody.com/>

Este é um dos melhores softwares de Anatomia humana disponíveis atualmente. O Argosy's Visible Body possui estruturas tridimensionais detalhadas e precisas do corpo humano, bem como estruturas anatômicas dos principais órgãos — e sistemas, sendo uma boa fonte de consulta para aqueles que necessitam de um auxílio visual. Embora seja gratuito, o site é todo em inglês e é necessário o cadastramento para utilizar o programa online.

## *Fisiologia e Biologia Geral*

<http://www.cynara.com.br/>

Site criado para dar suporte aos estudos em ciencias biológicas. Bem organizado e resumido, possui uma série de materiais que envolve a fisiologia, links, nomenclaturas, curiosidades, atualidades, e biologia em geral. O site possui explicações interligadas a imagens que facilitam o entendimento do tema abordado, além de videos e animações.

# Índice remissivo

---

## • A •

- Abdome 24  
abdução 87  
aborto espontâneo 290  
abstinência 290  
acetil-coenzima 33  
ácido cítrico 32  
ácido isocítrico 33  
ácido pirúvico 32  
acidose 36  
ácidos graxos 30, 171  
actina 95  
adeno-hipófise 164  
adenóides 258  
adução 87  
agente infeccioso 258  
AIDS 294  
Albumina 179  
alcalose 36  
Alérgenos 272  
Alergias 272  
algodão 17  
aliviar a tensão 328  
alterações hormonais 158  
alvéolos 203  
amamentação 270  
amenorreia 295  
aminoácidos 30  
Amniocentese 301  
ampuração 174  
anabólico 29  
anaeróbica 31  
Anáfase 44  
anafilaxia 272  
anatomia 11, 12, 18  
anatomistas 13  
anéis de Ranvier 142  
anemia falciforme 192  
aneurisma 195  
Anfiartroses 85  
Angiologia 332  
ângulo 22  
animais 16  
antagonístico 98  
Anterior 20  
anticoncepcionais orais 194  
anticorpos 171  
antígeno 266  
aorta 186  
apêndices 22  
apendicular 22  
Apófise estilóide 74  
Apófise mastóide 74  
apófise xifóide 106  
apresentação 268  
ar 17  
aréola 300  
artérias 11  
arteríolas 57, 188  
articulação sacroilíaca 81  
artrite 81  
asma 209  
astrócitos 140  
átomos 14  
atonia uterina 312  
ATP 32

Autodigestão 55  
axial 22  
axônio 142  
azia 304

## • B •

baço 26  
bactérias 35  
barreira 255  
barril 16  
base nitrogenada 40  
basófilos 262  
bastonetes 151  
batimentos cardíacos 171  
bexiga 245  
bicamada fosfolipídica 54  
bíceps 82  
bilhões de anos 16  
bílis 19  
bioengenharia 13  
bioengenheiros 13  
Biologia Molecular 333  
blastócito 302  
“blitzes” do sistema nervoso 162  
bocejar 327  
braço 12  
bradicinina 264  
braquial 23  
bronquíolos 203  
Bronquite 210  
bronzeado saudável 326  
bulbo 146  
bursite 85

## • C •

cabeças hidrofílicas 54

caça 256  
caçador 35  
cadeia transportadora 34  
calafrios 37  
cálcio 72  
Calcitonina 159  
calcitriol 124  
cálculos renais 251  
calvície 120  
camada córnea 116  
camada germinativa 116  
canais de Volkmann 69  
canal de parto 283  
canalículos 69  
Capítulos côndilo 82  
cápsula de Bowman 240  
carboidrato 33  
Carcinoma 128  
cápica 23  
cartilagem 26  
cartilagem articular 69  
cartilagem elástica 61  
cartilagem fibrosa 61  
cartilagem hialina 61  
carvão 35  
catabólico 29  
catástrofe 29  
Caudal 20  
cavidade cranial 24  
cavidades 20  
cavidade torácica 26  
cavidade ventral 26  
cavidade vertebral 24  
cefálica 23  
célula não-divisível 41  
células 17  
células cancerosas 255  
células da glia 63  
células de Langerhans 117

- células de Schwann 140  
células divisíveis 41  
células olfativas 152  
células reticulares 261  
células somáticas 41  
centro germinal 257  
centro respiratório 204  
cérebro 36  
cervical 23  
cianobactéria 118  
cianose 118  
ciclo de Krebs 32  
ciência 16  
cifose 67  
Cílios 38  
cintura 80  
circulação pulmonar 187  
circulatório 13  
cistos fibroides 329  
citocinese 46  
citoplasma 170  
citotóxicos 268  
Clamídia 293  
clavícula 106  
Clitóris 284  
Clivagem 302  
Coágulo 125  
cochilar 328  
código genético 49  
códon 47  
colesterol 231  
colite ulcerativa 234  
colposcopia 297  
coma espinafre 97  
comida 17  
compaixão 27  
Complexo de Golgi 53  
conchas nasais 200  
conduítes 256  
cones 151  
congestão 272  
conglomeração 17  
contaminação 19  
contração involuntária 62  
contrações 312  
coração 11  
cordão umbilical 270  
córnea 151  
corona radiata 289  
corpo 11, 17  
corpo lúteo 282  
cor pulmonale 211  
corpúsculos de Meissner 119  
corpúsculos de Paccini 119  
corpúsculos de Ruffini 119  
corrugador das sobrancelhas 102  
cortex 257  
Corticotrofina 159  
cortisol 170  
costelas 12  
creatina 96  
criptas de Lieberkühn 223  
criptorquia 288  
cromatina 40  
cromossomos 40  
cubital 23  
cutícula 121
- D •
- débito cardíaco 193  
decomposição 35  
Defendendo a sua saúde 259  
Degeneração 154  
dendritos 63  
dentes 219  
dentina 219  
departamento de defesa 255

- derrame 195  
descafeinado 328  
descoberta 13  
Descolamento da placenta 307  
desenho anatômico 20  
desidratação 58  
despolarizado 141  
Diabetes gestacional 306  
diabetes insípido 173  
Diabetes melito 173  
Diáfise 69  
diafragma 26  
diarreia 228  
Diartroses 85  
diastólico 193  
Diferenciação 302  
Difusão 56  
digerir 13  
dilatação das artérias 289  
dióxido de carbono 33  
disciplinas 16  
disco epifisário 71  
dispneia 214  
Distal 20  
distrofia muscular de Duchenne 44  
distúrbios 255  
diurético 323  
DNA 40  
doença de Huntington 44  
Doenças autoimunes 270  
dor abdominal 26  
Dorsal 20  
duodeno 222
- *E* •
- eclampsia 307  
ecosistema 35  
edema 194  
efetores 138  
eixo imaginário 26  
ejaculação 288  
eletrólitos 170  
elétrons 33  
embolia 194  
embrião 290  
embrioblasto 302  
emoção 27  
emulsificar as gorduras 228  
Endocárdio 183  
endocondral 71  
endométrio 300  
endometriose 295  
endotélio 189  
energia 17, 30  
enfisema 214  
engravidar 289  
entrelaçamentos neurofibrilares 155  
envelhecimento 326  
enzima helicase 42  
enzimas 17  
eosinófilos 262  
epidídimo 285  
Epífise 69  
Epigástrica 26  
epitelial 58  
epitélio cúbico 59  
equipamento genético 260  
erupções vulcânicas 16  
escamoso 59  
escápula 12  
Escherichia coli 225  
Esclerose 154  
escoliose 67  
escroto 285  
esfíncter 221  
esôfago 203  
espasmo muscular 112

- espécie 39  
esperma 277  
espermatozoides 285  
Espermicidas 292  
espinha do púbis 82  
espinha ilíaca 81  
esterilidade 295  
estímulos auditivos 150  
estômago 18  
estresse 171  
estruturas tridimensionais 333  
Eversão 87  
exame de Papanicolau 297  
exame de toque 296  
Excreção e urinação 14  
excremento 238  
exons 47  
explicações claras 331  
extensão 87
- **F** •
- fagocitose 117  
família 29  
fase de transição 309  
fase proliferativa 282  
fase secretora 282  
febre de feno 272  
fecundação do óvulo 290  
fêmur 83  
ferramentas interativas 332  
feto 71  
Fibras colágenas 60  
Fibras elásticas 60  
Fibras motoras 136  
Fibras reticulares 60  
Fibras sensitivas 136  
Fibrina 125  
fibrinogênio 179
- fibroblastos 60  
fibrocartilagem 72  
figado 26  
filamento complementar 42  
filamento de DNA 43  
filamento matriz 42  
Filtração 57  
filtro 57  
Fisiologia Cardiovascular 333  
Fisiopatologia 11  
flagelos 38  
flexão 87  
flora normal 256  
floresta 35  
fluído cerebroespinhal 148  
fluído intersticial 257  
fluído purificado 257  
folículos 278  
forame magno 76  
forasteiros 256  
forquilha de replicação 43  
fosfocreatina 96  
fosforilação oxidativa 30  
Fossa mandibular 74  
Fotorreceptores 149  
Fratura em galho verde 71  
Fraturas cominutivas 71  
Fraturas completas 71  
Fraturas compostas 71  
Fraturas impactadas 71  
Fraturas parciais 72  
Fraturas simples 72  
fumarato 33  
funções 17  
funções fisiológicas 13  
fungos 212  
fusos musculares 98

• **G** •

gameta 41  
gangrena 174  
gás carbônico 208  
gases 16, 304  
gasolina 30  
gastrina 169  
gastrocnêmio 110  
gêmeos univitelinos 304  
genes 29  
geologia 16  
geometria 22  
germes 256  
gestação 312  
glande clitoridiana 284  
glândula pituitária 36  
glândulas adrenais 138  
glândulas bulbouretrais 287  
glândulas sebáceas 122  
glândulas sudoríparas 122  
Glicocorticóides 160  
glicólise 30  
glossários 332  
glove 202  
Glucagon 160  
gônadas 171  
Gonorreia 294  
grãos integrais 328  
Gravidez ectópica 306

• **H** •

haversiano 69  
hemácias 69  
Hemorragia materna 312  
hemorroidas 324  
Herpes genital 293

hidrocarbonetos 30  
hidrogênio 16  
hióide 67  
hiperosmolaridade 174  
Hiperpolarização 142  
hipersensível 272  
hipertireoidismo 174  
hiperuricemia 88  
hipoderme 119  
hipófise 315  
Hipogástrica 26  
hipotálamo 36  
hipotireoidismo 174  
histamina 263  
histocompatibilidade 267  
histologia 12  
homeostase 29  
hormônio luteinizante 281  
hormônios 17  
Hormônios de amina 159  
hormônios esteróides 158  
Hormônios glicoprotéicos 159  
hormônios não-esteróides 158  
Hormônios peptídeos 159  
Hormônios protéicos 159  
humano 17  
humor vítreo 151

• **I** •

icterícia obstrutiva 231  
Ilíaca 26  
ílio 81  
impurezas 257  
imunoglobulinas 266  
imunológico 13  
imunossupressores 271  
Incompetência cervical 307  
incontinência 252

infarto miocárdico 195  
infecção fúngica 121  
Infertilidade 295  
informação genética 41  
inguinal 24  
injeções de Depo-Provera 291  
inoculações 269  
insulina 36, 122  
interfase 44  
interneurônios 138  
intramusculares 269  
ítrons 47  
Invaginação 283  
Invasores 264  
Inversão 87  
íris 41  
ísquio 81

## • J •

joanetes 84

## • K •

Krebs 30

## • L •

lábio mandibular 283  
lábio maxilar 283  
laboratórios 16  
lanugo 303  
laqueadura de trompas 292  
laringe 74  
Laringofaringe 201  
Lateral 20  
leito ungueal 121  
lentes de contato 13

linfa 256  
linfonodos 258  
língua 219  
linha Z 95  
líquido amniótico 301  
líquido intersticial 208  
Lisossomos 53  
lóbulos 260  
Lombar 26  
lordose 67  
lúnula 121  
lúpus eritematoso 270  
luz ultravioleta 43

## • M •

macieira 35  
macrófago 264  
macroscópica 12  
Mal de Alzheimer 155  
maléolo lateral 84  
maléolo medial 83  
mamário 24  
mandíbula 74  
manúbrio 78  
margaridas 35  
masseter 101  
materiais para download 332  
Meato auditivo externo 74  
Mecanorreceptores 149  
Medial ou Mediano 20  
médicos 13  
medula amarela 69  
medula espinhal 24  
medula vermelha 69  
megacariócitos 181  
Meiose 39  
Melanina 117  
melanócitos 41

melanoma 127  
membrana celular 38  
membranas pericárdicas 182  
membrana tectória 150  
menopausa 89  
menstruação 279  
mesencéfalo 146  
metabolismo 29  
Metáfase 44  
miastenia grave 270  
micção 237  
micelas 228  
microscópico 12  
microscópio 14  
microtubulares 38  
microvilosidades 224  
Mieloblasto 262  
minerais 35  
minimotores 17  
miofibrilas 62  
mitocôndria 32  
Mitose 39  
Mofo 210  
molares 219  
monócitos 264  
monte pubiano 284  
Morfogênese 302  
mórula 302  
mosaico fluido 54  
movimentos angulares 86  
movimentos circulares 87  
muco cervical 290  
musculares 17  
músculo bucinador 102  
musculoesquelético 38  
músculo frontal 102  
músculo grátil 108  
músculos iliopsoas 108  
músculo temporal 102

músculo trapézio 103  
músculo zigomático 102

## • N •

narinhas 200  
Nasofaringe 201  
néfrons 241  
Nervos cranianos 136  
Nervos espinhais 136  
nervo vestibulococlear 150  
neuroglia 63  
neuro-hipófise 164  
neurotransmissor 143  
neutrófilos 262  
Nitrogênio 206  
nível de glicose 37  
nível de pH 162  
nódulos linfáticos 60  
nutrientes 17

## • O •

obesidade 194  
occipital 23  
oftalmológico 23  
óleo 30  
óleos 255  
Ondas peristálticas 287  
oócito 282  
organela 47  
organismo 12, 14  
órgão copulador 288  
órgãos reprodutivos 26  
orifícios 258  
Orofaringe 201  
orquite 295  
Osmose 57

ossificação endocondral 71  
Osso esfenóide 74  
Osso esponjoso 70  
ossos 24  
ossos do carpo 68  
ossos tarso 68  
Ossos zigomáticos 75  
Osso vòmer 75  
osteoblastos 71  
osteócitos 71  
osteomalacia 124  
osteoporose 89  
ovários 171  
ovulação 281  
oxigênio 16  
oxitocina 315

## • P •

palato duro 75  
palmar 23  
palmas 20  
pâncreas 233  
pancreatite necrosante 233  
papilas dérmicas 119  
papilas gustativas 153  
parasitas 267  
partes 13  
parto ativo 309  
patela 83  
pectoral 24  
pedras nos rins 251  
pélvica 24  
pélvica-torácica 26  
penetração 289  
pênis 288  
Periférico 21  
Periósteo 70  
Permeabilidade 54

perna protética 13  
pH do sangue 36  
pigmentos biliares 239  
pílula do dia seguinte 291  
Placas amilóides 155  
placas de Peyer 258  
placas epifisárias 314  
placenta 301  
Placenta prévia 307  
planeta 16  
Plano frontal ou coronal 22  
Plano mediano ou sagital 22  
plano sagital 26  
Planos anatômicos 22  
Plano transversal 22  
plantas 16  
plaquetas 181  
pleuras 203  
Pneumonia 212  
Poeira 210  
poliartrite 271  
polimerase 42  
polpa vermelha 260  
posição anatômica 20  
Posterior 20  
Pré-eclampsia 307  
pré-molares 219  
pressão arterial 36  
pressão osmótica 57  
pressorreceptores 193  
prisão de ventre 229  
processo glicolítico 32  
Prófase 44  
projeções digitiformes 153  
prolactina 315  
Prona 20  
prostaglandinas 287  
próstata 252  
próteses 13

Protrombina 125  
Proximal 20  
puberdade 314  
punção espinhal 148  
punho 19  
pus 265

## • Q •

quadrantes 26  
quadris 81  
Quadris 13  
queratinização 116  
quimiorreceptores 204  
quimioterapia 296

## • R •

radiação ultravioleta 326  
rádio 82  
radioterapia 296  
raio-x 43  
raízes 18  
raiz histo 12  
raquitismo 124  
reação inflamatória 263  
reações químicas 16  
recipientes 16  
recursos visuais 331  
reflexo cremastérico 288  
região variável 266  
Relaxina 81  
replicação de DNA 41  
Repolarização 142  
reprodução assexual 39  
reprodução sexual 39  
reproduzir 13  
resfriado 255

Respiração anaeróbica 34  
respiração celular 30  
respiratório 13  
Reticulo endoplasmático 52  
retina 151  
retinopatia 174  
reumatismo 271  
revestimento dos órgãos 255  
ribossomo 47  
rinite 272  
RNA mensageiro 47  
RNA ribossômico 47  
RNA transportador 47

## • S •

sacos alveolares 203  
sacral 24  
sala de parto 312  
Sangramento 306  
sangue 11  
sarcômeros 62  
saúde 12  
sebo 123  
seções 20  
seções transversais 22  
secretina 169  
seda 17  
seios da face 38  
seios mastóides 75  
seios maxilares 75  
seios paranasais 75  
sêmen 287  
semilunar 83  
septo nasal 200  
Sífilis 294  
sinapse 143  
Síndrome de Klinefelter 295  
sinergia 99

síntese pública 106  
sinusite 73  
sistema circulatório 70  
sistema de Havers 69  
sistema digestivo 30  
sistema endócrino 157  
sistema somático 137  
sistema tegumentar 116  
sistólico 193  
sites sobre anatomia na internet 331  
sódio 193  
solidificação da lava 16  
somatotofina 160  
soneca 328  
sono atrasado 327  
subcutâneo 269  
suco gástrico 222  
sulco 46  
Superficial 20  
Supina 20

## • T •

tabagismo 194  
tabela periódica 16  
tábuas 95  
tampão de plaquetas 125  
tampão mucoso 308  
tear 12  
tecido 17  
tecido adiposo 119  
tecido conjuntivo 18, 59  
tecido epitelial 18  
tecido muscular 18  
tecido nervoso 18  
Tecidos estratificados 59  
Tecidos pseudoestratificados 59  
telecomunicação 51  
Telofase 45

temperatura corporal 36  
tempo para relaxar 328  
tenacidade intestinal 223  
teoria do filamento deslizante 96  
testa 74  
tíbia 108  
Timina 40  
timo 261  
timosina 261  
tireoglobulina 166  
tireóide 166  
tireóidite de Hashimoto 175  
Tomografia 332  
tonsilas 258  
 tônus muscular 98  
tórax 257  
tornozelo 68  
tosse produtiva 211  
trabalho 29  
trabéculas 72  
transcrição 47  
transporte ativo 56  
transporte passivo 56  
transverso abdominal 106  
traquéia 19  
tricarboxílico 32  
triglicerídeos 224  
triptofano 49  
trocanteres 83  
Tróclea 82  
trofoblasto 302  
Trombina 125  
trombócito 181  
trompas de Falópio 279  
tronco cerebral 144  
tubérculo 82  
tuberculose 213  
tuberosidade deltóide 82  
tuberosidades isquiais 81

túbulos seminíferos 285  
tumor 214  
tumores 27  
túnica externa 189  
túnica média 189  
túnica muscular 221

## • U •

úlcera 235  
Umbilical 26  
unidade 17  
uracila 46  
uréia 241  
útero 71

## • V •

Vacinas 269  
válvula pulmonar semilunar 186  
válvulas 11  
válvula semilunar da aorta 186  
válvula tricúspide 186  
varíola 270  
vasopressina 165  
vasos linfáticos 256  
vasos sanguíneos 11  
vasto intermédio 110  
vasto lateral 110  
vasto medial 110

veias subclávias 257  
Ventral 20  
ventrículos 11  
vénulas 57  
verniz caseosa 303  
Verrugas genitais 293  
vêrtebras 24  
vesícula 26  
vesícula biliar 227  
via glicolítica 32  
vida sedentária 89  
virilha 24  
vírus 258  
vitamina D 124  
vômito 228  
vulcões 16  
Vulva 283

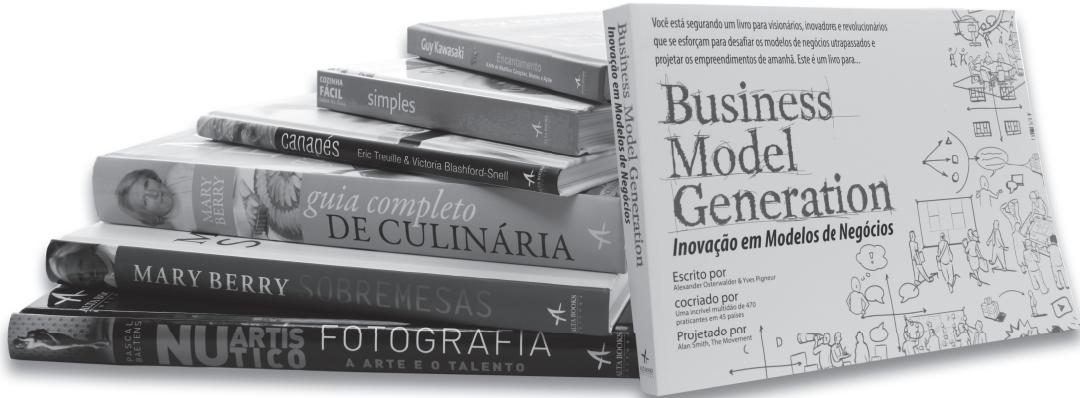
X

xifóide 78

Z

zigoto 290  
zinco 154  
zona H 95  
zona pelúcida 289

# Editora Alta Books



Livros sobre negócios, gastronomia, informática, fotografia, guias de viagens, idiomas, além das séries Para Leigos, Use a Cabeça!, Sem Mistério, Leia & Pense e Frommer's.



Acesse nosso site  
[www.altabooks.com.br](http://www.altabooks.com.br)  
e conheça nosso catálogo.

[www.altabooks.com.br/blog](http://www.altabooks.com.br/blog)

  
ALTA BOOKS  
EDITORIA



# O Desenvolvimento do Ser Humano

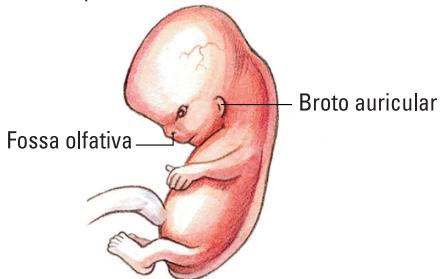
**Embrião com 5 semanas**  
Comprimento menor de 1.5 cm



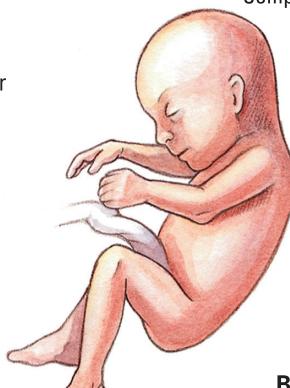
**Feto com 12 semanas**  
Comprimento em torno de 9 cm



**Embrião com 7 semanas**  
Comprimento em torno de 2.5 cm



**Feto com 21-25 semanas**  
Comprimento 28-38 cm



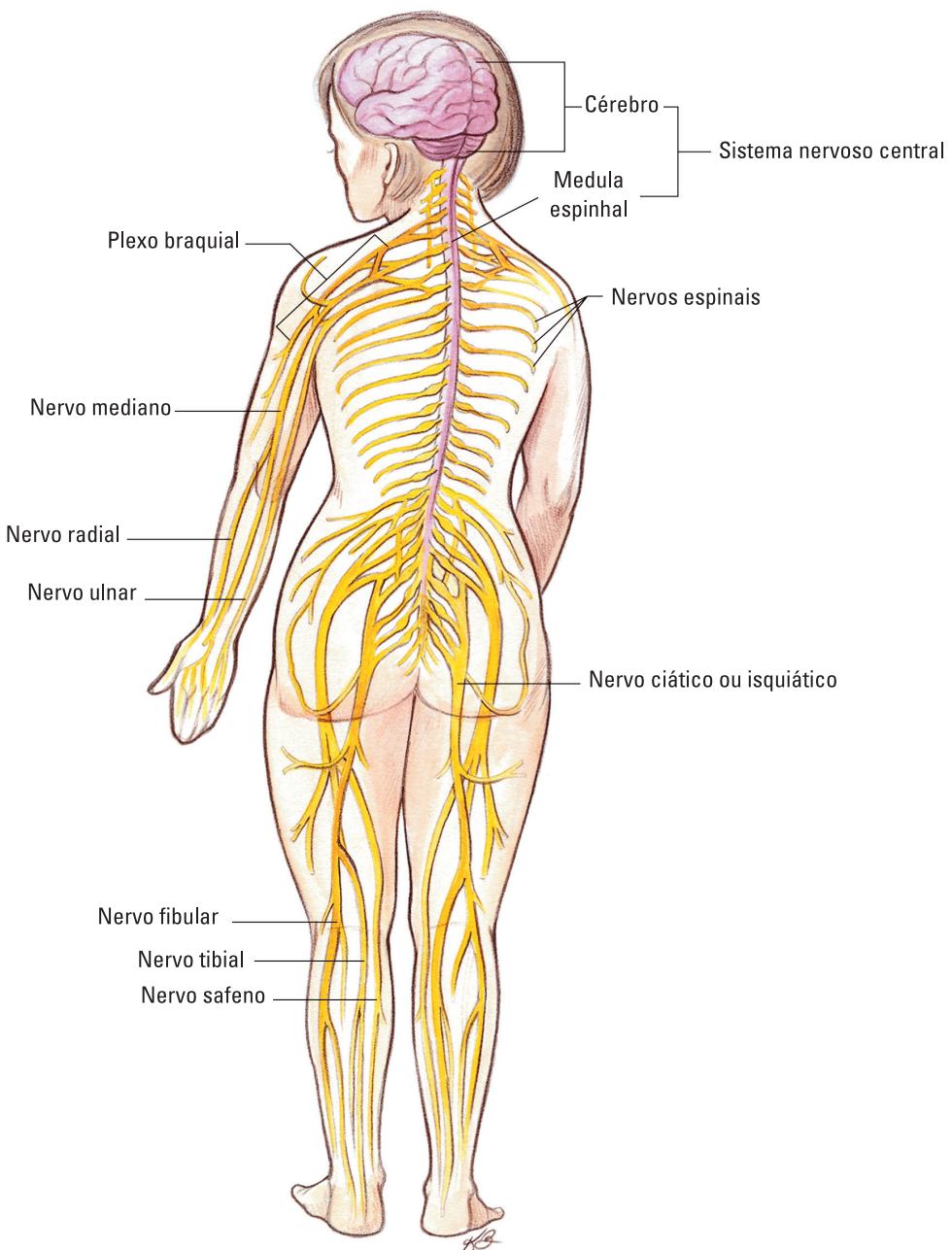
**Feto com 9 semanas**  
Comprimento em torno de 7.5 cm



**Bebê ao nascer**  
35-38 semanas  
comprimento 53 cm

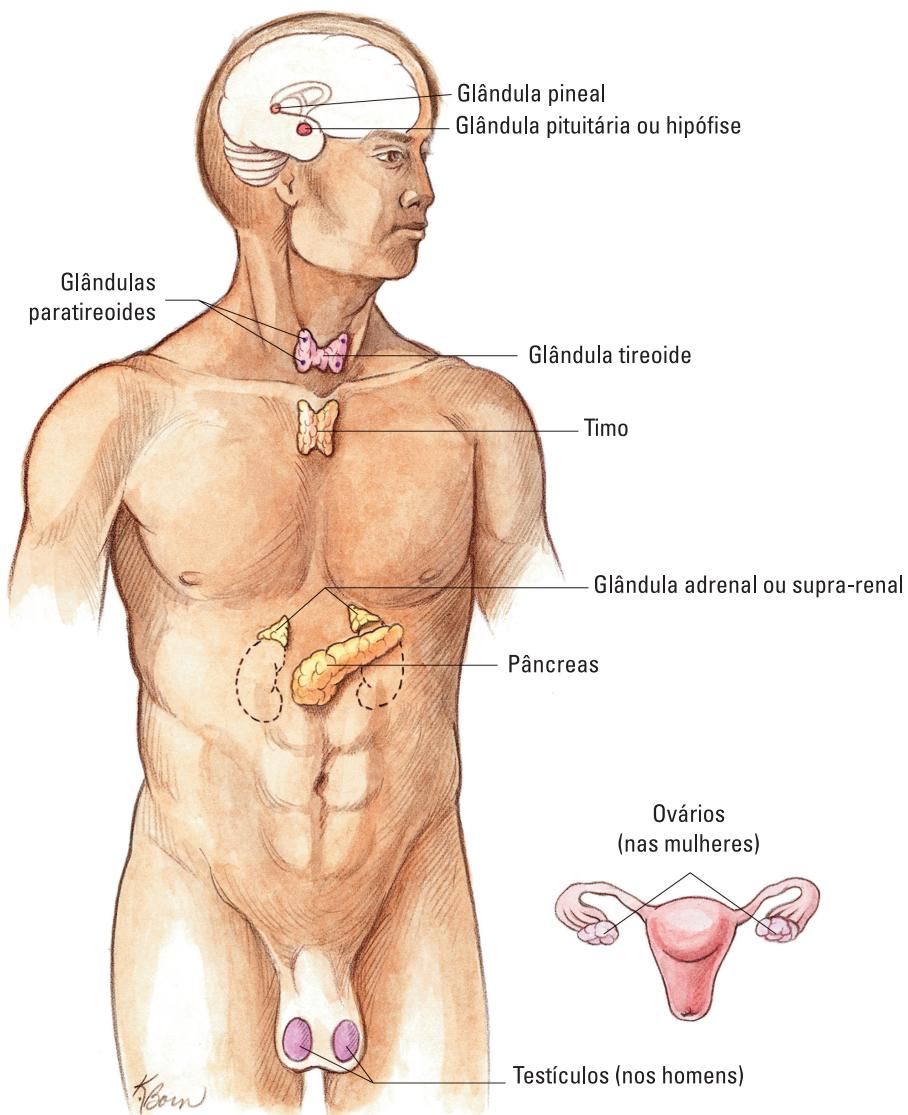


# O Sistema Nervoso

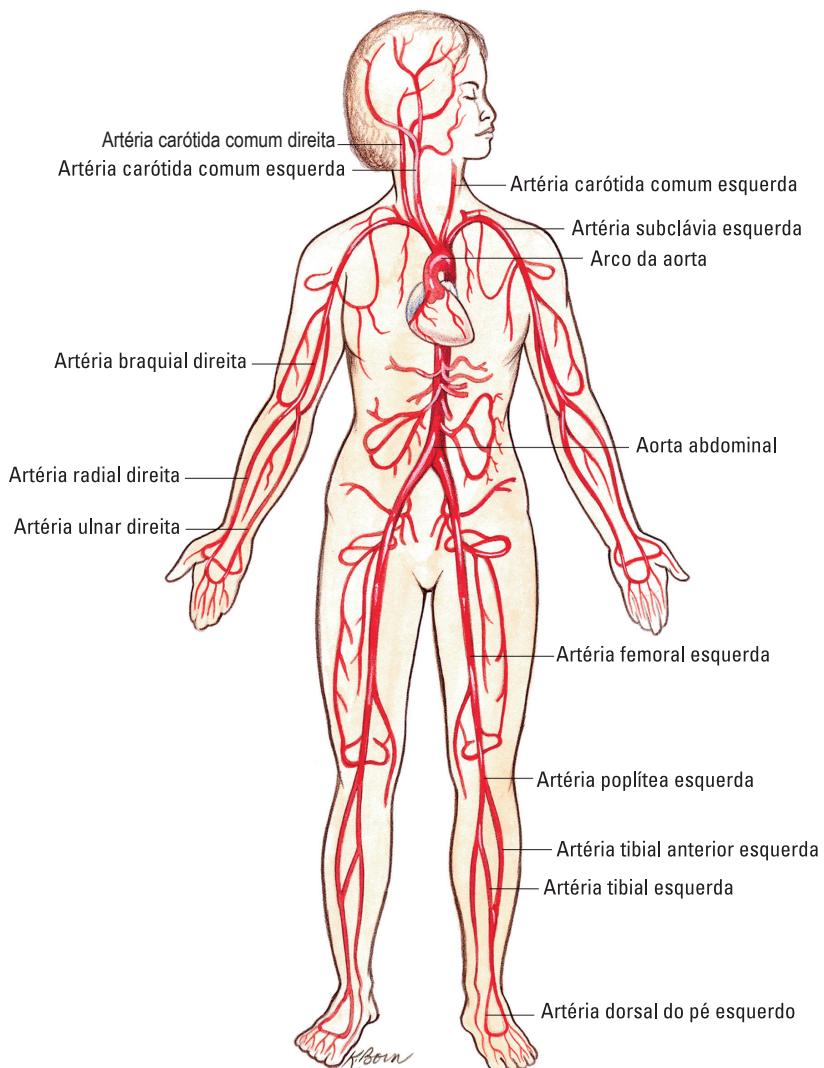


O sistema nervoso central consiste em encéfalo e medula espinhal. O sistema nervoso periférico ou autônomo é composto por 31 pares de nervos espinais que conectam a medula espinhal a várias partes do corpo.

# As Glândulas do Sistema Endócrino

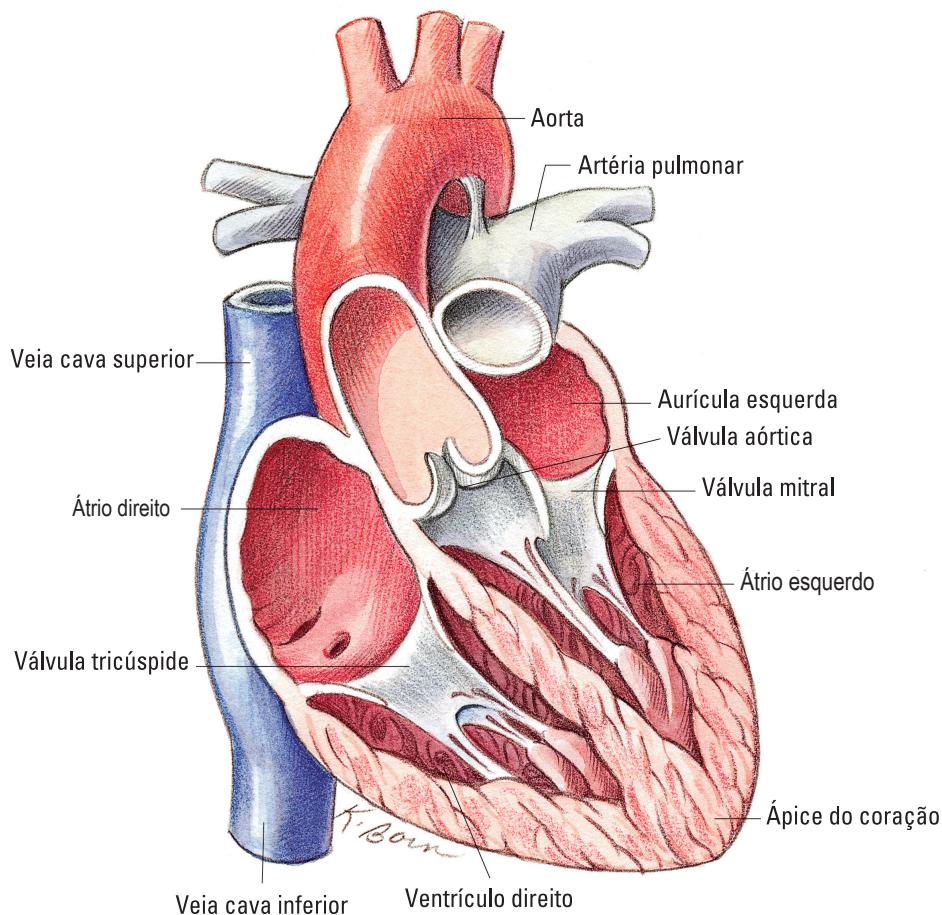


# Componentes Arteriais do Sistema Circulatório



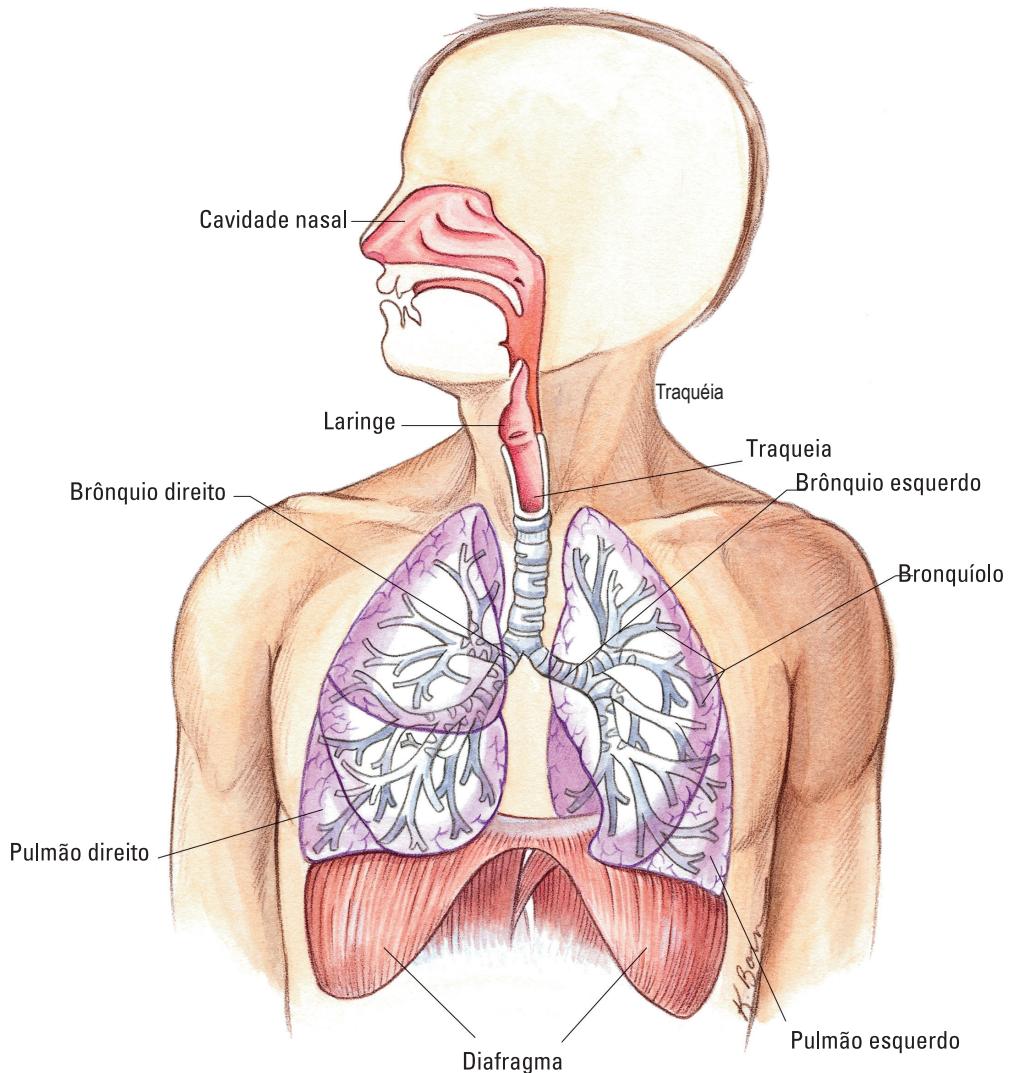
As artérias transportam o sangue oxigenado do coração para todas as partes do corpo. O sangue desoxigenado retorna ao coração pelas veias (não representados na ilustração).

# As Cavidades do Coração

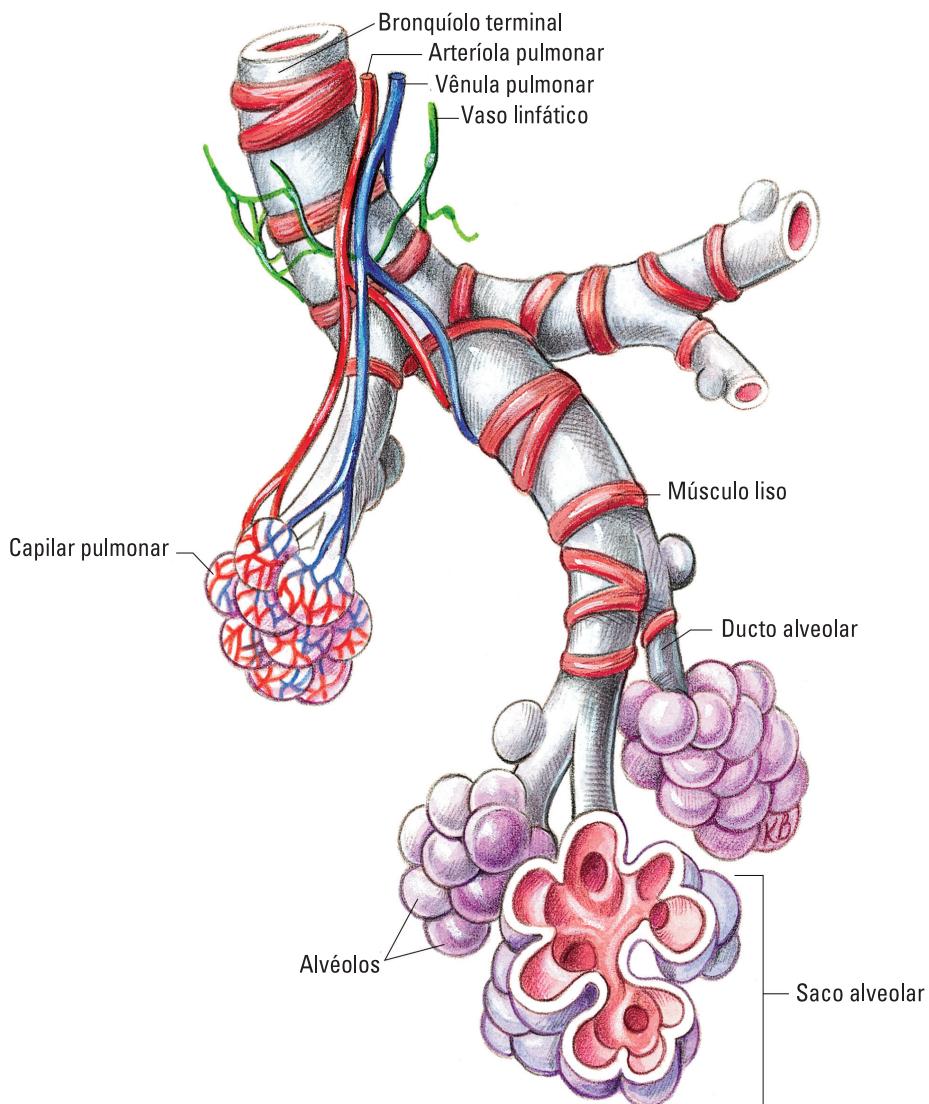


As quatro cavidades do coração, com as válvulas e alguns dos principais vasos sanguíneos.

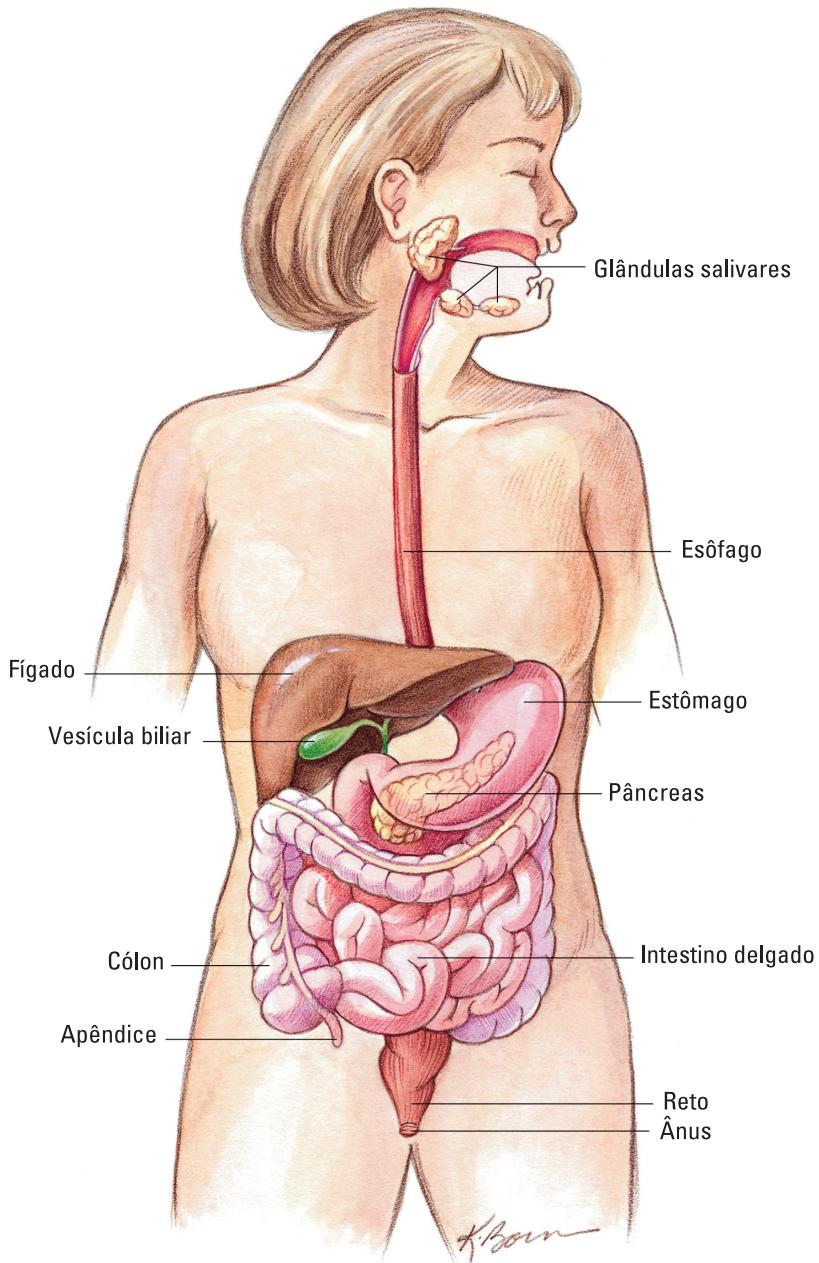
# O Sistema Respiratório



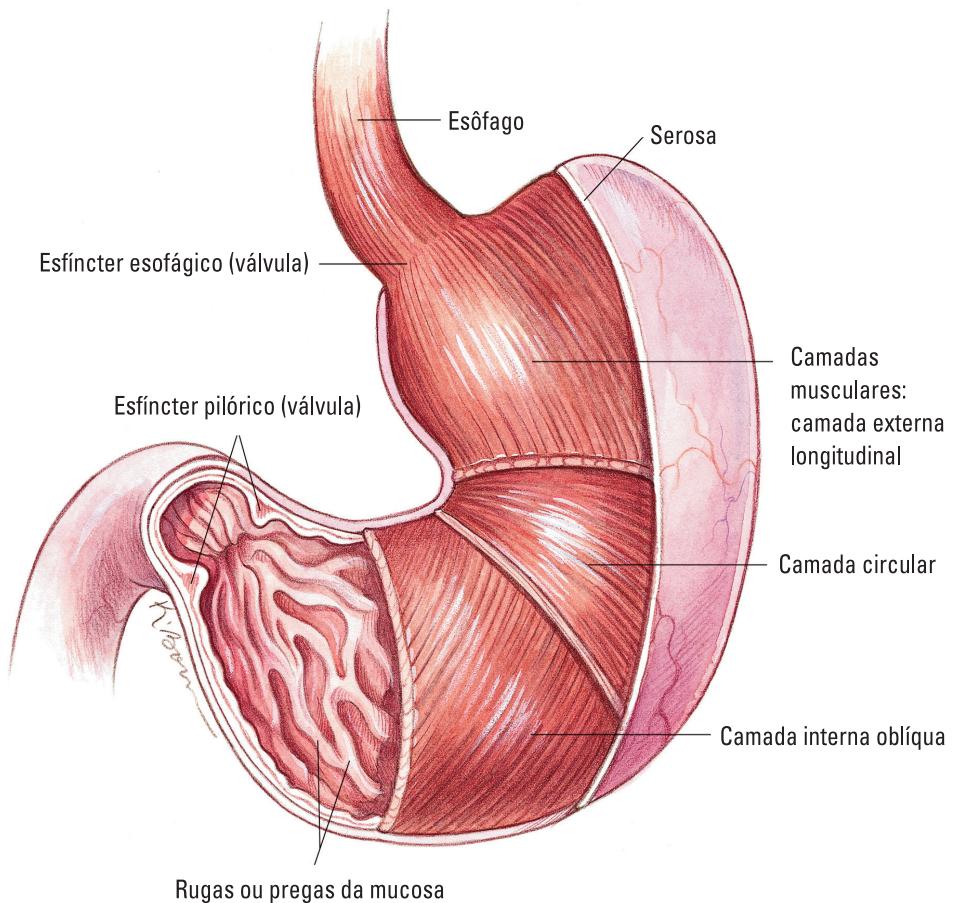
# O Sistema Respiratório: Anatomia de um Bronquiolo



# O Sistema Digestório

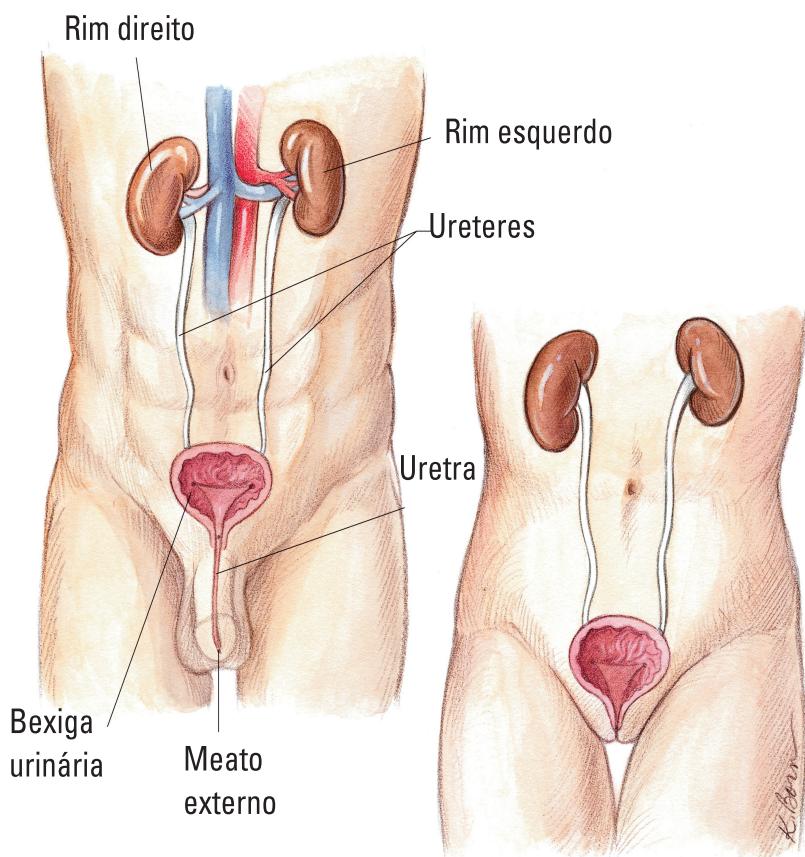


# As Partes Internas e Externas do Estômago

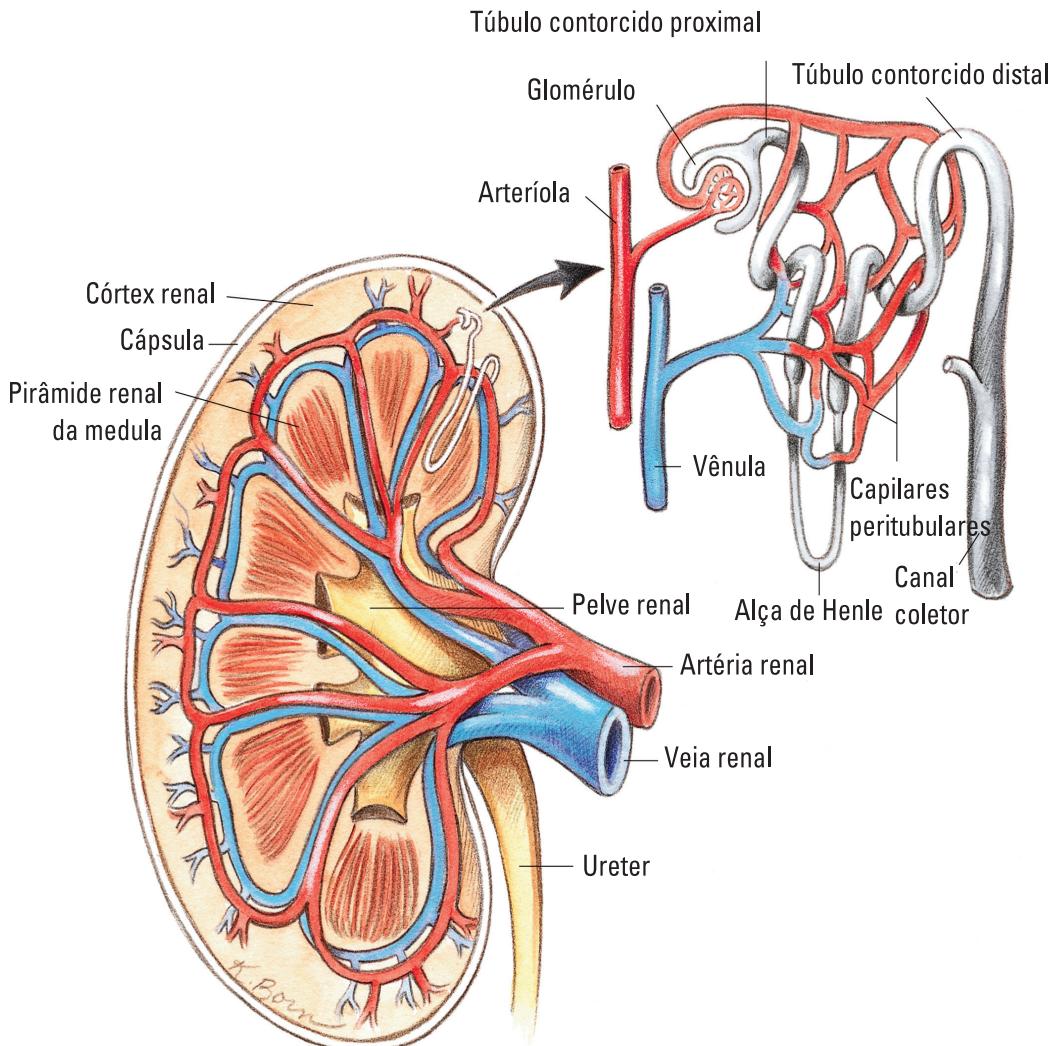


A mucosa secreta muco, enzimas digestivas, ácido clorídrico e outras substâncias que compõem os sucos gástricos.

# O Sistema Urinário

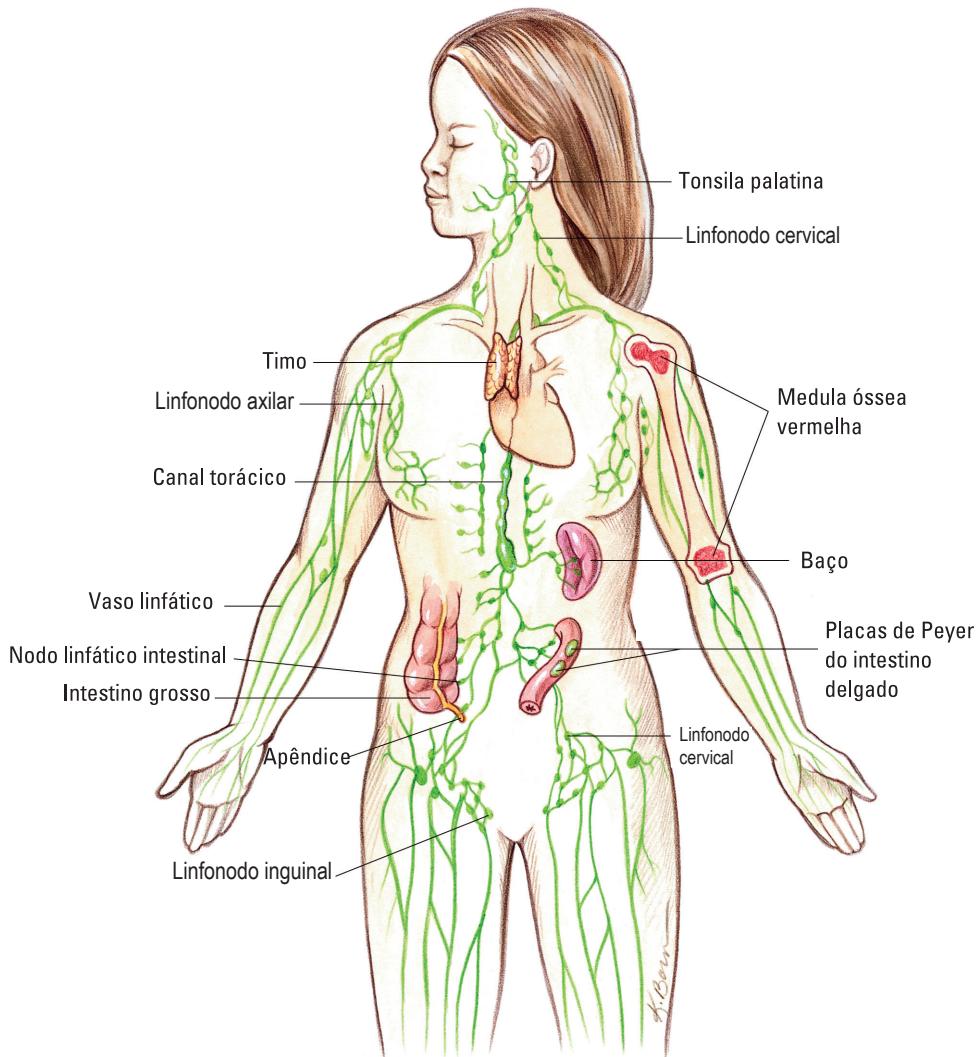


# Fornecimento de Sangue ao Néfron



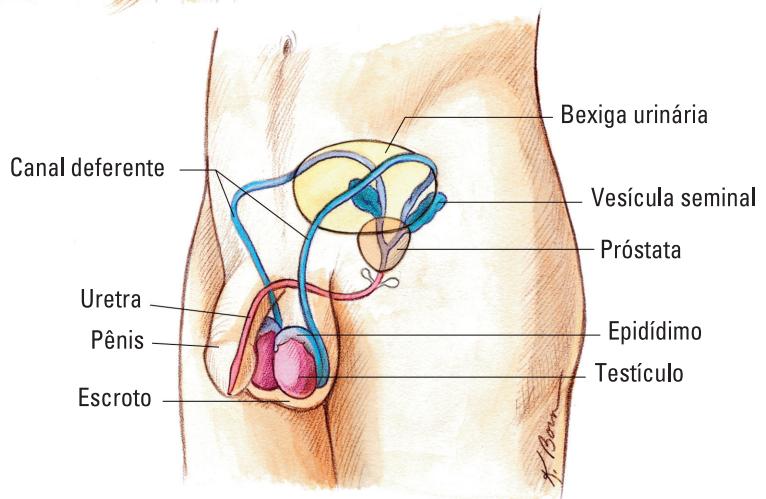
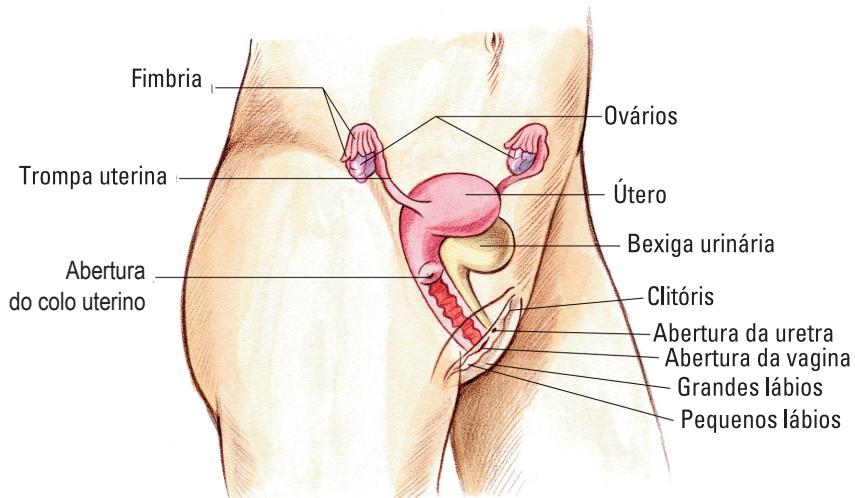
Anatomia de um rim  
(representação transversal)

# Sistema Linfático



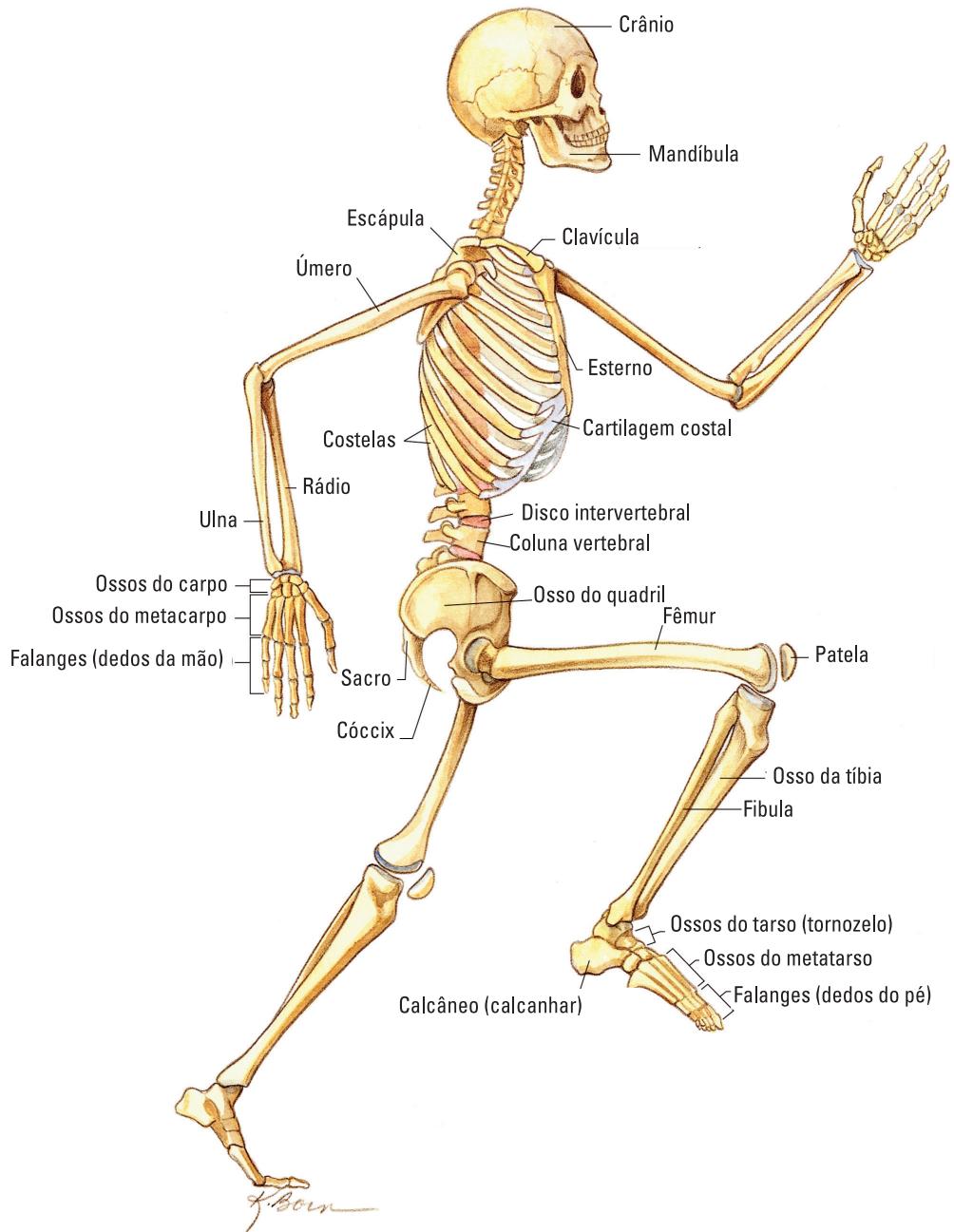
O sistema linfático consiste de vasos linfáticos e tecido linfático, como o tecido encontrado no baço, na medula óssea vermelha e nos linfonodos. O tecido linfático contém linfócitos, que são células que exercem uma função imunológica – elas combatem os organismos que podem causar doenças. Por causa da função dos linfócitos no tecido linfático, o sistema linfático está interligado ao sistema imunológico.

# O Sistema Reprodutor Feminino

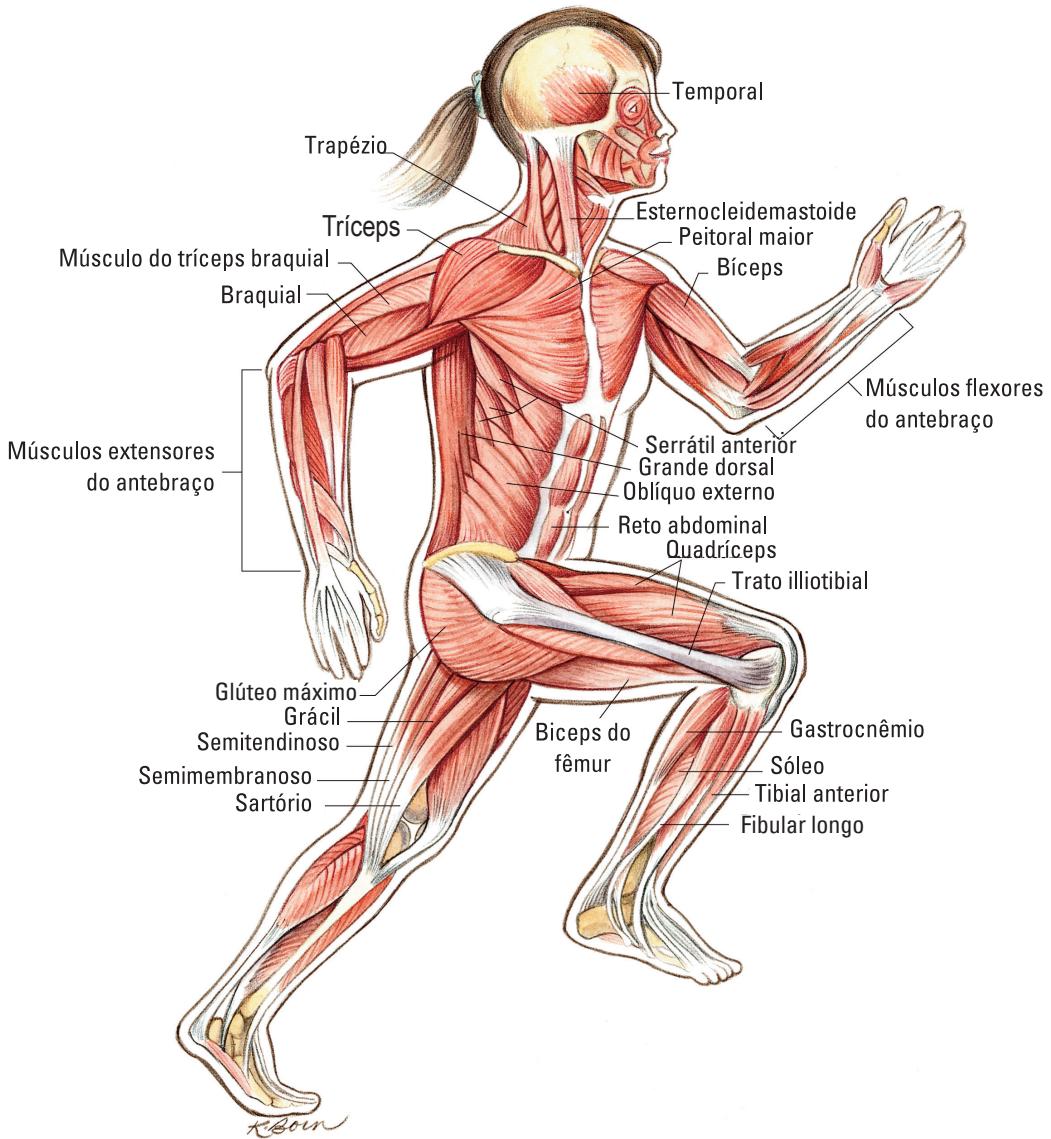


# O Sistema Reprodutor Masculino

# Esqueleto Adulto



# Sistema Muscular



# Uma Representação Transversal da Pele

