

Histologia do Tecido Epitelial, Conjuntivo e Adiposo

Profª. Gabriela Cardoso Caldas

Descrição

Principais funções e morfologia básica dos tecidos epitelial, conjuntivo e adiposo.

Propósito

Compreender as características morfológicas e funções dos tecidos epitelial e conjuntivo e um de seus tipos especiais, o tecido adiposo, é de fundamental importância para iniciar estudos correlacionados à Histologia básica aplicada e à Patologia. Compreender as principais especializações dos domínios apical e basolateral das células epiteliais e os principais componentes do tecido conjuntivo auxiliará nos estudos em Biologia Celular e Imunologia.

Objetivos

Módulo 1

Epitélios

Identificar as principais características e funções dos epitélios de revestimento e glandular, bem como as especializações de membrana das células epiteliais.

Módulo 2

Tecido conjuntivo

Reconhecer os principais componentes e funções do tecido conjuntivo adulto, bem como a localização do tecido conjuntivo embrionário.

Módulo 3

Tecido adiposo

Distinguir os dois tipos de tecido adiposo, suas características morfológicas, principais funções e diferenças.

Introdução

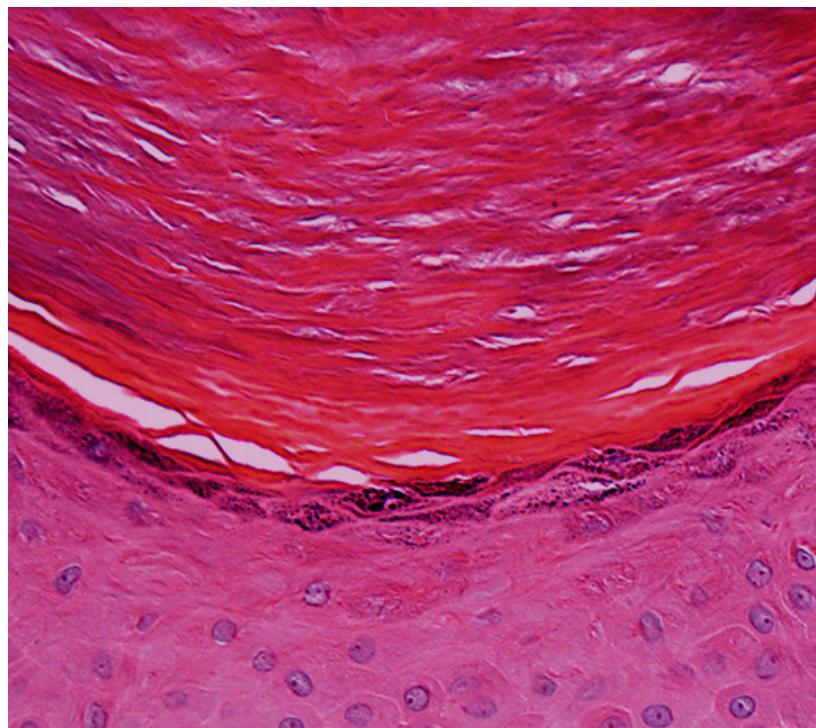
O organismo humano apresenta uma grande e reconhecida complexidade. Porém, ele é constituído por apenas quatro tipos básicos de tecidos: epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso. Todos eles apresentam estrutura morfológica, funções e origem embrionária distintas. Esses tecidos, com exceção do tecido nervoso, não são componentes isolados e associam-se uns aos outros para formar os diferentes órgãos e garantir seu funcionamento adequado. A maioria dos órgãos é composta por dois componentes: o **parênquima**, que corresponde à parte responsável pelas funções típicas desses órgãos, e o **estroma**, o tecido de sustentação que é representado quase sempre pelo tecido conjuntivo.

Na jornada que começará logo a seguir, nos aprofundaremos nos tecidos epitelial e conjuntivo e em uma de suas especializações, o tecido adiposo. Para isso, iniciaremos nossa conversa com o tecido epitelial, que é formado por células que revestem superfícies e também apresentam capacidade de secretar moléculas. Nesse mesmo assunto, veremos também as interessantes especializações da membrana das células epiteliais. Mais adiante, estudaremos o tecido conjuntivo, seus principais componentes e as características do tecido conjuntivo adulto e embrionário. Por fim, nos aprofundaremos em um tipo de tecido conjuntivo especial, o tecido adiposo. Veremos que existem dois tipos de tecido adiposo, um que some quase inteiramente com o passar dos anos e outro que constitui nossa maior reserva energética. Ficou curioso? Então vamos começar!

AVISO: [orientações sobre unidades de medida.](#)

rientações sobre unidade de medida

Em nosso material, unidades de medida e números são escritos juntos (ex.: 25km) por questões de tecnologia e didáticas. No entanto, o Inmetro estabelece que deve existir um espaço entre o número e a unidade (ex.: 25 km). Logo, os relatórios técnicos e demais materiais escritos por você devem seguir o padrão internacional de separação dos números e das unidades.



1 - Epitélios

Ao final deste módulo, você deverá ser capaz de identificar as principais características e funções dos epitélios de revestimento e glandular, bem como as especializações de membrana das células epiteliais.

Principais funções e características do tecido epitelial

O tecido epitelial é formado por camadas de células coesas que revestem as superfícies corporais e formam as estruturas funcionais das glândulas de secreção, exócrinas e endócrinas.

Ele pode ter origem nos três folhetos embrionários:

Ectoderma

Origina a epiderme, as glândulas sebáceas e mamárias.

Mesoderma

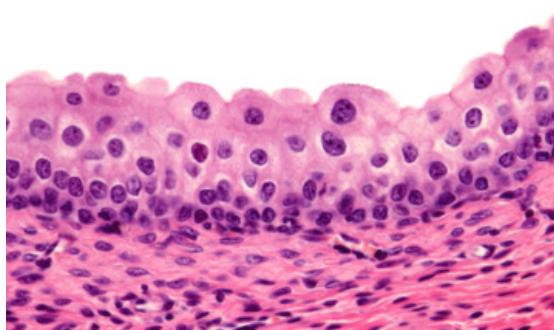
Dá origem ao epitélio de revestimento dos vasos sanguíneos e do sistema urogenital.

Endoderma

Origina o revestimento dos tratos gastrointestinal e respiratório, fígado, tireoide e pâncreas.

Os epitélios revestem as superfícies internas ou externas dos órgãos e do corpo como um todo. Logo, tudo que entra ou deixa o nosso organismo atravessa uma camada epitelial.

A função de revestimento está intimamente relacionada a outras atividades, como proteção, absorção de moléculas e percepção de estímulos. Outra função importante do tecido epitelial é a secreção, tanto pelas células epiteliais de revestimento quanto pelas células epiteliais que formam estruturas especializadas em secreção, as **glândulas**.



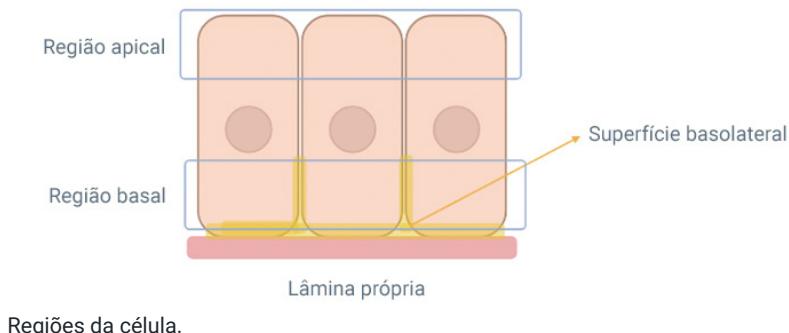
O tecido epitelial apresenta células justapostas, formando folhetos celulares ou aglomerados tridimensionais.

As células que formam os epitélios são **poliédricas** e com pouca substância extracelular entre elas. A forma poliédrica se deve à **justaposição** das células, formando folhetos celulares ou aglomerados tridimensionais. Além disso, a justaposição está relacionada à **forte aderência** que existe entre as células, por meio das junções intercelulares.

A morfologia das células epiteliais varia bastante, desde células colunares altas até células pavimentosas, achatadas. A forma nuclear também é característica, variando de esférica até alongada, e geralmente acompanha a forma celular. Dessa forma, as células cuboides costumam ter núcleos esféricos, enquanto células pavimentosas possuem núcleos achatados. Analisando a forma e a posição do núcleo, podemos inferir se a organização celular se dá em uma única camada ou em várias delas.

Praticamente todos os epitélios apoiam-se sobre o tecido conjuntivo. No caso dos epitélios de revestimento de órgãos ocos (dos aparelhos digestivo, respiratório e urinário), a camada de tecido conjuntivo é chamada de **lâmina própria**.

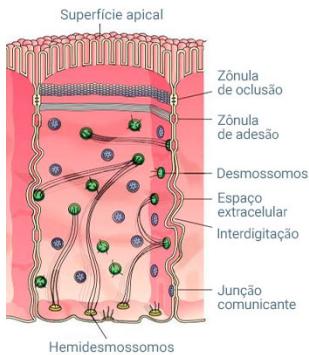
A parte da célula epitelial voltada para o conjuntivo é chamada de **região basal**. Já a extremidade oposta é a **região apical**. As superfícies celulares que estão voltadas para as células vizinhas são as laterais e normalmente são continuações da base celular, sendo então chamadas de **superfícies basolaterais**.



Especializações das células epiteliais

Agora que já comentamos sobre as funções e características básicas das células epiteliais, vamos discutir sobre especializações presentes na superfície basolateral das células epiteliais.

Como você já sabe, as células epiteliais apresentam uma intensa adesão mútua. Por isso, para que sejam separadas, são necessárias grandes forças mecânicas.

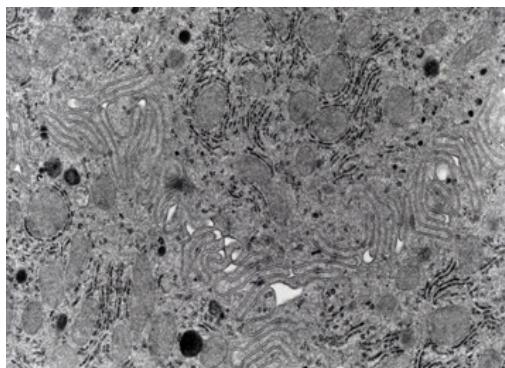


Principais estruturas que participam da coesão das células epiteliais.

A coesão entre as células epiteliais varia conforme o tipo de epitélio, mas é bastante desenvolvida nos que são sujeitos à grande tração e pressão, como o epitélio presente na pele.

Diversas estruturas associadas à membrana plasmática contribuem para a coesão e comunicação entre células. Nós podemos encontrá-las na maioria dos tecidos, mas são abundantes nos epitélios.

Um dos fatores que garantem a adesão intercelular é a ação coesiva de glicoproteínas transmembrana, as **caderinas**.



Micrografia eletrônica de transmissão mostrando o sistema complexo de interdigitações de membranas. Note várias estruturas sinuosas, que são as interdigitações.

Além disso, temos as chamadas **interdigitações** das membranas, ou dobras na membrana plasmática que se encaixam nas dobras das células vizinhas, aumentando a adesão entre elas.

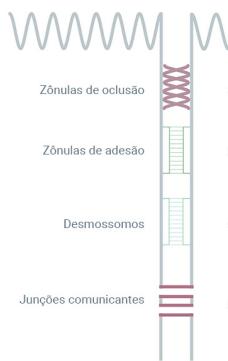
As membranas laterais de muitas células epiteliais possuem especializações que constituem as junções intercelulares, que podem atuar como:

Locais de adesão entre as células.

Vedaçāo, prevenindo o fluxo de materiais pelo espaço intercelular.

Canais de comunicação.

A partir dessas funções, elas podem ser classificadas da seguinte maneira:



Principais estruturas que participam da coesão das células epiteliais.

Junções impermeáveis:

Zônulas de oclusão

Junções de adesão:

Zônulas de adesão, hemidesmossomos e desmossomos

Junções de comunicação:

Junções comunicantes ou junções gap

Saiba mais

O termo zôntula indica que a junção forma uma espécie de cinturão ao redor da célula.

É interessante comentarmos que várias junções são encontradas em uma disposição constante na maioria dos epitélios, da face apical para a basal.

Vamos agora conhecer um pouco mais sobre essas junções:

Junções impermeáveis

As **zônulas de oclusão** costumam ser as junções mais apicais e apresentam função principal de levar a uma vedação, impedindo a movimentação de materiais entre células.

Junções de adesão

A **zônula de adesão** contribui para a adesão entre as células vizinhas. O conjunto da zônula de oclusão e zônula de adesão, que circunda toda a parede lateral da região apical celular, denomina-se **complexo unitivo**.

Os **desmossomos** representam outro tipo de junção intercelular muito comum em células epiteliais, mas são também encontrados em células musculares cardíacas. São estruturas complexas, em forma de disco, que se sobrepõem a outra junção idêntica presente na superfície da célula vizinha. Os desmossomos promovem uma adesão muito firme entre as células epiteliais, por conta da força conferida pelos filamentos intermediários de queratina do citoesqueleto presentes nas chamadas **placas de ancoragem**. Além disso, proteínas da família das **caderinas** também participam da adesão promovida pelos desmossomos. Essa adesão dos desmossomos pode ser anulada *in vitro* pela retirada de cálcio do meio. Além disso, eles apresentam forma de botão e, dessa forma, nunca formam zônulas.

Os **hemidesmossomos** podem ser encontrados nas regiões de contato entre alguns tipos de células epiteliais e sua lâmina basal. Suas placas de ancoragem são compostas principalmente por integrinas, proteínas transmembrana que podem atuar como receptores para componentes da matriz extracelular, como a laminina e o colágeno.

Junções comunicantes



As junções comunicantes também podem ser chamadas de junções gap. Elas podem ser encontradas praticamente em qualquer região das membranas laterais das células epiteliais, mas também estão presentes em todos os outros tecidos (com exceção do músculo esquelético).

Essas junções se caracterizam pela grande proximidade das membranas vizinhas e tornam possível a troca de moléculas, como íons, moléculas de sinalização e alguns hormônios. Com isso, as células de muitos órgãos conseguem atuar coordenadamente. Um ótimo exemplo é a participação das junções gap na coordenação das contrações do músculo cardíaco.

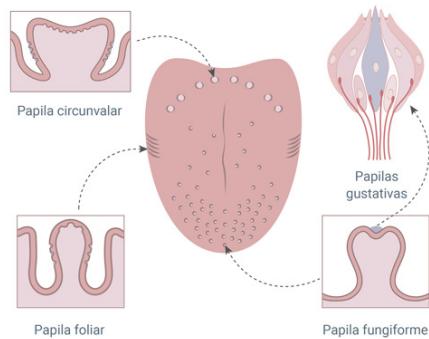
Biologia dos epitélios

Interação epitélio-conjuntivo

Como já comentamos, os tecidos epiteliais estão apoiados sobre o tecido conjuntivo. O tecido conjuntivo atua não só na sustentação do epitélio, como também na sua nutrição, no aporte de substâncias necessárias para as células glandulares e na promoção da adesão do epitélio a estruturas vizinhas.

O contato do epitélio com a lâmina própria pode ser aumentado pelas papilas, que são áreas irregulares entre os dois tecidos na forma de invaginações do conjuntivo.

As papilas são encontradas com maior frequência nos revestimentos sujeitos a forças mecânicas, como pele, língua e gengiva.



Exemplos de papilas presentes na língua.

Polaridade

Em muitas células epiteliais, a distribuição das organelas no polo basal da célula (apoiado na lâmina basal) é diferente daquela no polo apical. Essa diferente distribuição, constante em vários tipos de epitélio, denomina-se **polaridade das células epiteliais**.

Mas o que isso efetivamente significa?

Significa dizer que diferentes partes da célula podem ter diferentes funções.

Exemplo

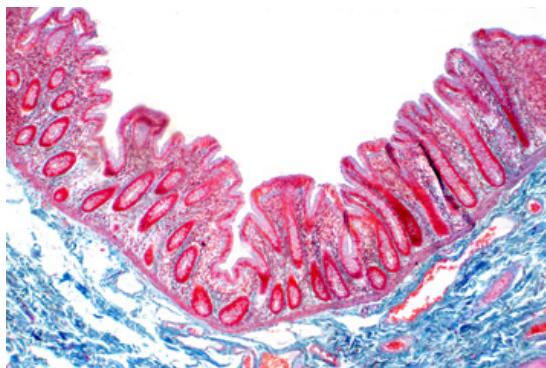
Todos os nutrientes das células epiteliais entram nelas através da superfície basolateral, assim como receptores para hormônios e neurotransmissores, que também estão localizados nessa região. Em células epiteliais com grande atividade de absorção, a membrana apical pode ter enzimas que completam a digestão de moléculas a serem absorvidas. Essa diferença entre as porções da membrana provavelmente é mantida por junções estreitas, que impedem a passagem de proteínas integrais da membrana de uma região para outra.

Inervação

A maioria dos tecidos epiteliais é altamente inervada por ramificações de fibras nervosas vindas da lâmina própria. Além da ineração sensorial, a inibição ou o estímulo das atividades de várias células epiteliais secretoras também depende da ineração.

Renovação das células epiteliais

A grande maioria dos tecidos epiteliais possui células que são continuamente renovadas a partir da mitose.



O tecido epitelial intestinal apresenta alta taxa de renovação celular.

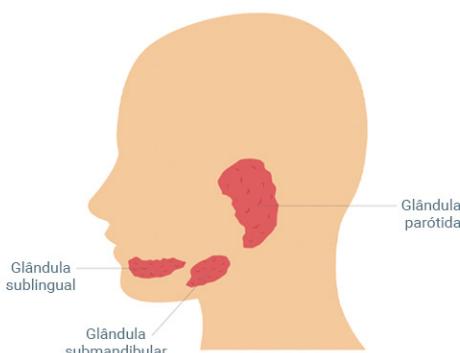
A velocidade de renovação varia de acordo com o local, podendo ser alta, como no caso do epitélio intestinal, ou baixa, como no fígado e no pâncreas.

Nos epitélios estratificados, as mitoses ocorrem na camada mais próxima à lâmina basal, onde encontramos as células-tronco desses epitélios. As novas células, então, migram para a superfície, concomitantemente à descamação das células superficiais.

Controle da atividade glandular

Normalmente, a atividade das glândulas é sujeita ao controle nervoso e endócrino. Porém, geralmente um deles predomina sobre o outro.

Um exemplo é o caso das glândulas salivares, cuja atividade está principalmente sob o controle nervoso.



A atividade das glândulas salivares está sob controle nervoso, principalmente.

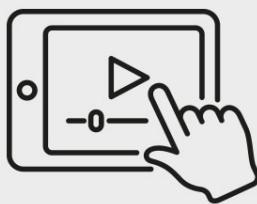
Os agentes efetores do controle são hormônios ou mediadores químicos que são reconhecidos por receptores de membrana presentes nas células glandulares.



Especializações da superfície apical

Neste vídeo, a especialista Gabriela Cardoso Caldas falará sobre as características e funções de estruturas, como cílios e flagelos, estereocílios e microvilos.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Epitélios de revestimento

Didaticamente, os epitélios são divididos em **epitélios de revestimento** e **epitélios glandulares**. Essa classificação se dá de acordo com a estrutura, arranjo de células e função principal.

Atenção

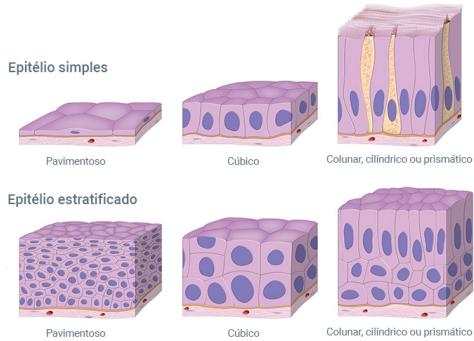
É importante comentarmos que há epitélios de revestimento nos quais todas as células são secretoras, como no epitélio que reveste a cavidade estomacal. Além disso, nos epitélios dos intestinos e da traqueia, observa-se a presença de células glandulares, as células caliciformes, entre as células de revestimento.

As células dos epitélios de revestimento se organizam em folhetos, cobrindo a superfície externa do corpo ou revestindo as cavidades internas, as grandes cavidades do corpo, o **lúmen** dos vasos sanguíneos, de todos os órgãos ocos e tubos de diversos calibres.

Esses epitélios são classificados em duas categorias principais – epitélio simples e epitélio estratificado – de acordo com o número de camadas celulares e com o formato das células da camada mais externa.

Lúmen

Espaço interno ou cavidade dentro de uma estrutura com formato de tubo num corpo. Podemos também chamar de luz.



Epitélio simples e epitélio estratificado.

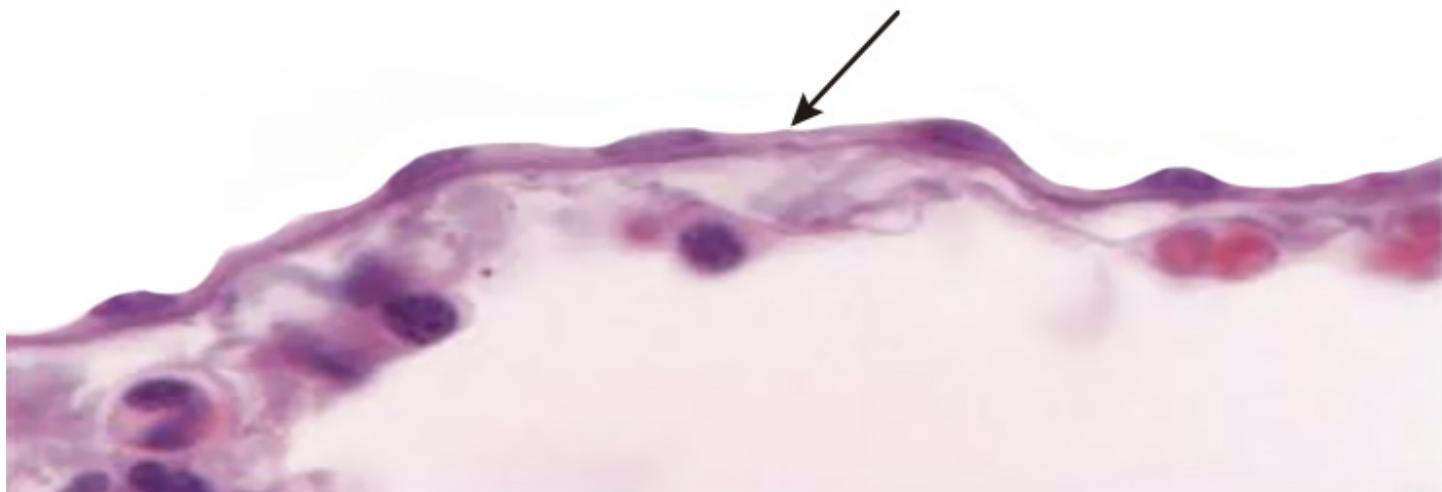
Vamos entendê-los com mais detalhes.

Epitélios simples

São formados por uma única camada de células e, de acordo com a morfologia celular, são subdivididos em:

Pavimentoso

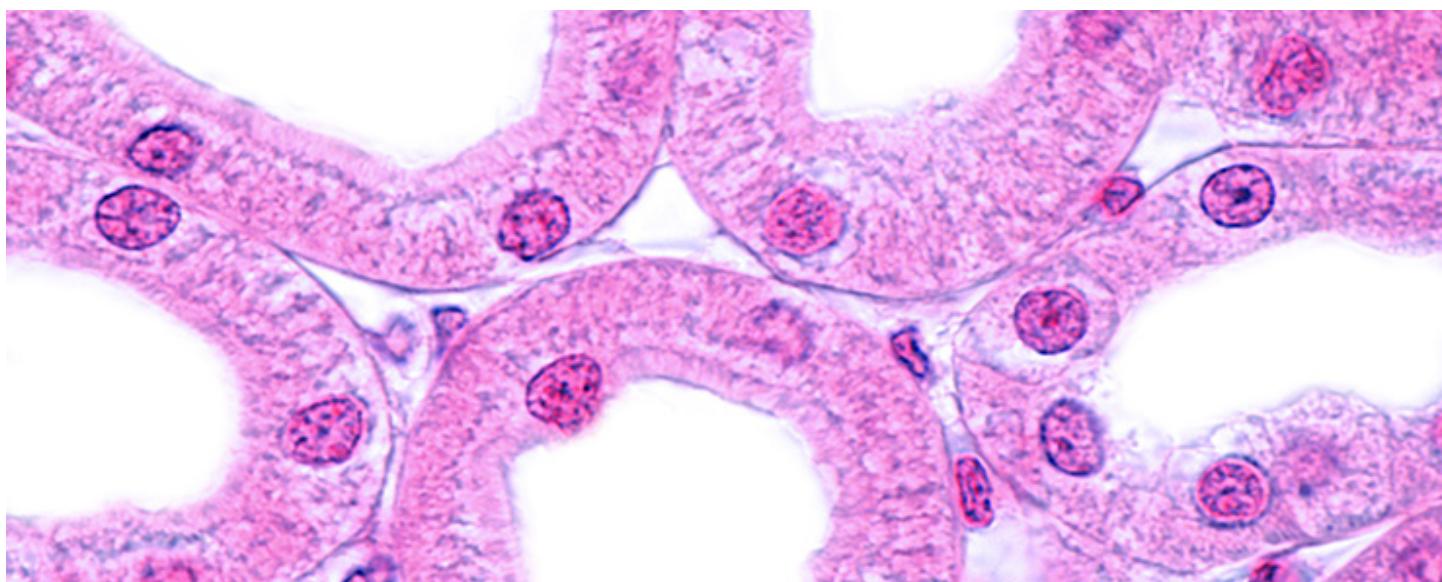
Possui células achatadas, como ladrilhos, com núcleos alongados. Quando reveste o lúmen dos vasos sanguíneos e linfáticos, é chamado de **endotélio**. O epitélio pavimentoso que reveste as grandes cavidades do corpo, como a pleural, pericárdica e peritoneal, bem como os órgãos contidos nessas cavidades, é chamado de **mesotélio**.



Epitélio simples pavimentoso do pulmão (mesotélio). Note as células (seta) achatadas, com núcleos alongados.

Cúbico

Possui células cuboides, com núcleos arredondados e altamente polarizadas. As células cúbicas são encontradas na superfície externa do ovário, por exemplo, e na parede de pequenos ductos excretores de muitas glândulas. Participam, além da secreção (da glândula tireoide, por exemplo), da absorção e do transporte ativo de íons (túbulo coletor dos rins).

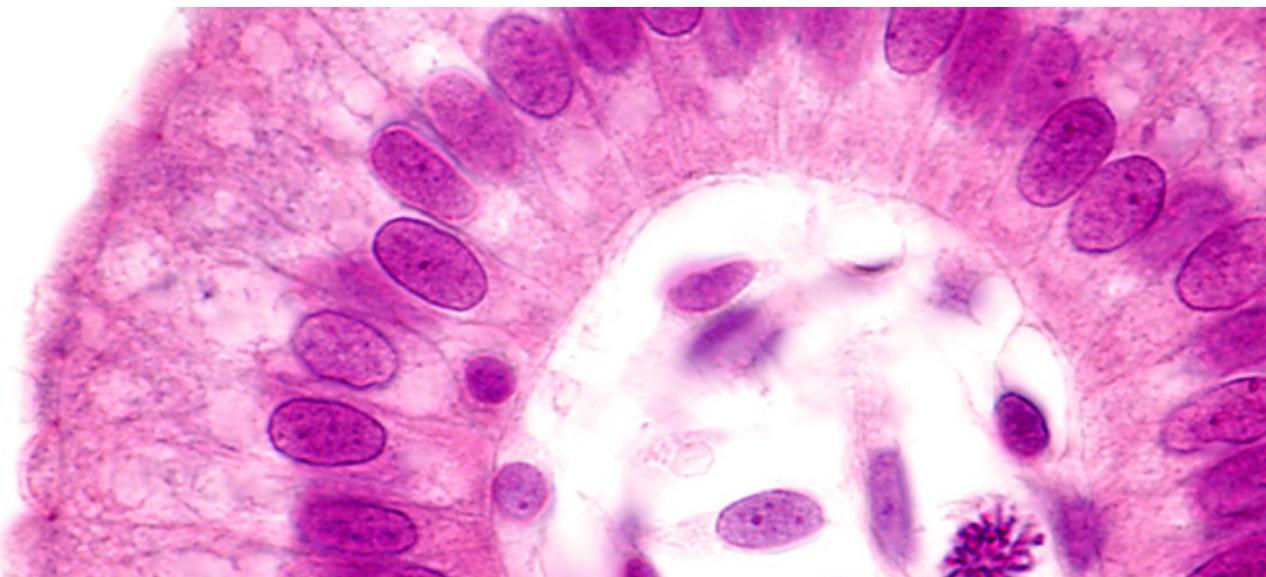


Epitélio simples cúbico no túbulo contorcido proximal. Note os núcleos arredondados e morfologia celular cuboide.

Cilíndrico, colunar ou prismático

Possui células alongadas, com núcleos alongados e elípticos, que acompanham o maior eixo da célula (perpendicular à membrana basal). Reveste o lúmen intestinal e o lúmen da vesícula biliar. Algumas células

são ciliadas, como na tuba uterina, facilitando o transporte dos espermatozoides.



Epitélio simples colunar do lúmen da vesícula biliar. Note as células alongadas, com núcleos elípticos.

Epitélios estratificados

São compostos por duas ou mais camadas de células e, de acordo com a morfologia das células presentes na camada mais externa, são subdivididos em pavimentoso, cúbico, cilíndrico e de transição.

Vamos conhecer um pouco das características de cada um desses epitélios estratificados.

Epitélio estratificado pavimentoso

Possui células que se distribuem em várias camadas e com morfologia variável, de acordo com o local onde se situam. As células mais próximas do tecido conjuntivo, as células basais, são geralmente cúbicas ou cilíndricas. Porém, ao migrarem gradativamente para a superfície do epitélio, essas células tornam-se mais achataadas.

O epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado reveste cavidades úmidas, como a boca, o esôfago e a vagina, que são sujeitas ao atrito e a forças mecânicas. Essas células descamam, sendo substituídas por outras que migram continuamente da base para a superfície.

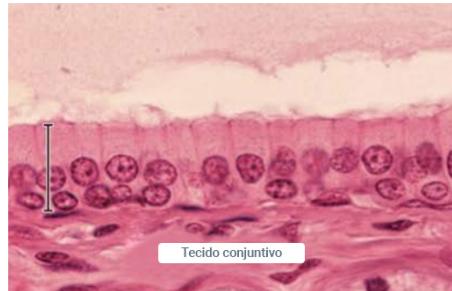


Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado.

Já no **epitélio estratificado pavimentoso queratinizado**, como a superfície da pele, as células mais superficiais morrem, perdem suas organelas e seu citoplasma é ocupado por grande quantidade de queratina. Essa camada de queratina é muito útil, pois confere grande proteção e impede a perda de líquido pela pele.

Epitélio estratificado cúbico

É raro, sendo encontrado em curtos trechos de ductos excretores de glândulas, por exemplo.



Epitélio estratificado cúbico/colunar de ducto excretor de glândula salivar.

Epitélio estratificado cilíndrico

Assim como o cúbico, é raro no organismo. É encontrado na conjuntiva do olho.

Epitélio estratificado de transição

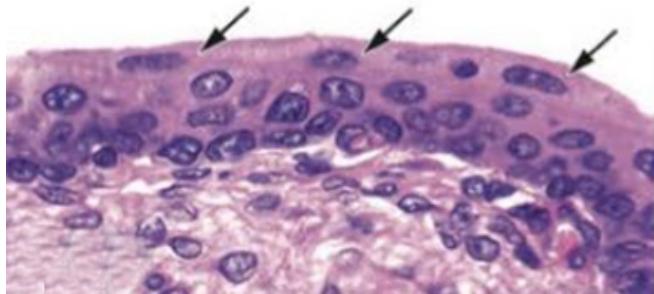
Reveste a bexiga, o ureter e a porção inicial da uretra. Suas células têm morfologia variada, de acordo com o estado de distensão ou relaxamento do órgão. Vejamos um exemplo:



Epitélio de transição em bexiga vazia

Quando a nossa bexiga está vazia, as células mais superficiais apresentam-se frequentemente globosas, de superfície convexa.

Na figura, é possível observar as células epiteliais com morfologia globosa, mostradas pelas setas.



Epitélio de transição em bexiga cheia

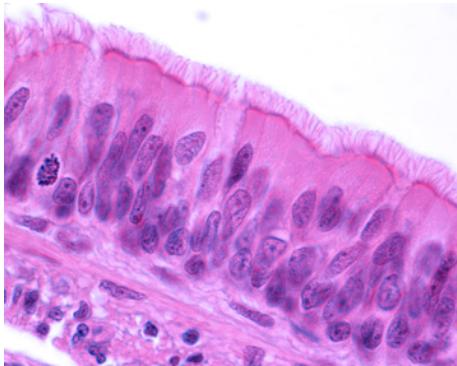
Quando a bexiga se enche, o número de camadas celulares parece diminuir, as células superficiais ficam mais achatadas e o epitélio mais delgado.

A figura mostra a bexiga cheia nota-se que as células tendem a apresentar morfologia mais achatada.

Epitélios pseudoestratificados

O epitélio pseudoestratificado tem esse nome porque, apesar de ser formado por apenas uma camada de células, os núcleos são vistos em diferentes alturas, dando a impressão de existir várias camadas.

Ocorre que, embora as células estejam apoiadas na lámina basal, nem todas alcançam a superfície, fazendo com que a posição dos núcleos varie.



Epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado da traqueia.

O exemplo clássico é o epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado, que reveste as passagens respiratórias de maior calibre, desde o nariz até os brônquios.

Curiosidade

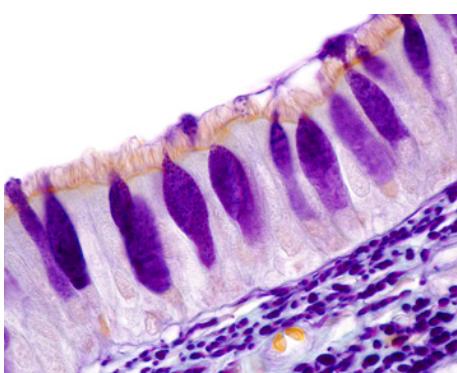
Os neuroepitélios são um tipo especial de epitélio, constituído de células de origem epitelial, com funções sensoriais especializadas. Exemplos são as células das papilas gustativas e da mucosa olfatória.

Tecido epitelial glandular

O tecido epitelial glandular é constituído por células especializadas em sintetizar, armazenar e secretar proteínas (como o pâncreas), lipídeos (como a adrenal) ou complexos de carboidratos e proteínas (como as glândulas salivares).

Porém, existem glândulas capazes de secretar todos os tipos de substâncias citadas, como as glândulas mamárias, e glândulas que possuem baixa capacidade de síntese, como as sudoríparas.

Geralmente, essas substâncias secretadas são temporariamente armazenadas em pequenas vesículas celulares, nos **grânulos de secreção**.

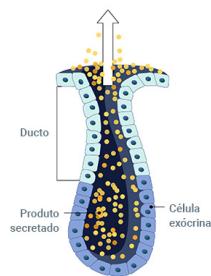


Células caliciformes presentes no epitélio do trato respiratório.

As glândulas podem ser unicelulares ou multicelulares. A célula caliciforme, presente no intestino delgado ou no trato respiratório, é um exemplo de glândula unicelular. Porém, o termo **glândula** normalmente é utilizado para caracterizar agregados multicelulares de células epiteliais glandulares.

Partindo do conceito que são multicelulares, as glândulas são sempre formadas por epitélios de revestimento cujas células se proliferam e invadem o tecido conjuntivo vizinho, sofrendo então diferenciação adicional.

Existem dois tipos de glândulas:

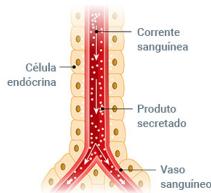


Glândula exócrina.

Glândulas exócrinas

As **glândulas exócrinas** mantêm a conexão com o tecido epitelial originário, formando **ductos tubulares** responsáveis por transportar as substâncias secretadas. Os produtos secretados, então, alcançam as cavidades ou a superfície corporal. Essas glândulas apresentam duas porções: uma **porção secretora**, formada pelas células responsáveis pela secreção, e os **ductos secretores**.

Quando a glândula exócrina possui somente um ducto sem ramificações, é chamada de **glândula simples**, enquanto as **glândulas compostas** são aquelas que possuem ductos ramificados.



Glândula endócrina.

Glândulas endócrinas

Já nas **glândulas endócrinas**, essa conexão com o epitélio originário é desfeita durante o desenvolvimento do organismo. Logo, **não existem ductos** e as substâncias são liberadas na corrente sanguínea, sendo transportadas até seu local de ação. Essas glândulas podem se apresentar em tipos diferentes de organização celular: a adrenal e a paratireoide, por exemplo, que possuem células organizadas em cordões permeados por capilares sanguíneos. Já na tireoide, as células formam vesículas ou folículos preenchidos com a substância a ser secretada.

Lândulas compostas

Normalmente, as grandes glândulas compostas são envolvidas por uma cápsula de tecido conjuntivo. Prolongamentos dessa cápsula, chamados de septos, dividem a glândula em partes denominadas lóbulos. Muitos ductos maiores passam pelo septo, além de vasos sanguíneos e nervos, que penetram na glândula e se ramificam no interior desses septos.

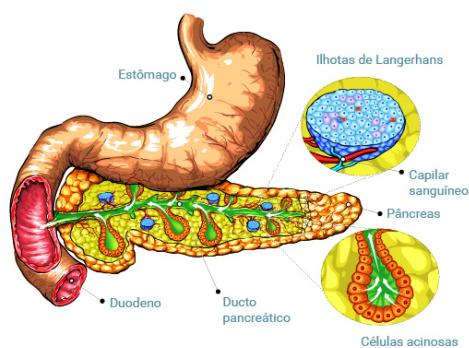
Alguns órgãos possuem tanto funções endócrinas quanto exócrinas, nas quais um só tipo de célula pode atuar de ambas as maneiras.

Exemplo

O fígado, no qual as células secretam a bile pelos ductos, mas também secretam substâncias na circulação sanguínea.

Além disso, existem órgãos nos quais algumas células são especializadas na secreção exócrina e outras na secreção endócrina.

O exemplo nesse caso é o pâncreas: enquanto as células acinosa liberam enzimas digestivas na cavidade intestinal, as células das ilhotas de Langerhans secretam insulina e glucagon na corrente sanguínea.



O pâncreas possui células que são especializadas em secreção exócrina e outras especializadas na secreção endócrina.

Em algumas glândulas, como as mamárias, sudoríparas e salivares, as porções secretoras são envolvidas pelas chamadas células mioepiteliais. Essas células

ramificadas contêm miosina e muitos filamentos de actina, sendo capazes de contração. Desse modo, ajudam na expulsão da secreção dessas glândulas.

Tipos e mecanismos de secreção

Com base no tipo de secreção, as glândulas exócrinas podem ser classificadas em:

Glândulas mucosas

Quando seu produto secretado é rico em glicoproteínas e água.

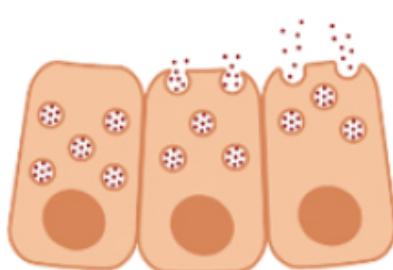
Glândulas serosas

Com secreções ricas em proteína e água.

Glândulas mistas

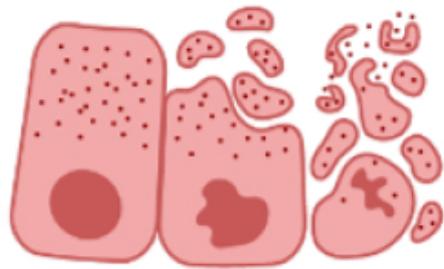
Que contêm células mucosas e células serosas.

Além disso, de acordo com a maneira pela qual as substâncias são secretadas pelas células, as glândulas exócrinas também podem ser classificadas em:



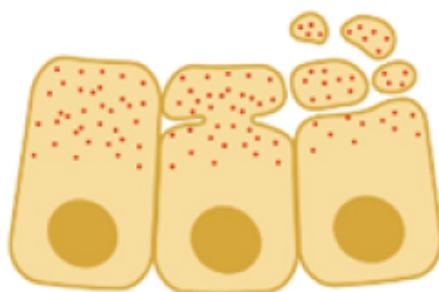
Merócrinas

Nessas glândulas (pâncreas, por exemplo), a secreção acumulada nos grânulos de secreção é liberada por meio de exocitose, sem perda de qualquer outro material celular.



Holócrinas

Nesse tipo de glândula, como, por exemplo, as glândulas sebáceas, a substância a ser secretada é eliminada junto com toda a célula, em um processo que envolve a destruição das células cheias de secreção.



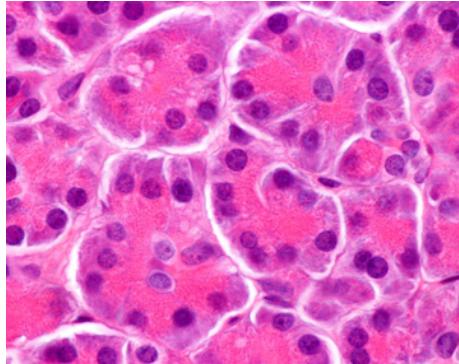
Apócrinas

Nesse tipo de glândula, como a glândula mamária, a secreção ocorre por um mecanismo intermediário – o produto da secreção é liberado juntamente com pequenas porções de citoplasma da região apical.

Ácinos serosos e túbulos mucosos

Os ácinos serosos e os túbulos mucosos são unidades glandulares muito comuns no organismo, presentes em vários órgãos.

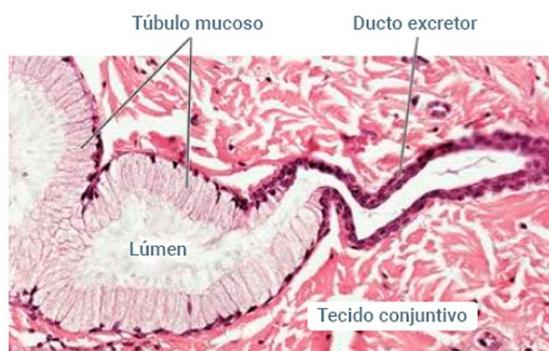
Os ácinos serosos são pequenas porções secretoras arredondadas, formadas por células colunares, com lúmen bem reduzido que muitas vezes dificulta a visualização dos limites celulares.



Ácinos serosos do pâncreas.

Os núcleos das células acinosa sãos esféricos, com cromatina frouxa, nucléolos frequentes e se situam na porção basal da célula. A região apical é ocupada por grânulos de secreção (aparece em rosa, na coloração por eosina), enquanto a região basal, rica em RNA, cora bem pela hematoxilina, aparecendo arroxeadas.

Já os túbulos mucosos sãos estruturas alongadas, tubulares, frequentemente ramificadas. As células sãos largas, geralmente piramidais, com lúmen dilatado. Os núcleos normalmente possuem cromatina condensada, corando-se fortemente pela hematoxilina. Porém, o citoplasma é pouco corado. Algumas glândulas, como a submandibular, sãos formadas tanto por ácinos serosos como por túbulos mucosos.



Túculo mucoso da parede do esôfago. Note células pouco coradas, núcleos próximos à lámina basal e lúmen dilatado.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

O tecido epitelial reveste as superfícies corporais internas ou externas, além de formar as glândulas.

Sobre as características dos epitélios, é correto afirmar que

- A os epitélios de revestimento têm origem no ectoderma, enquanto os epitélios glandulares possuem origem mesodérmica.
- B as zônulas de oclusão e de adesão costumam estar localizadas na região basal da célula, próximo ao tecido conjuntivo.
- C o tecido epitelial apresenta alta vascularização e ineração por fibras simpáticas, que se dá de maneira direta.
- D em muitas células epiteliais, a distribuição das organelas no polo basal da célula é diferente daquela no polo apical.
- E nos epitélios estratificados, as mitoses ocorrem na camada mais superficial, que está sujeita à descamação.

Parabéns! A alternativa D está correta.

As células epiteliais apresentam uma característica denominada polaridade. Isso significa que diferentes regiões celulares (basal ou apical) podem ter funções diferentes. Em células epiteliais com grande atividade de absorção, por exemplo, a membrana apical pode conter enzimas que completam a digestão de moléculas a serem absorvidas.

Questão 2

Vimos que o tecido epitelial glandular é formado por células epiteliais especializadas em sintetizar, armazenar e secretar substâncias. A seguir, são listadas uma série de características desse epitélio. Assinale a alternativa que indica uma característica correta desse tecido:

A

Todos os tipos de glândulas são especializados em produzir apenas um determinado tipo de substância: proteínas, lipídeos ou complexos de carboidratos e proteínas.

B As glândulas endócrinas mantêm a conexão com o tecido epitelial originário, formando ductos secretores.

C As células acinosas do pâncreas são endócrinas e as ilhotas de Langerhans são exócrinas e, assim, são glândulas mistas.

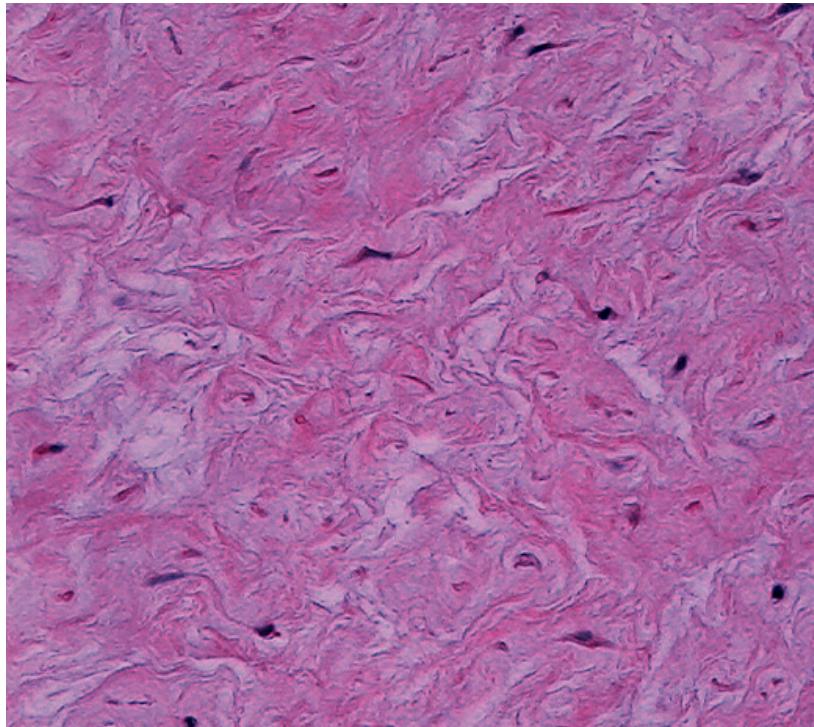
D As glândulas exócrinas possuem somente ductos de secreção ramificados, de forma a alcançar mais áreas.

E Em glândulas como as salivares, as células mioepiteliais se contraem e auxiliam na secreção das substâncias.

Parabéns! A alternativa E está correta.

Algumas glândulas apresentam região secretora envolvida por células mioepiteliais, células que contêm filamentos de miosina e actina, sendo capazes de contração, auxiliando na secreção e expulsão das substâncias. São exemplos as glândulas mamárias, sudoríparas e salivares.



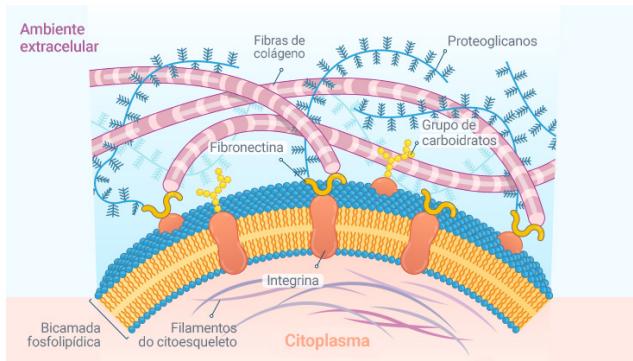


2 - Tecido conjuntivo

Ao final deste módulo, você deverá ser capaz de reconhecer os principais componentes e funções do tecido conjuntivo adulto, bem como a localização do tecido conjuntivo embrionário.

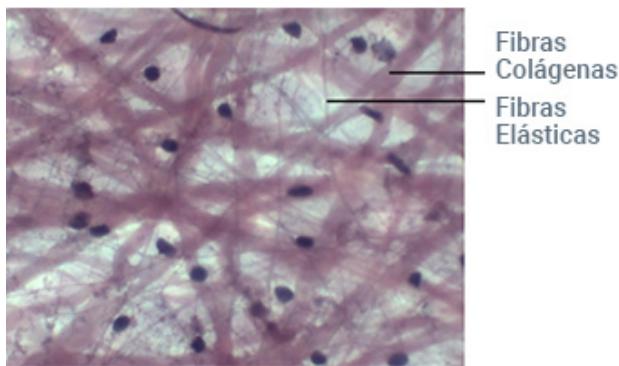
Estrutura geral e funções do tecido conjuntivo

Diferentemente dos outros tipos de tecidos do corpo, que são formados principalmente por células, o tecido conjuntivo é constituído principalmente pela **matriz extracelular**, a MEC. A matriz consiste em combinações de proteínas fibrosas (fibras) e proteoglicanos (componentes da substância fundamental) que envolvem as **células do tecido conjuntivo**. Além de servir como um meio de troca de nutrientes e metabólitos entre as células e o sangue, a matriz extracelular conecta e liga as células e os órgãos, dando suporte estrutural.



A matriz extracelular.

Vamos conhecer um pouco mais sobre esses dois tipos de proteínas.



Preparado total de mesentério, mostrando as fibras colágenas e elásticas.

As **fibras**, predominantemente compostas de colágeno, constituem os tendões, as cápsulas de órgãos e as meninges do sistema nervoso central. Também constituem as paredes que existem no interior dos órgãos, representando o componente mais resistente do **estroma**, o tecido de sustentação desses órgãos. As fibras pertencentes ao sistema elástico, por sua vez, apresentam funções variáveis, podendo oferecer resistência e elasticidade aos tecidos.

A **substância fundamental** é um complexo viscoso e altamente **hidrofílico** de macromoléculas aniónicas (com carga elétrica negativa), como os proteoglicanos e glicosaminoglicanos e **glicoproteínas multiadesivas**, como a laminina e a fibronectina, que se ligam a proteínas receptoras, as **integrinas**, presentes nas superfícies das células, bem como a outros componentes da matriz extracelular, fornecendo, desse modo, força tensora e rigidez à matriz.

Ao contrário das células epiteliais, que possuem pouco material intercelular, as **células** dos tecidos conjuntivos estão amplamente separadas pelos componentes da matriz. Essas células desempenham funções importantes no armazenamento de metabólitos, nas respostas imunológicas, inflamatórias e no reparo tecidual após lesão.

hidrofílico

Que apresenta afinidade com moléculas de água, tendendo a ser dissolvido nela.

Saiba mais

Enquanto as células epiteliais não possuem suprimento sanguíneo ou linfático direto, a maioria dos tecidos conjuntivos é suprida por vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos.

Como você deve ter notado, os tecidos conjuntivos apresentam uma diversidade de componentes e são responsáveis pelo estabelecimento e pela manutenção da forma do corpo. Adicionalmente, os componentes

do tecido conjuntivo desempenham outros papéis biológicos importantes, como o de reserva para muitos fatores de crescimento que controlam a proliferação e a diferenciação celular.

Os tecidos conjuntivos podem ser classificados em três principais grupos:

(1) tecidos conjuntivos propriamente ditos;

(2) tecidos conjuntivos embrionários, que veremos com mais detalhes adiante;

(3) tecidos conjuntivos especiais (tecido adiposo, tecido cartilaginoso, tecido ósseo e tecido hematopoiético), que serão abordados separadamente durante os seus estudos.

Características do tecido conjuntivo adulto: células, fibras e substância fundamental

Células

As células do tecido conjuntivo compreendem:

Fibroblastos

Macrófagos

Mastócitos

Plasmócitos

Células adiposas

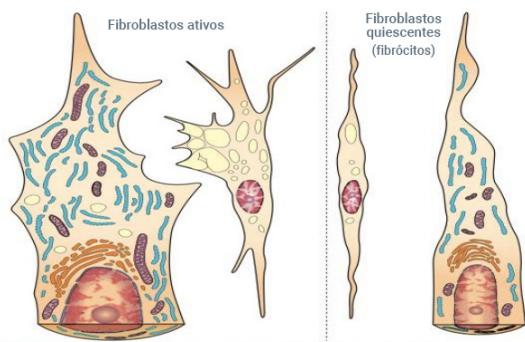
Leucócitos

Algumas delas, como os fibroblastos, são produzidas localmente e permanecem no tecido. Outras, como os leucócitos, vêm de outros locais e podem ficar temporariamente no tecido conjuntivo. Agora, vamos resumir

as principais funções e características dessas células.

Fibroblastos

São as células mais comuns do tecido conjuntivo. Sintetizam colágeno, elastina, glicosaminoglicanos, proteoglicanos e glicoproteínas multiadesivas que farão parte da matriz extracelular. Além disso, estão envolvidos na produção de fatores de crescimento, que controlam a proliferação e a diferenciação celular. Os fibroblastos, como você viu, são células com intensa capacidade de síntese. Porém, quando apresentam metabolismo quiescente, são chamados de fibrócitos. Já os fibrócitos, por serem células quiescentes, raramente sofrem mitoses (divisão) nos adultos, exceto em casos de necessidade de células adicionais.



Esquema ilustrativo das diferenças entre fibroblastos e fibrócitos. Note que os fibrócitos possuem núcleo menor, são mais delgados e com aspecto fusiforme.

No quadro a seguir coneceremos as principais diferenças morfológicas entre essas duas células.

Fibroblastos	Fibrócitos
Núcleo grande, ovoide e fracamente corado.	Núcleo menor, mais escuro e mais alongado.
Citoplasma abundante, com muitos prolongamentos.	Menores e mais delgados, tendem a um aspecto fusiforme. Poucos prolongamentos citoplasmáticos.
Rico em retículo endoplasmático rugoso, com aparelho de Golgi bem desenvolvido.	Pouca quantidade de retículo endoplasmático rugoso.

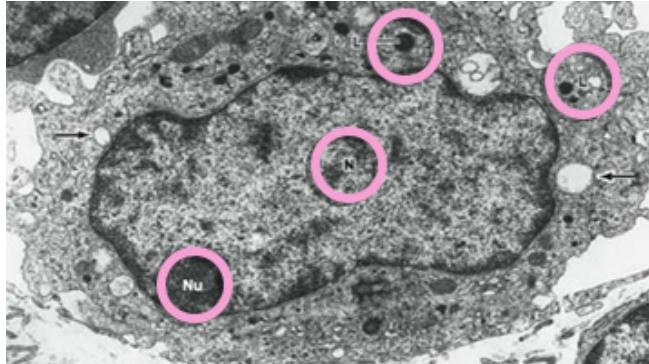
Quadro: Diferenças entre fibroblastos e fibrócitos.

Elaborado por: Gabriela Cardoso Caldas

Macrófagos

São células de vida longa, distribuídas na maioria dos tecidos e que podem se proliferar localmente.

Apresentam características morfológicas variáveis, dependendo do seu estado de atividade e local.



Macrófago observado por microscopia eletrônica de transmissão. As setas indicam os vacúolos de fagocitose. N: núcleo, Nu: nucléolo, L: lisossomos

Possuem capacidade de **fagocitar** substâncias estranhas e agentes microbianos, além de atuarem na secreção de **citocinas**, no processamento e na apresentação de抗ígenos. Apresentam superfície irregular, complexo de Golgi e retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvidos e muitos lisossomos.

agocitar

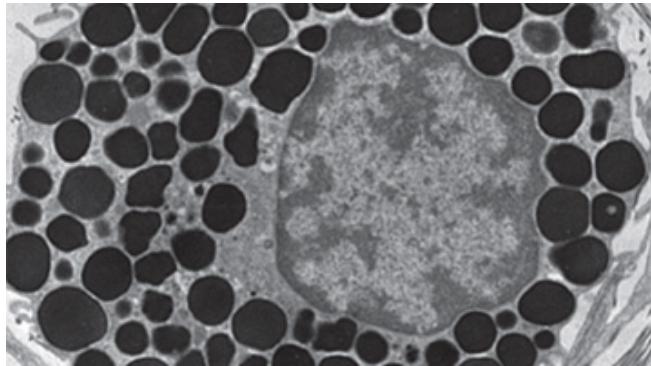
Fagocitose é o processo de ingestão e destruição de partículas, como bactérias ou restos de células necróticas. É realizada por células chamadas de fagócitos (monócitos, macrófagos, neutrófilos e células dendríticas), que usam sua membrana plasmática para englobar essas partículas.

itocinas

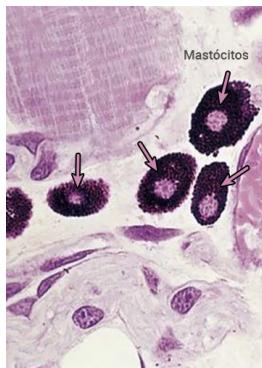
São proteínas produzidas por muitos tipos celulares (principalmente linfócitos, células dendríticas e macrófagos ativados, mas também células endoteliais, epiteliais e do tecido conjuntivo) que têm por função mediar e regular as respostas imunológicas inflamatórias.

Mastócitos

Os mastócitos são derivados de células multipotentes hematopoiéticas. São células globosas, grandes e com citoplasma repleto de grânulos.



São células globosas, grandes e com citoplasma repleto de grânulos.



Corte histológico de língua de rato contendo vários mastócitos.

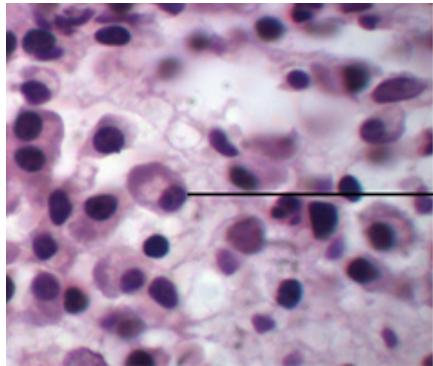
Apesar de serem amplamente distribuídos pelo corpo, são particularmente abundantes na derme e nos tratos digestivo e respiratório.

Sua principal função é estocar mediadores químicos da resposta inflamatória, como a histamina e a heparina em seus grânulos secretores.

Além disso, também atuam na resposta imune, na inflamação, nas reações alérgicas e nas infecções parasitárias.

Plasmócitos

São células derivadas dos linfócitos B, responsáveis pela síntese de anticorpos.



Plasmócito em corte histológico de granuloma dental.

Pouco numerosos no tecido conjuntivo, encontram-se em maior quantidade nas inflamações crônicas e nos locais propensos à penetração de bactérias e proteínas estranhas, como a mucosa intestinal. Os plasmócitos são células grandes e ovoides, com citoplasma rico em retículo endoplasmático rugoso.

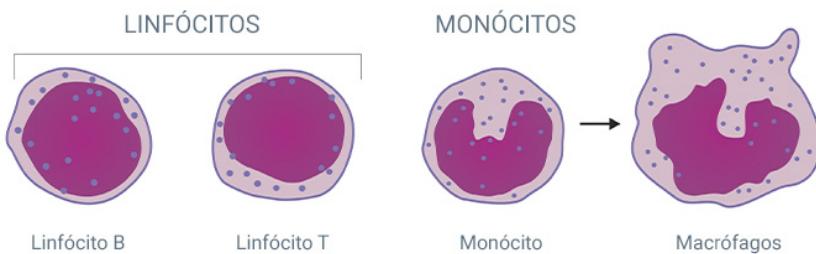
Leucócitos

Também conhecidos como glóbulos brancos, os leucócitos são células especializadas na defesa contra microrganismos agressores. São divididos em dois grandes grupos:



Granulócitos

Os granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) apresentam grânulos citoplasmáticos e núcleos com formato irregular.

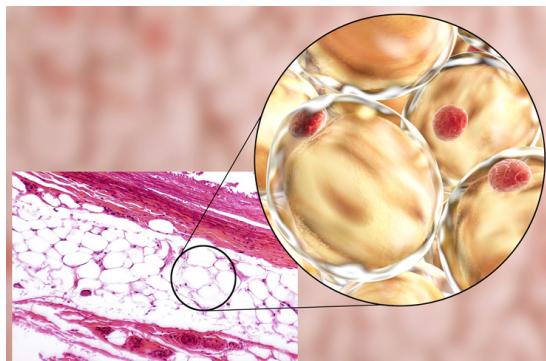


Agranulócitos

Os agranulócitos (linfócitos e monócitos) não têm grânulos e apresentam morfologia nuclear regular.

Células adiposas

São células do tecido conjuntivo especializadas no armazenamento de energia na forma de triglicerídeos. Discutiremos suas funções e características com mais detalhes quando estudarmos o tecido adiposo.



Corte histológico do tecido adiposo, mostrando em destaque a ilustração de adipócitos.

Fibras

Outro componente do tecido conjuntivo são as fibras, formadas por proteínas que se polimerizam formando estruturas alongadas.

Os três tipos principais são as **fibras colágenas, reticulares e elásticas**.

As fibras colágenas e as reticulares são formadas pela proteína colágeno e as fibras elásticas são compostas principalmente pela proteína **elastina**. A distribuição desses três tipos varia nos diferentes tipos de tecidos conjuntivos, vejamos:

Fibras colágenas

O colágeno é a proteína mais abundante do organismo e pode ser classificado nos seguintes grupos:

Colágenos que formam longas fibrilas

Compreendem os colágenos dos tipos I, II, III, V e VI. O colágeno do tipo I é o mais abundante e amplamente distribuído no organismo. Suas fibrilas formam ossos, dentina, tendões, derme etc.

Colágenos associados a fibrilas

Compreendem os colágenos dos tipos IX, XII e XIV. São estruturas curtas, que ligam as fibrilas de colágeno umas às outras e a outros componentes da matriz.

Colágeno que forma rede

As moléculas de colágeno do tipo IV se associam para formar uma rede e representam um dos principais componentes da lâmina basal, onde atuam na aderência e filtração.

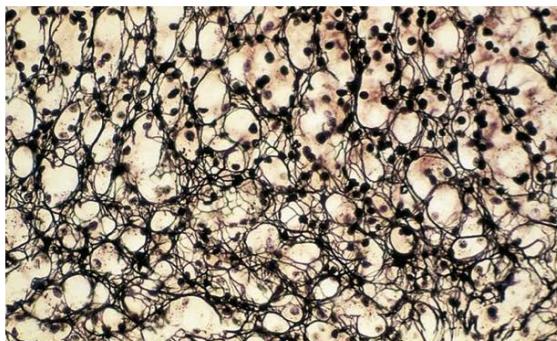
Colágeno de ancoragem

O colágeno do tipo VII é encontrado nas fibrilas que ancoram as fibras de colágeno tipo I à lâmina basal.

Fibras reticulares

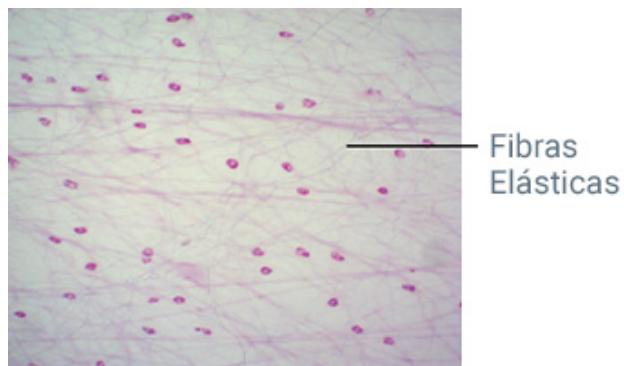
São formadas principalmente por colágeno do tipo III. São bem finas e apresentam disposição frouxa, formando uma **extensa rede delicada** ao redor de células de órgãos parenquimatosos (órgãos onde

predominam células), como as glândulas endócrinas. Essa rede também é flexível e, por isso, está presente em órgãos sujeitos a mudanças fisiológicas de forma ou volume, como útero, baço, fígado e artérias.



Corte histológico do córtex da glândula adrenal corado pela prata, evidenciando as fibras reticulares.

Fibras elásticas



Preparado total de mesentério, mostrando as fibras elásticas.

As fibras elásticas fazem parte do sistema elástico juntamente com as fibras oxitalânica e elaunínica. As três representam estágios sucessivos de desenvolvimento.

Vamos conhecer melhor os estágios dessas fibras:

Primeiro estágio

Temos as fibras oxitalânicas, que consistem em feixes de microfibrilas compostas de diversas glicoproteínas, como a fibrilina, que forma a estrutura necessária para a deposição da elastina.

Segundo estágio

Ocorre deposição irregular de elastina entre as microtibrilas oxitalânicas, formando as fibras elaunínicas.

Terceiro estágio

A elastina continua a se acumular, ocupando todo o centro do feixe de microfibrilas e formando as fibras elásticas, componente mais abundante do sistema elástico.

Comentário

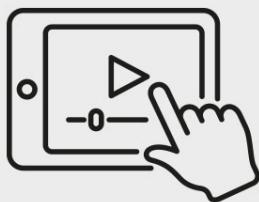
As fibras oxitalânicas não têm elasticidade, mas são altamente resistentes a forças de tração, enquanto as fibras elásticas, ricas em elastina, distendem-se facilmente quando tracionadas.



Biossíntese do Colágeno

Neste vídeo, a especialista Gabriela Cardoso Caldas falará sobre as etapas fundamentais da biossíntese do colágeno do tipo I, o mais abundante.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



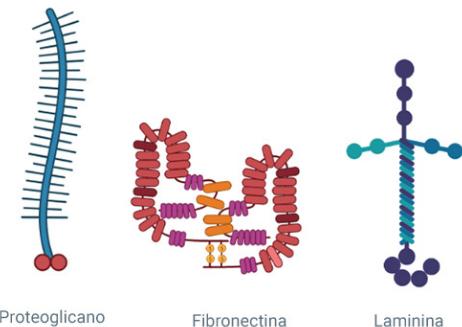
Substância Fundamental

A substância fundamental é uma mistura complexa altamente hidratada de moléculas aniónicas (glicosaminoglicanos e proteoglicanos) e glicoproteínas multiadesivas. Essa mistura preenche os espaços entre as células e as fibras do tecido conjuntivo e, por conta da sua viscosidade, atua como lubrificante e como barreira contra microrganismos invasores.

A maioria dos **glicosaminoglicanos** presentes no tecido conjuntivo é formada por unidades repetitivas de dissacarídeos, compostas por ácido urônico (ácido glicurônico ou ácido idurônico) e hexosamina (glicosamina e galactosamina).

Essas moléculas são precursoras de moléculas bem maiores, os proteoglicanos. Além de atuarem como componentes estruturais da matriz extracelular e ancorarem as células nela, os proteoglicanos também se ligam a fatores de crescimento.

Já as **glicoproteínas multiadesivas**, representadas principalmente pela **fibronectina** e **laminina**, apresentam papel importante na interação entre células vizinhas nos tecidos adultos e embrionários, além de ajudar na adesão celular ao substrato.



Representação esquemática do proteoglicano e das glicoproteínas multiadesivas – fibronectina e laminina.

Tipos de tecido conjuntivo

Tecido conjuntivo propriamente dito (frouxo e denso)

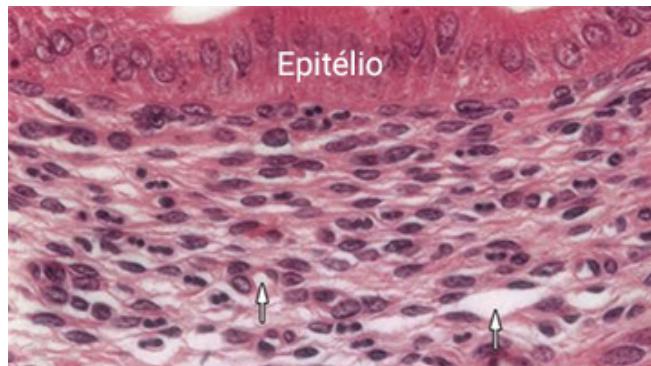
Os tecidos conjuntivos adultos são capazes de apresentar uma alta diversidade estrutural, uma vez que a proporção das células em relação aos outros componentes – as fibras e a substância fundamental – varia de um tecido para outro. Essa proporção de células e da matriz extracelular é utilizada como critério para dividirmos o tecido conjuntivo propriamente dito em frouxo e denso. Mas fique calmo, você já vai entender o porquê.

Tecido conjuntivo frouxo

Apresenta todos os componentes estruturais do tecido conjuntivo, mas **não vemos predominância de nenhum deles**. Os fibroblastos e os macrófagos são as células mais numerosas, além das fibras

colagênicas e elásticas. O tecido conjuntivo frouxo possui consistência delicada, flexível, não sendo muito resistente a trações.

É um tecido muito comum, bem vascularizado, que preenche os espaços entre grupos de células musculares, forma camadas em torno dos vasos sanguíneos e fornece suporte às células epiteliais. Está presente também nas papilas da derme, nas membranas serosas que revestem as cavidades peritoneais e nas glândulas.



Corte histológico de útero de camundongo, mostrando o endométrio.

O tecido conjuntivo frouxo também está presente no endométrio. Na figura podemos observar o endométrio (constituído por epitélio e tecido conjuntivo frouxo), com os capilares sanguíneos mostrados pelas setas e os núcleos de fibroblastos distribuídos aleatoriamente entre as fibras de colágeno.

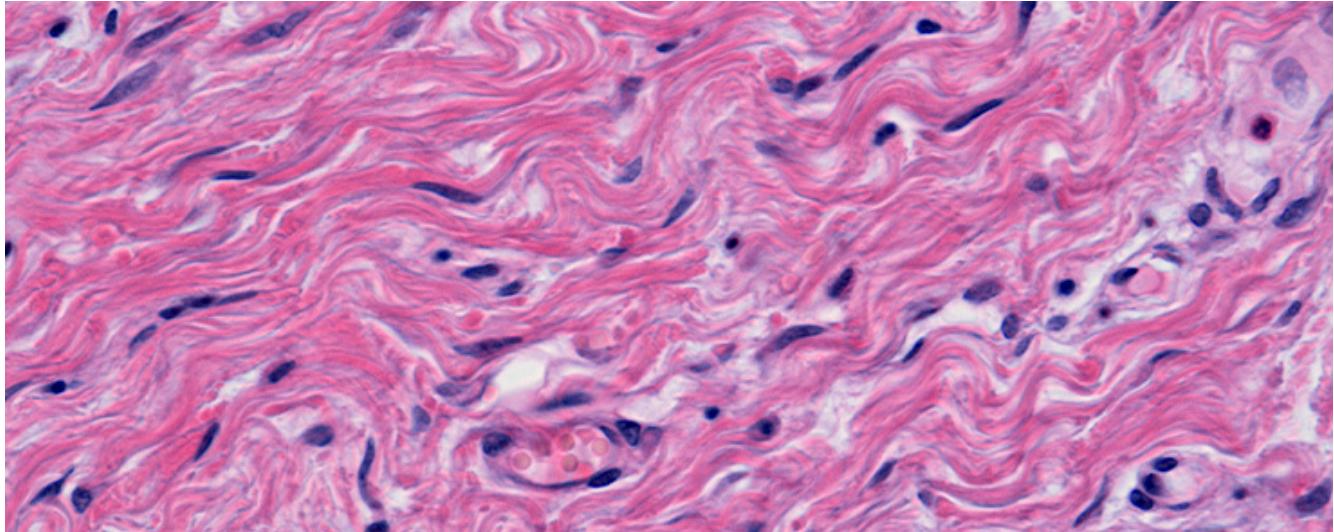
Tecido conjuntivo denso

Ao contrário do tecido conjuntivo frouxo, o tecido conjuntivo denso é adaptado para oferecer resistência e proteção aos tecidos. Logo, é menos flexível e mais resistente à tensão. Apresenta menos células e uma **predominância evidente de fibras colágenas**.

Dependendo da disposição das fibras de colágeno, eles podem ser classificados como:

Denso não modelado

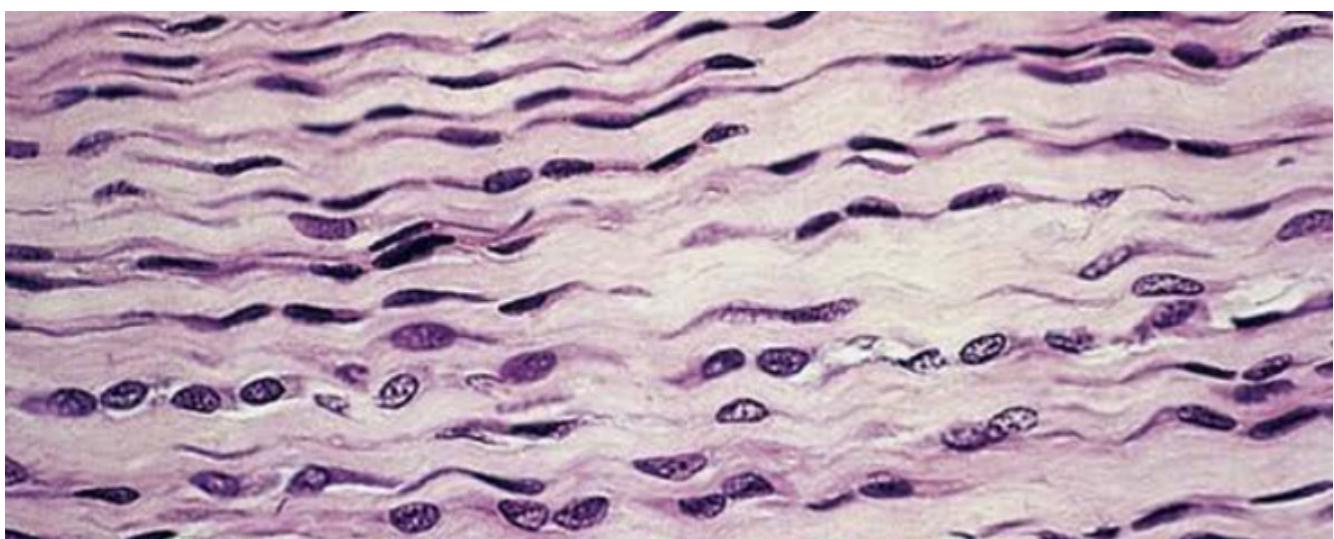
Quando essas fibras são organizadas em feixes espessos e ondulados, sem uma orientação definida. Os fibroblastos encontram-se esparsos, separados pelos feixes de colágeno, e reconhecidos por seu núcleo oval. As fibras formam uma trama tridimensional, conferindo ao tecido resistência às trações oferecidas em qualquer direção. Exemplos de locais onde podemos encontrar o tecido denso não modelado são a **derme profunda da pele e na submucosa do tubo digestivo**.



Corte histológico de tecido conjuntivo denso não modelado, na derme.

Denso modelado

Quando os feixes de colágeno se dispõem paralelamente uns aos outros, alinhados com os fibroblastos. É um tecido conjuntivo onde os fibroblastos orientam as fibras que produzem, de modo a garantir o máximo de resistência às forças a que são submetidos. Os feixes de colágeno são separados por fileiras lineares de fibrócitos. Os núcleos dessas células são vistos como linhas escuras ao microscópio de campo claro. Um bom exemplo de tecido conjuntivo denso modelado são os tendões, estruturas alongadas e cilíndricas que fazem a conexão dos músculos estriados aos ossos.

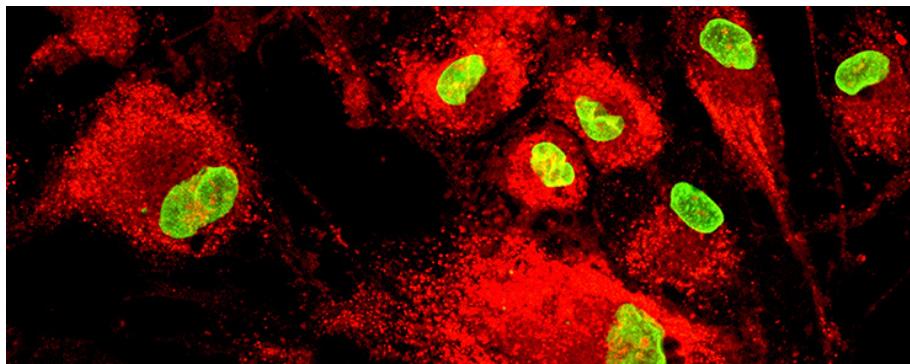


Corte longitudinal de tecido denso modelado de tendão.

Tecido conjuntivo embrionário

O tecido conjuntivo embrionário é dividido em mesênquima (no embrião) e tecido mucoide (no cordão umbilical).

Agora, vamos conhecer suas funções e características.



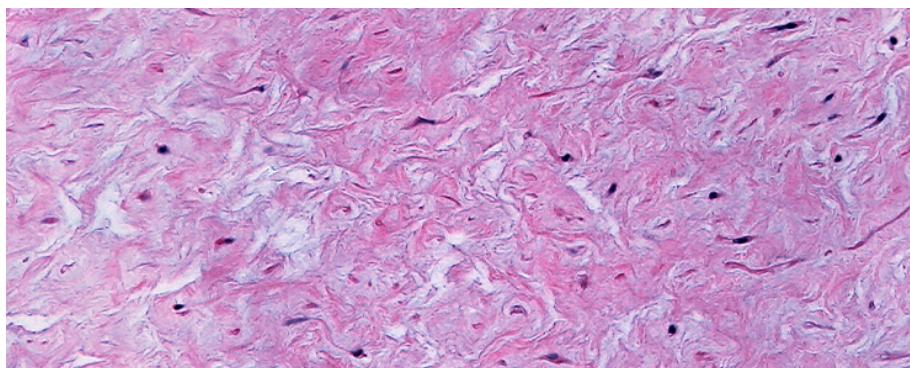
Células mesenquimais vistas ao microscópio confocal. Núcleos aparecem em verde e o citoplasma, bem como os processos celulares, em vermelho.

Mesênquima

O mesênquima é a origem dos tecidos conjuntivos e consiste em um tecido embrionário formado pelas **células mesenquimais**, que são células alongadas com núcleo oval, cromatina fina e nucléolo proeminente. Estas células apresentam muitos prolongamentos citoplasmáticos e estão imersas em uma matriz extracelular abundante, viscosa e com poucas fibras.

O mesênquima se origina principalmente a partir do mesoderma, do qual as células mesenquimais migram e penetram nos órgãos em desenvolvimento.

Outros tipos de tecidos conjuntivos, músculos, vasos, mesotélio e sistema urogenital têm origem a partir do amadurecimento do mesênquima.



Corte histológico do tecido conjuntivo mucoide no cordão umbilical (geleia de Wharton).

Tecido mucoide

O tecido conjuntivo mucoide é o principal componente do cordão umbilical (chamado de **geleia de Wharton**), sendo encontrado também na polpa jovem dos dentes.

Esse tecido tem consistência gelatinosa, por conta da matriz composta principalmente por ácido hialurônico e pouquíssimas fibras. Suas principais células são os fibroblastos.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Aprendemos que os fibroblastos são as células mais comuns do tecido conjuntivo. Apresentam grande capacidade de síntese, mas quando estão quiescentes são chamados de fibrócitos. Em relação às diferenças entre eles, é correto afirmar que

- A os fibroblastos sintetizam colágeno e elastina, enquanto os fibrócitos são especializados na produção de proteoglicanos e glicoproteínas.
- B os fibroblastos apresentam abundante retículo endoplasmático liso e complexo de Golgi bem desenvolvido.
- C Os fibrócitos são células quiescentes e raramente se dividem, porém os fibroblastos apresentam taxas de mitose mais altas.
- D os fibrócitos apresentam aspecto fusiforme, com muitos prolongamentos citoplasmáticos e o núcleo na periferia.

- E por conta do grande retículo endoplasmático rugoso, o núcleo dos fibroblastos é pequeno e aparece na periferia.

Parabéns! A alternativa C está correta.

Justificativa: Os fibrócitos são células quiescentes e por isso raramente sofrem mitose (divisão celular) nos adultos, exceto em casos de necessidade específicos. Ao contrário, os fibroblastos apresentam taxas de mitose mais altas. Os fibroblastos possuem alta capacidade de síntese de moléculas, como colágeno, elastina, glicosaminoglicanos, glicoproteínas; por isso apresentam retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi bem desenvolvidos.

Questão 2

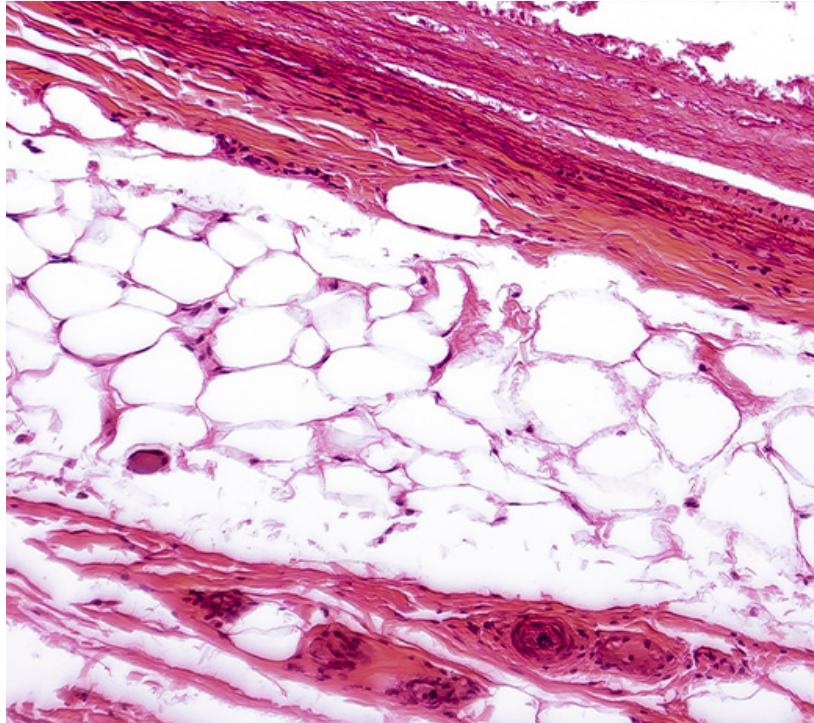
Na prova prática de histologia, um estudante observou ao microscópio de campo claro um corte histológico de tendão. Os feixes de colágeno encontravam-se separados por fileiras de fibrócitos. Os núcleos dessas células podiam ser observados como linhas escuras. Como o estudante deverá classificar o tecido observado?

- A Tecido conjuntivo denso modelado
- B Tecido epitelial não queratinizado
- C Tecido conjuntivo denso não modelado
- D Tecido epitelial estratificado
- E Tecido conjuntivo frouxo

Parabéns! A alternativa A está correta.

No tecido conjuntivo denso modelado, os feixes de colágeno são separados por fileiras lineares de fibrócitos. Os núcleos dessas células são vistos como linhas escuras ao microscópio de campo claro.

Um bom exemplo de tecido conjuntivo denso modelado são os tendões, estruturas alongadas e cilíndricas que fazem a conexão dos músculos estriados aos ossos.

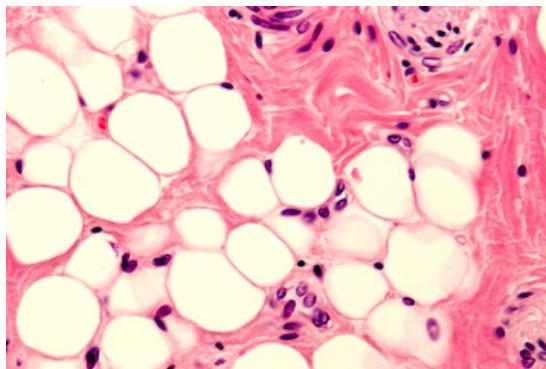


3 - Tecido adiposo

Ao final deste módulo, você deverá ser capaz de distinguir os dois tipos de tecido adiposo, suas características morfológicas, principais funções e diferenças.

Características gerais e funções do tecido adiposo

Alguns tecidos conjuntivos têm propriedades especiais, que não são observadas no tecido conjuntivo embrionário e no tecido conjuntivo propriamente dito. Esses tipos especiais compreendem o tecido cartilaginoso, o tecido ósseo, o tecido hematopoiético e o tecido adiposo, que será objeto do nosso estudo a partir de agora.



Micrografia do tecido adiposo unilocular, corado por hematoxilina e eosina.

O tecido adiposo é bastante influenciado por estímulos nervosos e hormonais e é formado por **células adiposas**, ou adipócitos. A maioria dessas células forma agregados, constituindo o tecido adiposo distribuído pelo nosso organismo, mas também podemos encontrar adipócitos isolados ou formando pequenos grupos no tecido conjuntivo frouxo.

O tecido adiposo representa o maior depósito corporal de energia, na forma de triglicerídeos.

Mas e o glicogênio?

Sim, sabemos que as células hepáticas e musculares esqueléticas acumulam energia na forma de glicogênio. Porém, esses depósitos são menores e, por isso, os grandes depósitos de triglycerídeo do tecido adiposo são nossas principais reservas de energia. Os depósitos de triglycerídeo não são estáveis, mas apresentam contínua renovação. Vale lembrar também que os triglycerídeos são bem mais eficientes como reserva energética que o glicogênio (9,3kcal/g contra apenas 4,1kcal/g).

Além do notável papel energético, o tecido adiposo possui muitas outras funções. Vejamos a seguir.

Outras funções do tecido adiposo

Modela as superfícies, sendo um dos fatores responsáveis pelas diferenças no corpo de homens e mulheres.

Forma os coxins absorventes de choque, na palma das mãos e planta dos pés.

Contribui para o isolamento térmico do corpo, uma vez que as gorduras não conduzem bem o calor.

Preenche espaços entre outros tecidos, ajudando a manter alguns órgãos em suas devidas posições.

Apresenta capacidade secretora, sendo responsável, por exemplo, pela liberação do hormônio leptina, levando à supressão do apetite.

Existem dois tipos de tecido adiposo, que possuem diferentes distribuições, estrutura e fisiologia:

Tecido adiposo comum, amarelo ou unilocular

Nesse tecido, os adipócitos, quando maduros, apresentam apenas uma gota de gordura que ocupa quase todo o citoplasma.



Tecido adiposo multilocular ou pardo

É formado por células adiposas que apresentam várias gotículas lipídicas e muitas mitocôndrias.

Saiba mais

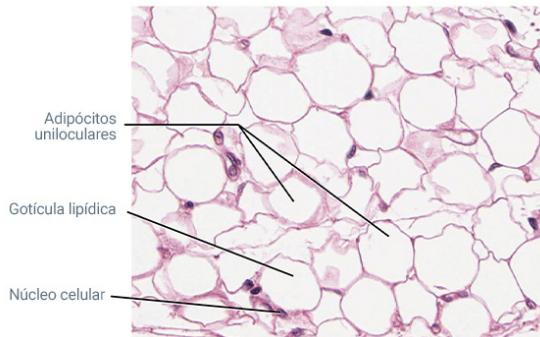
Tanto o tecido adiposo unilocular quanto o multilocular são inervados por fibras simpáticas do sistema nervoso. No unilocular, as terminações nervosas são encontradas nas paredes dos vasos sanguíneos e apenas alguns adipócitos são inervados. Já no multilocular, os adipócitos são diretamente inervados, assim como as paredes dos capilares sanguíneos. A ineração pelo sistema nervoso simpático apresenta papel importante na mobilização de gorduras em situações de jejum prolongado, frio e atividades físicas intensas.

Tecido adiposo unilocular: características histológicas e função

O precursor das células adiposas, o lipoblasto, deriva de uma célula mesenquimal assim como os fibroblastos. Os lipoblastos, então, seguem duas vias de diferenciação celular que levam à formação dos dois tipos de tecido adiposo que comentamos. O processo de adipogênese ocorre durante os períodos pré e pós-natal, reduzindo à medida que a idade do indivíduo avança.

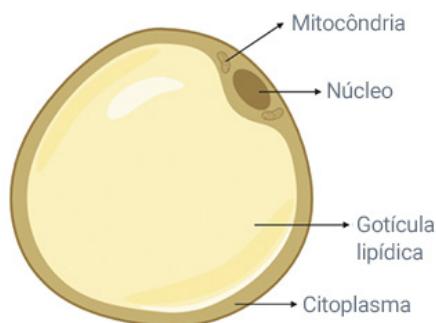
Sob a influência da insulina, ligada a um receptor de fator de crescimento semelhante à insulina, os lipoblastos sintetizam a lipase lipoproteica e começam a acumular gotículas de gordura em seu interior. Essas gotículas se juntam, formando uma grande gotícula armazenadora de lipídeos, que é a característica

dos adipócitos uniloculares maduros. Em latim, *unus* significa único; enquanto *loculus* significa lugar pequeno.



Tecido adiposo unilocular.

As células adiposas uniloculares são grandes, com 50 a 150 micrômetros de diâmetro. Quando analisadas isoladamente, apresentam morfologia esférica, porém a compressão recíproca no tecido as torna poliédricas.



Esquema simplificado de um adipócito unilocular.

A gotícula lipídica desloca o núcleo para a periferia celular e é removida por solventes orgânicos, utilizados nas preparações histológicas. Por isso, ao microscópio de campo claro, frequentemente vemos as células em formato de anel, com uma fina camada de citoplasma em torno da gotícula de gordura removida. Você pode notar essas características ao analisar a figura ao lado.

Ainda sobre a gotícula lipídica, é importante dizer que, seja única ou não, está em contato direto com o citoplasma e não é envolta por membrana, logo, pode ser considerada como inclusão celular.

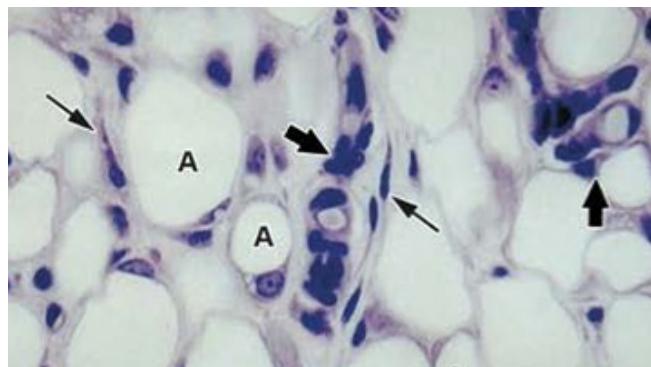
Cada adipócito é envolto por uma lámina basal e sua membrana plasmática apresenta várias vesículas de pinocitose. O tecido adiposo unilocular apresenta septos de tecido conjuntivo, que contém nervos e vasos sanguíneos. É a partir desses septos que saem as fibras reticulares (lembra-se delas?) que sustentam os adipócitos. Considerando que a quantidade de citoplasma é pequena, devido ao tamanho da gotícula lipídica, a vascularização do tecido é bem abundante.

Mas você deve estar se perguntando o porquê de o tecido adiposo unilocular também ser chamado de **amarelo**, certo?

A cor do tecido unilocular varia entre o branco e o amarelo-escuro, dependendo da dieta. A coloração deve-se principalmente à abundância de triglicerídeos ricos em caroteno, um pigmento lipossolúvel.

inocitose

Processo de endocitose em que ocorre o englobamento de fluido extracelular, dando origem a vesículas com líquidos.



Corte histológico do tecido adiposo unilocular.

A partir da figura, podemos observar setas finas que estão indicando a presença de fibroblastos do tecido conjuntivo de sustentação. Já as setas grossas indicam os vasos sanguíneos. Os adipócitos estão marcados pela letra "A".

O tecido adiposo unilocular forma o que chamamos de **panículo adiposo**, que é uma camada sob a pele, de espessura uniforme por todo o corpo do recém-nascido. À medida que a idade vai passando, essa camada tende a desaparecer de certas áreas e desenvolver-se em outras. Praticamente todo o tecido adiposo encontrado em humanos adultos é do tipo unilocular e sua deposição seletiva é regulada principalmente pelos hormônios sexuais e pelos hormônios produzidos pela camada cortical da glândula adrenal.

A função principal do tecido adiposo unilocular é **armazenar energia**. Porém, a utilização dos lipídeos em casos de necessidade energética não ocorre de maneira homogênea: os depósitos que são inicialmente mobilizados são os subcutâneos, os do mesentério e os retroperitoneais, enquanto o tecido adiposo localizado nos coxins das mãos e dos pés pode resistir a longos períodos de desnutrição.

Após longos períodos de alimentação muito deficiente em calorias, o tecido perde quase toda a sua gordura e suas células tornam-se poligonais, fusiformes e com raras gotículas lipídicas.



Um dos depósitos de energia inicialmente mobilizados em casos de deficit calórico é o tecido adiposo subcutâneo.

Além da sua função energética, o tecido adiposo unilocular também é um órgão secretor e sintetiza moléculas como:

Leptina

A leptina, como já comentamos, é um hormônio que participa da regulação da quantidade de tecido adiposo no corpo e da ingestão de alimentos.

Lipase lipoproteica

A lipase lipoproteica liga-se à superfície das células endoteliais dos capilares sanguíneos ao redor dos adipócitos e participa da formação e deposição de novas moléculas de triglicerídeos.

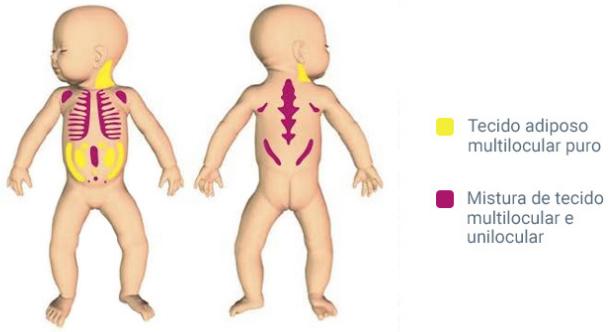
Os adipócitos do tecido adiposo unilocular geralmente originam tumores benignos, chamados de **lipomas**, que são facilmente removidos cirurgicamente. Porém, os **lipossarcomas**, que são os tumores malignos do tecido adiposo unilocular, costumam aparecer em indivíduos com mais de 50 anos de idade e apresentam tratamento mais complicado, pois estão muito propensos a formar metástases.

Saiba mais

O diclorodifeniltricloroetano (DDT) é um inseticida do grupo dos organoclorados, amplamente utilizado após a Segunda Guerra Mundial, que apresenta alta toxicidade, lipossolubilidade e pode se acumular no tecido adiposo unilocular.

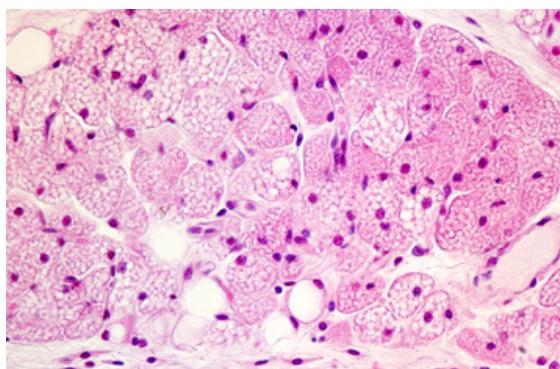
Tecido adiposo multilocular: características histológicas e função

A segunda via de diferenciação dos lipoblastos leva ao desenvolvimento dos adipócitos multiloculares maduros (do latim, *multus* significa muitos) no feto e no recém-nascido. Podemos encontrar o tecido adiposo multilocular no pescoço, nos ombros, no dorso e nas regiões perirenal e para-aórtica.



Distribuição do tecido adiposo multilocular no recém-nascido.

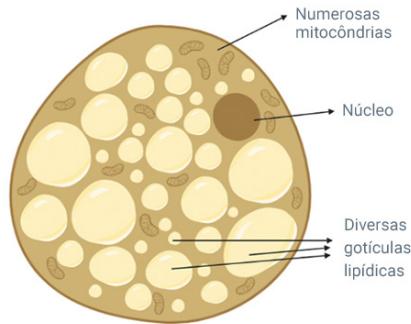
Ao contrário do tecido unilocular, que representa a maioria do tecido adiposo em adultos, a maior parte do tecido adiposo multilocular é **perdida** ainda durante a infância. Como esse tecido não cresce, sua quantidade no indivíduo adulto é extremamente reduzida.



Corte histológico do tecido adiposo multilocular.

A cor acastanhada do tecido adiposo multilocular, que também é conhecido como pardo, deve-se à presença do **pigmento lipocromo** e de abundantes **mitocôndrias**, ricas em citocromos. O tecido é suprido por abundante vasculatura e fibras nervosas do sistema nervoso simpático.

Os adipócitos multiloculares são menores que os uniloculares e apresentam arranjo poligonal, formando massas compactas associadas aos vários capilares sanguíneos. O citoplasma é preenchido por diversas gotículas lipídicas de vários tamanhos e numerosas mitocôndrias, com cristas longas.



Esquema simplificado do adipócito multilocular.

A principal função do tecido adiposo multilocular é dissipar energia na forma de calor, apresentando importante papel nos mamíferos que hibernam. Em humanos, como já foi comentado, a quantidade desse tecido só é significativa no recém-nascido, participando da sua termorregulação e proteção.

Mas como isso ocorre?

Quando o tecido adiposo multilocular é estimulado pela liberação de **noradrenalina** nas terminações nervosas abundantes ao redor dos adipócitos, ocorre a aceleração da lipólise e oxidação de ácidos graxos. Essa oxidação produz calor em vez de **ATP**, como ocorre nos tecidos em geral.

Por quê?

Você deve lembrar que o tecido adiposo multilocular possui diversas mitocôndrias, certo? Nas membranas internas dessas mitocôndrias existe uma proteína transmembrana, chamada de **termogenina**.

A termogenina possibilita que os prótons transportados para o espaço entre as membranas interna e externa voltem para a matriz mitocondrial sem passar pelo sistema de ATP sintase. Então, a energia gerada por esse fluxo de prótons não é utilizada para gerar ATP, sendo liberada na forma de calor.

oradrenalina

Também chamada de norepinefrina, é uma das monoaminas que mais influenciam o humor, a ansiedade, o sono e a alimentação, juntamente com a serotonina, a dopamina e a adrenalina.

TP

A adenosina trifosfato, o famoso ATP, é uma molécula formada por adenosina e fosfato que funciona como fonte de energia para a realização da maioria dos processos celulares.



O tecido adiposo multilocular desempenha papel importante na termorregulação de animais hibernantes.

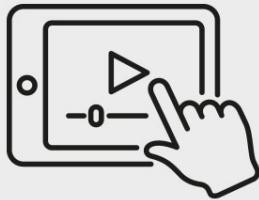
O calor aquece o sangue dos abundantes capilares sanguíneos e é distribuído pelo corpo, aquecendo o organismo.



Obesidade e sua relação com a covid-19

Neste vídeo, a especialista Gabriela Cardoso Caldas explica a obesidade e sua correlação com a gravidade da covid-19.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

O tecido adiposo é um tipo especial de tecido conjuntivo, formado pelas células adiposas. Existem dois tipos de tecido adiposo, que possuem diferentes distribuições, estrutura e fisiologia. Sobre o tecido adiposo unilocular, é correto afirmar que

- A todos os adipócitos uniloculares são inervados diretamente pelas fibras do sistema nervoso simpático.
- B as células adiposas uniloculares apresentam citoplasma proeminente, com abundantes mitocôndrias e retículo endoplasmático rugoso.
- C a gotícula lipídica está em contato direto com o citoplasma, não apresentando membrana ao seu redor.
- D o tecido adiposo unilocular forma o panículo adiposo, que desempenha papel importante na termorregulação de mamíferos hibernantes.
- E em casos de necessidade energética, os depósitos de triglicerídeos são mobilizados de maneira homogênea pelo organismo.

Parabéns! A alternativa C está correta.

Seja única ou não, a gotícula lipídica não é delimitada por membrana, ficando em contato direto com o citoplasma. Dessa forma, pode ser considerada uma inclusão celular.

Questão 2

O tecido adiposo representa o maior depósito corporal de energia, na forma de triglycerídeos. Analise as informações abaixo a respeito desse tipo de tecido:

- I. A cor acastanhada do tecido adiposo multilocular é explicada pela presença do pigmento lipocromo e pelas abundantes mitocôndrias.
- II. As células adiposas apresentam formato poliédrico, pois são encontradas somente formando aglomerados no tecido.

III. Após o estímulo de noradrenalina, há a aceleração da lipólise e oxidação de ácidos graxos, que produz calor em vez de ATP.

IV. Os adipócitos multiloculares são maiores que os adipócitos uniloculares devido à grande quantidade de mitocôndrias e gotículas lipídicas em seu citoplasma.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

A II e IV

B Somente a III

C I e IV

D II e III

E I e III

Parabéns! A alternativa E está correta.

O tecido adiposo multilocular também é conhecido por tecido adiposo pardo devido à presença do pigmento lipossolúvel lipocromo e por numerosas mitocôndrias, ricas em citocromo. Quando o tecido é estimulado por noradrenalina, há a aceleração da oxidação de ácidos graxos, num processo que produz calor em vez de ATP, ao contrário do que ocorre nos demais tecidos.



Considerações finais

Chegamos ao fim da nossa jornada pelos tipos iniciais de tecidos do corpo. Começamos pelas características histológicas básicas e funções do tecido epitelial. Debatemos sobre as especializações presentes na membrana das células epiteliais e aprofundamos nossos conhecimentos sobre as características morfológicas do tecido epitelial glandular. Em seguida, vimos a complexidade de estruturas e componentes do tecido conjuntivo. Também conversamos sobre as funções e a localização do tecido conjuntivo propriamente dito e do tecido conjuntivo embrionário. Por fim, estudamos um tipo especializado de tecido conjuntivo: o tecido adiposo. Vimos seus tipos, suas características, sua origem embrionária e as diferenças entre eles. Todos esses conhecimentos iniciais serão fundamentais para a sua carreira e não são aplicáveis só em Histologia, mas também em Patologia, Imunologia, Fisiologia e Biologia Celular.

🎧 Podcast

Revisitaremos os principais pontos do conteúdo com a especialista Gabriela Cardoso Caldas.

Para ouvir o áudio, acesse a versão online deste conteúdo.



Referências

- ANDRADE, F. G.; FERRARI, O. (org.). **Atlas digital de histologia básica** [e-book]. Londrina (PR): UEL, 2014.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- KIERSZENBAUM, A. L. **Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. **Netter: bases da histologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

ROSS, M. H., PAWLINA W., BARNASH, T. A. **Histologia** – texto e atlas. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

Explore +

Navegue por dezenas de micrografias e aprenda mais sobre a morfologia dos tecidos epitelial de revestimento, glandular e conjuntivo no Atlas digital de histologia básica de Andrade e Osny (2014) da UEL, disponível para download.

Aprofunde seus conhecimentos sobre as especializações de contato celular, conferindo o *Biologia Celular Atlas digital*, da UFRGS.

Revise todos os conceitos aprendidos por meio dos vídeos iniciais da playlist *Histologia Humana*, do Canal BioAulas.

Leia sobre a função endócrina do tecido adiposo no artigo *Tecido adiposo como glândula endócrina*, de Bernardo Léo Wajchenberg.