

GUYTON & HALL

FUNDAMENTOS DE FISIOLOGIA



HALL

TRADUÇÃO DA 12ª EDIÇÃO

Guyton & Hall Fundamentos de Fisiologia

12ª Edição

John E. Hall, PhD

*Arthur C. Guyton Professor
and Chair, Department of
Physiology and Biophysics,
Associate Vice Chancellor for
Research, University of Mis-
sissippi Medical Center, Jack-
son, Mississippi*

SAUNDERS

Copyright

© 2012 Elsevier Editora Ltda.

Tradução autorizada do idioma inglês da edição publicada por Saunders – um selo editorial Elsevier Inc.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998.

Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

ISBN: 978-85-352-4543-1

Copyright © 2012, 2006, 2001, 1998 by Saunders Inc., an imprint of Elsevier Inc. This edition of Pocket Companion to Guyton & Hall Textbook of Medical Physiology, 12th edition, by John E. Hall, is published by arrangement with Elsevier Inc.

ISBN: 978-1-4160-5451-1

Capa

Folio Design

Editoração Eletrônica

Rosane Guedes

Elsevier Editora Ltda.

Conhecimento sem Fronteiras

Rua Sete de Setembro, nº 111 – 16º andar

20050-006 – Centro – Rio de Janeiro – RJ

Rua Quintana, nº 753 – 8º andar

04569-011 – Brooklin – São Paulo – SP

Serviço de Atendimento ao Cliente

0800 026 53 40

sac@elsevier.com.br

Preencha a ficha de cadastro no final deste livro e receba gratuitamente informações sobre os lançamentos e promoções da Elsevier.

Consulte também nosso catálogo completo, os últimos lançamentos e os serviços exclusivos no site www.elsevier.com.br

NOTA

O conhecimento médico está em permanente mudança. Os cuidados normais de segurança devem ser seguidos, mas, como as novas pesquisas e a experiência clínica ampliam nosso conhecimento, alterações no tratamento e na terapia à base de fármacos podem ser necessárias ou apropriadas. Os leitores são aconselhados a checar informações mais atuais dos produtos, fornecidas pelos fabricantes de cada fármaco a ser administrado, para verificar a dose recomendada, o método e a duração da administração e as contraindicações. É responsabilidade do médico, com base na experiência e contando com o conhecimento do paciente, determinar as dosagens e o melhor tratamento para cada um individualmente. Nem o editor nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventual dano ou perda a pessoas ou a propriedade originada por esta publicação.

O Editor

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

H184f

Hall, John E. (John Edward), 1946-

Fundamentos de Guyton e Hall fisiologia / John E. Hall ;
[ilustrações por Michael Schenk e Walter Cunningham ; tradução
Maria Inês Correa ... et al.]. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2012.

752 p. : il. ; 21 cm

Tradução de: Pocket companion to Guyton and Hall text-
book of medical physiology, 12th ed

Livro de bolso para uso conjunto com: Tratado de fisiologia
médica, 12. ed., 2011

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-85-352-4543-1

1. Fisiologia humana - Manuais, guias, etc. 2. Fisiopatologia
- Manuais, guias, etc. I. Guyton, Arthur C. 1919-2003. II. Título.
III. Título: Guyton e Hall fisiologia. IV. Título: Fisiologia.

11-6530.

CDD: 612

CDU: 612

29.09.11

30.09.11

030006



Revisão Científica e Tradução

Revisão Científica

Alex Christian Manhães (Caps. 49 a 52, 54 a 61)

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Fisiológicas do

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, do Centro

Biomédico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Graduação em Medicina (UERJ), Mestrado em Biofísica (UFRJ) e

Doutorado em Biologia [Neurofisiologia] (UERJ)

Anderson Ribeiro Carvalho (Caps. 9 a 13, 37 a 44, 84)

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

do Rio de Janeiro (IFRJ)

Doutor em Fisiopatologia (UERJ)

Claudio de Azevedo Canetti (Caps. 32 a 36)

Formado em Ciências Biológicas pela UERJ

Mestrado e PhD em Farmacologia pela Faculdade de Medicina

de Ribeirão Preto (USP)

Pós-doutorado pela Universidade de Michigan, EUA

Claudio Filgueiras (Caps. 4 a 8, 25 a 31)

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Fisiológicas do

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, do Centro

Biomédico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Doutor em Biologia pela Universidade do Estado do Rio de

Janeiro

Paolo Villela (Caps. 14 a 24)

Especialista em Cardiologia pela Sociedade Brasileira de Cardiologia

Mestre em Cardiologia pela Universidade Federal do Rio de

Janeiro (UFRJ)

Professor de Cardiologia da Faculdade de Medicina da Universidade do Grande Rio (Unigranrio)

Patricia Lisboa (Caps. 62 a 83)

Professora Adjunta do Departamento de Ciências Fisiológicas do

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, do Centro

Biomédico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Graduação em Ciências Biológicas (UERJ), Mestrado em Ciências (UFRJ) e Doutorado em Ciências (UFRJ)

Yael de Abreu Villaça (Caps. 1 a 3, 45 a 48, 53, Índice)

Professora do Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto

de Biologia Roberto Alcântara Gomes, do Centro
Biomédico da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Graduação em Ciências Biológicas (UERJ), Mestrado em
Biologia
(UERJ) e Doutorado em Biologia (UERJ),
Pós-doutorado em Toxicologia do Desenvolvimento

Tradução

Alexandre Soares (Caps. 45, 46, 80)

Formado em Medicina pela Universidade Federal do Rio
de
Janeiro (UFRJ)
Especialista em Clínica Médica e Endocrinologia pelo
Instituto
Estadual de Diabetes e Endocrinologia Luiz Capriglione
(IEDE - RJ)

Carlos André Oighenstein (Caps. 65, 66, 84)

Especialista em Língua Inglesa pela Pontifícia
Universidade
Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ)

Claudia Coana (Caps. 25 a 28)

Tradutora

Danielle Branco (Caps. 62 a 64)

Licenciatura em Ciências Biológicas
Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Biologia
Humana
Experimental (UERJ)

Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em
Fisiopatologia

Clínica e Experimental (UERJ)

Ediane Chimello (Caps. 43, 44)

Tradutora

Maria Inês Corrêa Nascimento (Caps. 29 a 31, 37 a
42)

Bacharel em Letras (Tradução Bilíngue) - PUC/RJ

Patrícia Dias Fernandes (Caps. 1 a 8, 32 a 36, 67 a 73,
Índice)

Professora Associada de Farmacologia do Programa de
Desenvolvimento de Fármacos do Instituto de Ciências
Biomédicas (ICB) da UFRJ

Pós-doutora em Imunologia pelo Departamento de
Imunologia
da USP

Mestre e Doutora em Química Biológica pelo Departamen-
to de

Bioquímica Médica da UFRJ

Biomédica pela Universidade do Rio de Janeiro (UNI-
RIO)

Patrícia Lisboa (Caps. 74 a 79)

Professora Adjunta do Departamento de Ciências
Fisiológicas

do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes,
Centro

Biomédico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Graduação em Ciências Biológicas (UERJ), Mestrado e
Doutorado em Ciências (UFRJ)

Raimundo Rodrigues Santos (Caps. 54 a 61)

Médico Especialista em Neurologia e Neurocirurgia

Mestre em Medicina pela Universidade do Estado do Rio
de Janeiro (UERJ)

Silvia Spada (Caps. 47, 48)

Especialização em Tradução (cursos extracurriculares)
pela

Universidade de São Paulo (USP)

Bacharel em Letras pela Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências

Humanas da USP

Soraya Imon de Oliveira (Caps. 9 a 24)

Biomédica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Especialista em Imunopatologia e Sorodiagnóstico pela
Faculdade de Medicina da UNESP

Doutora em Imunologia pelo Instituto de Ciências
Biomédicas

da Universidade de São Paulo (ICB-USP)

Taís Fontoura de Almeida (Caps. 49 a 53, 81 a 83)

Mestre em Patologia pela Universidade Federal da Bahia

Doutora em Patologia pela Universidade Federal da
Bahia

Pós-doutora no Departamento de Histologia, Universid-
ade do

Estado do Rio de Janeiro

Colaboradores

Thomas H. Adair, PhD

*Professor of Physiology and
Biophysics, University of Missis-
sippi Medical Center, Jackson,
Mississippi*

*Fisiologia da Membrana, do
Nervo e do Músculo, (Capítulos
4 a 8)*

*Respiração, (Capítulos 37 a
42)*

*Fisiologia da Respiração, do
Espaço e do Mergulho em Alto
Mar, (Capítulos 43, 44)*

*Fisiologia Gastrointestinal,
(Capítulos 62 a 66)*

David J. Dzielak, PhD

*Professor of Surgery, Profess-
or of Health Sciences, Associate
Professor of Physiology and
Biophysics, University of Missis-
sippi Medical Center, Jackson,
Mississippi*

Células Sanguíneas, Imunidade e Coagulação Sanguínea, (Capítulos 32 a 36)

O Sistema Nervoso: A. Princípios Gerais e Fisiologia Sensorial, (Capítulos 45 a 48)

O Sistema Nervoso: B. Os Sentidos Especiais, (Capítulos 49 a 53)

O Sistema Nervoso: C. Neurofisiologia Motora e Integrativa, (Capítulos 54 a 59)

John E. Halll, PhD

Arthur C. Guyton Professor and Chair, Department of Physiology and Biophysics

Associate Vice Chancellor for Research, University of Mississippi Medical Center, Jackson, Mississippi

Introdução à Fisiologia: A Célula e a Fisiologia Geral, (Capítulos 1 a 3)

A Circulação, (Capítulos 14 a 19)

Fluidos Corporais e Rins, (Capítulos 25 a 31)

O Sistema Nervoso: C. Neurofisiologia Motora e Integrativa, (Capítulos 60 e 61)

Metabolismo e Regulação da Temperatura, (Capítulos 67 a 73)

Endocrinologia e Reprodução, (Capítulos 79 a 83)

**Thomas E. Lohmeier,
PhD**

*Professor of Physiology and
Biophysics, University of Mississippi
Medical Center, Jackson,
Mississippi*

Endocrinologia e Reprodução, (Capítulos 74 a 78)

R. Davis Manning, PhD

*Professor of Physiology and
Biophysics, University of Mississippi
Medical Center, Jackson,
Mississippi*

O Coração, (Capítulos 9 a 13)

A Circulação, (Capítulos 20 a 24)

**Fisiologia do Esporte,
(Capítulo 84)**

Apresentação

A fisiologia humana é a disciplina que une as ciências básicas à medicina clínica. É integrativa e abrange desde o estudo das moléculas e dos componentes subcelulares até o estudo dos sistemas de órgãos e suas interações, o que nos permite sermos seres humanos. Como a fisiologia humana é uma disciplina em rápida expansão e de âmbito abrangente, a vasta quantidade de informações potencialmente aplicáveis à prática da medicina pode ser esmagadora. Portanto, um de nossos objetivos ao escrever este “livro de bolso” foi filtrar essa enorme quantidade de informações e apresentá-la em um livro pequeno o suficiente para ser transportado com facilidade e utilizado com frequência, mas que contenha os princípios básicos da fisiologia necessários ao estudo da medicina.

Este manual destina-se a acompanhar o livro *Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica*, 12ª edição, mas não deve ser utilizado como seu substituto. Ele foi idealizado para servir como uma concisa visão geral dos fatos e conceitos mais importantes do *Tratado*, apresentado de maneira a facilitar a rápida compreensão dos princípios fisiológicos básicos. Algumas das mais importantes características deste manual são:

- Foi planejado para servir de guia aos estudantes que desejam revisar um grande volume de material do *Tratado* com rapidez e eficiência. Os títulos das seções expressam de maneira sucinta os principais conceitos dos parágrafos. Assim, ao estudar primeiro os títulos dos parágrafos, o estudante pode revisar rapidamente muitos dos principais conceitos do *Tratado*.
- O índice equipara-se ao do *Tratado*, e os principais tópicos trazem remissivas às páginas do livro-texto. Esse livro foi atualizado em paralelo com o *Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica*, 12ª edição.
- O tamanho do livro foi restrito para se adaptar ao fácil transporte, funcionando como fonte de informações imediata, quando necessário.

Ainda que o conteúdo do livro compreenda os fatos mais importantes necessários ao estudo da fisiologia, não possui os detalhes enriquecedores dos conceitos fisiológicos ou exemplos clínicos de fisiologia anormal do *Tratado*. Portanto, recomendamos que esse livro seja usado em conjunto com o *Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica*, 12ª edição.

Sou grato a cada um dos colaboradores por seu cuidadoso trabalho. Os autores colaboradores foram selecionados por seu conhecimento de fisiologia e sua habilidade em apresentar com eficácia as informações aos estudantes.

Envidamos os melhores esforços para tornar este livro o mais preciso possível e esperamos que ele seja valioso para o estudo da fisiologia. Seus comentários e sugestões sobre maneiras de melhorar o livro são sempre muito bem-vindos.

John E. Halll, PhD

Jackson, Mississippi

Table of Contents

Cover

Copyright

Revisão Científica e Tradução

Colaboradores

Apresentação

UNIDADE I: Introdução à Fisiologia: A Célula e Fisiologia Geral

CAPÍTULO 1: Organização Funcional do Corpo Humano e Controle do “Ambiente Interno”

CAPÍTULO 2: Célula e suas Funções

CAPÍTULO 3: Controle Genético da Síntese Proteica, Função Celular e Reprodução Celular

UNIDADE II: Fisiologia da Membrana, do Nervo e do Músculo

CAPÍTULO 4: Transporte de Substância através de Membranas Celulares

CAPÍTULO 5: Potenciais de Membrana e Potenciais de Ação

CAPÍTULO 6: Contração do Músculo Esquelético

CAPÍTULO 7: Excitação do Músculo Esquelético: Transmissão Neuromuscular e Acoplamento Excitação-Contração

CAPÍTULO 8: Excitação e Contração do Músculo Liso

UNIDADE III: O Coração

CAPÍTULO 9: Músculo Cardíaco, O Coração Como Bomba e Função das Valvas Cardíacas

CAPÍTULO 10: Excitação Rítmica do Coração

CAPÍTULO 11: Eletrocardiograma Normal

CAPÍTULO 12: Interpretação Eletrocardiográfica das Anomalias do Músculo Cardíaco e do Fluxo Sanguíneo Coronário: Análise Vetorial

CAPÍTULO 13: Arritmias Cardíacas e sua Interpretação Eletrocardiográfica

UNIDADE IV: Circulação

CAPÍTULO 14: Visão Geral da Circulação: Biofísica da Pressão, Fluxo e Resistência

CAPÍTULO 15: Distensibilidade Vascular e Funções dos Sistemas Arterial e Venoso

CAPÍTULO 16: Microcirculação e Sistema Linfático: Trocas de Líquido no Capilar, Fluido Intersticial e Fluxo de Linfa

CAPÍTULO 17: Controle Local e Humoral do Fluxo Sanguíneo Tecidual

CAPÍTULO 18: Regulação Neural da Circulação e Controle Rápido da Pressão Arterial

CAPÍTULO 19: Papel dos Rins no Controle a Longo Prazo da Pressão Arterial e na Hipertensão: O Sistema Integrado para Regulação da Pressão Arterial

CAPÍTULO 20: Débito Cardíaco, Retorno Venoso e Suas Regulações

CAPÍTULO 21: Fluxo Sanguíneo Muscular e Débito Cardíaco Durante o Exercício; a Circulação Coronária e a Doença Cardíaca Isquêmica

CAPÍTULO 22: Insuficiência Cardíaca

CAPÍTULO 23: Válvulas e Bulhas Cardíacas; Defeitos Cardíacos Valvulares e Congênitos

CAPÍTULO 24: Choque Circulatório e Seu Tratamento

UNIDADE V: Fluidos Corporais e Rins

CAPÍTULO 25: Compartimentos dos Fluidos Corporais: Fluidos Extracelular e Intracelular; Edema

CAPÍTULO 26: Produção de Urina pelos Rins: I. Filtração Glomerular, Fluxo Sanguíneo Renal e o Controle de Ambos

CAPÍTULO 27: Produção de Urina pelos Rins: II. Reabsorção e Secreção Tubulares

CAPÍTULO 28: Concentração e Diluição da Urina; Regulação da Osmolaridade e da Concentração de Sódio do Líquido Extracelular

CAPÍTULO 29: Regulação Renal de Potássio, Cálcio, Fosfato e Magnésio: Integração de Mecanismos Renais para o Controle do Volume Sanguíneo e do Volume do Líquido Extracelular

CAPÍTULO 30: Regulação do Equilíbrio Ácido-Base

CAPÍTULO 31: Diuréticos e Doenças Renais

UNIDADE VI: Células Sanguíneas, Imunidade e Coagulação Sanguínea

CAPÍTULO 32: Hemácias, Anemia e Policitemia

CAPÍTULO 33: Resistência do Corpo à Infecção: I. Leucócitos, Granulócitos, Sistema Monócito-Macrófago e Inflamação

CAPÍTULO 34: Resistência do Corpo à Infecção: II. Imunidade e Imunidade Inata Alérgica

CAPÍTULO 35: Tipos Sanguíneos; Transfusão; Transplante de Tecido e Órgãos

CAPÍTULO 36: Hemostasia e Coagulação Sanguínea

UNIDADE VII: Respiração

CAPÍTULO 37: Ventilação Pulmonar

CAPÍTULO 38: Circulação Pulmonar, Edema Pulmonar, Líquido Pleural

CAPÍTULO 39: Princípios Físicos da Troca Gasosa; Difusão de Oxigênio e Dióxido de Carbono Através da Membrana Respiratória

CAPÍTULO 40: Transporte de Oxigênio e Dióxido de Carbono no Sangue e nos Líquidos Teciduais

CAPÍTULO 41: Regulação da Respiração

CAPÍTULO 42: Insuficiência Respiratória – Fisiopatologia, Diagnóstico, Oxigenoterapia

UNIDADE VIII: Fisiologia da Aviação, do Espaço e do Mergulho em Alto Mar

CAPÍTULO 43: Fisiologia da Aviação, das Altitudes Elevadas e do Espaço

CAPÍTULO 44: Fisiologia do Mergulho em Alto Mar e Outras Condições Hiperbáricas

UNIDADE IX: O Sistema Nervoso: A. Princípios Gerais e Fisiologia Sensorial

CAPÍTULO 45: Organização do Sistema Nervoso, Funções Básicas das Sinapses e Neurotransmissores

CAPÍTULO 46: Receptores Sensoriais, Circuitos Neurais para o Processamento da Informação

CAPÍTULO 47: Sensações Somáticas: I. Organização Geral, os Sentidos Tátil e de Posição

CAPÍTULO 48: Sensações Somáticas: II. Dor, Cefaleia e Sensações Térmicas

UNIDADE X: O Sistema Nervoso: B. Os Sentidos Especiais

CAPÍTULO 49: O Olho: I. Óptica da Visão

CAPÍTULO 50: O Olho: II. Funções Receptora e Neural da Retina

CAPÍTULO 51: O Olho: III. Neurofisiologia Central da Visão

CAPÍTULO 52: O Sentido da Audição

CAPÍTULO 53: Os Sentidos Químicos – Gustação e Olfacção

UNIDADE XI: O Sistema Nervoso: C. Neurofisiologia Motora e Integrativa

CAPÍTULO 54: Funções Motoras da Medula Espinal; os Reflexos Medulares

CAPÍTULO 55: Controle da Função Motora Cortical e pelo Tronco Cerebral

CAPÍTULO 56: Contribuições do Cerebelo e dos Núcleos da Base para o Controle Motor Geral

CAPÍTULO 57: Córtex Cerebral, Funções Intelectuais do Cérebro, Aprendizado e Memória

CAPÍTULO 58: Mecanismos Comportamentais e Motivacionais do Cérebro – O Sistema Límbico e o Hipotálamo

CAPÍTULO 59: Estados da Atividade Cerebral – Sono, Ondas Cerebrais, Epilepsia, Psicoses

CAPÍTULO 60: O Sistema Nervoso Autônomo e a Medula da Suprarrenal

CAPÍTULO 61: Fluxo Sanguíneo Cerebral, Líquido Cerebrospinal e Metabolismo Cerebral

UNIDADE XII: Fisiologia Gastrointestinal

CAPÍTULO 62: Princípio Geral da Função Gastrointestinal – Motilidade, Controle Nervoso e Circulação Sanguínea

CAPÍTULO 63: Propulsão e Mistura do Alimento no Trato Alimentar

CAPÍTULO 64: Função Secretora do Trato Alimentar

CAPÍTULO 65: Digestão e Absorção no Trato Gastrointestinal

CAPÍTULO 66: Fisiologia dos Transtornos Gastrointestinais

UNIDADE XIII: Metabolismo e Regulação da Temperatura

CAPÍTULO 67: Metabolismo dos Carboidratos e Formação de Trifosfato de Adenosina

CAPÍTULO 68: Metabolismo Lipídico

CAPÍTULO 69: Metabolismo Proteico

CAPÍTULO 70: O Fígado Como um Órgão

CAPÍTULO 71: Equilíbrio da Dieta; Regulação da Alimentação; Obesidade e Fome; Vitaminas e Minerais

CAPÍTULO 72: Energéticos e Taxa Metabólica

CAPÍTULO 73: Regulação da Temperatura Corporal e Febre

UNIDADE XIV: Endocrinologia e Reprodução

CAPÍTULO 74: Introdução à Endocrinologia

CAPÍTULO 75: Hormônios Hipofisários e seu Controle pelo Hipotálamo

CAPÍTULO 76: Hormônios Metabólicos da Tireoide

CAPÍTULO 77: Hormônios Adrenocorticais

CAPÍTULO 78: Insulina, Glucagon e Diabetes Mellito

CAPÍTULO 79: Paratormônio, Calcitonina e Metabolismo de Cálcio e Fósforo, Vitamina D, Osso e Dente

CAPÍTULO 80: Funções Reprodutivas e Hormonais do Homem (e Função da Hipófise)

CAPÍTULO 81: Fisiologia Feminina Antes da Gravidez e Hormônios Femininos

CAPÍTULO 82: Gravidez e Lactação

CAPÍTULO 83: Fisiologia Fetal e Neonatal

UNIDADE XV: Fisiologia do Esporte

CAPÍTULO 84: Fisiologia do Esporte

Índice