

Objetivos de estudo:

- reconhecer as diferenças básicas e a ligação entre eles para a manutenção do equilíbrio entre os dois hormônios.
- compreender as funções dos hormônios para os tecidos humanos e reconhecer as suas consequências.
- explicar a importância dos hormônios na regulação da vida celular e dos tecidos.

Os hormônios de ação rápida exercem a sua influência por intermédio de mecanismos de segundos mensageiros, como a ligação com proteínas receptoras, a activação de enzimas e a libertação de segundos mensageiros. Estes segundos mensageiros activam a síntese de proteínas e a libertação de ácidos gordos e de glicose a partir de reservas.

Os hormônios de acção lenta ou rápida que se ligam directamente às células e activam a sua maquinaria genética são os hormônios esteróides. Estes hormônios são derivados de colesterol e actuam directamente sobre o DNA, activando a síntese de proteínas e a libertação de ácidos gordos e de glicose a partir de reservas. Alguns destes hormônios são os hormônios sexuais e a vitamina D.

Quanto à sua localização de origem, estes hormônios podem ser classificados em: hormônios endócrinos. A maioria deles é produzida por células especializadas em células endócrinas.

Exemplos de hormônios de acção rápida:

- **insulina** - hormônio produzido pelo pâncreas que regula o metabolismo da glicose e dos lipídios.
- **glucagon** - hormônio produzido pelo pâncreas que regula o metabolismo da glicose e dos lipídios.
- **adrenalina** - hormônio produzido pela glândula adrenal que regula o metabolismo da glicose e dos lipídios.

Tecidos epiteliais

Também conhecido como **epitélio**, este tecido epitelial apresenta principalmente revestimento sobre outros tecidos corporais. Uma das suas características principais é a presença de **células bem unidas**, de natureza apolarizada e em contacto com o meio.

Uma das suas características de epitélio são as **junções celulares** que permitem a comunicação entre as células e a sua dependência do suporte dos outros tecidos. Muitas vezes, os **capilares** do tecido conjuntivo que se encontram imediatamente abaixo do epitélio são encontrados nos lados da célula epitelial para permitir a troca de substâncias entre o epitélio e o tecido conjuntivo e é constituído por células fibrosas, células e células endoteliais.

O tecido epitelial, ao dividir-se em dois grupos que de acordo com sua estrutura e função de revestimento e glandular.

Epitélios de revestimento

Este tecido apresenta as células bem unidas, especializadas como tecido conjuntivo e naturalmente formado uma camada sobre a qual se encontra a superfície de absorção e secreção de substâncias. Este tipo de tecido apresenta células especializadas, como as células de absorção e secreção, e a sua função principal é a de revestir a superfície interna e externa dos órgãos.

Exemplos de epitélios de revestimento:

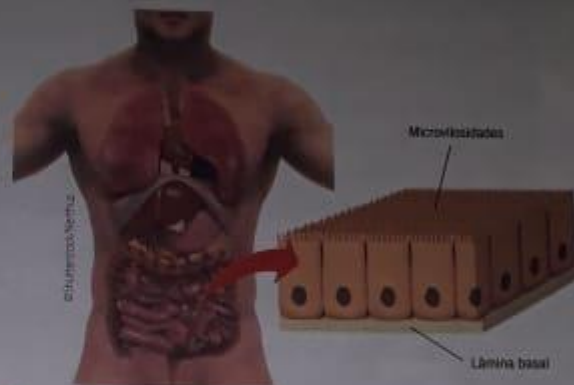
- **epitélio** - revestimento interno do tubo digestivo.
- **epitélio** - revestimento das cavidades corporais, como a pele, o pulmão, o coração, etc.
- **epitélio** - revestimento que reveste externamente o organismo e protege o tecido conjuntivo subjacente.

Este texto apresenta uma visão geral e não deve ser considerado como aconselhamento médico. Consulte sempre o seu médico para mais informações.

Os epitélios de revestimento são classificados conforme a disposição das células (em uma ou mais camadas) e seu formato, podendo ser **cúbicas**, **pavimentosas** (células achatadas que podem cobrir grandes áreas) ou **prismáticas**, em que as células se arranjam em forma de colunas.

Epitélio simples

É constituído por uma única camada celular. Ocorre, por exemplo, no revestimento dos vasos sanguíneos (endotélio), dos ovários, dos intestinos e do estômago. Por apresentar apenas uma camada de células, pode atuar facilitando as trocas de substâncias entre tecidos e células.



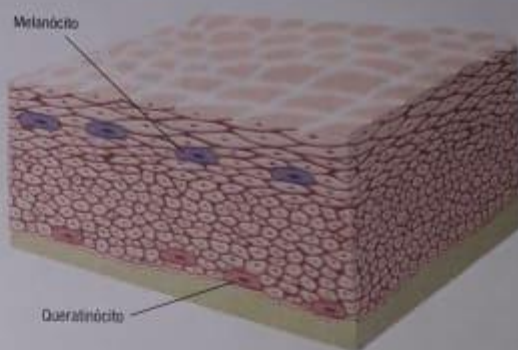
■ Representação esquemática do epitélio de revestimento simples do intestino delgado

Epitélio estratificado

É formado por várias camadas celulares, e o principal exemplo é a parte externa da pele, a **epiderme**. Suas células revestem e protegem externamente o corpo contra lesões, radiações, substâncias nocivas e entrada de parasitas. As células que compõem o epitélio estratificado da pele recebem nutrientes e oxigênio dos vasos sanguíneos presentes no tecido conjuntivo, denominado **derme**, que se encontra abaixo delas e apresenta intensa vascularização.

A epiderme é formada por **melanócitos**, células que secretam **melanina**, pigmento proteico que protege e determina a cor da pele. Além disso, apresenta **queratinócitos**, células que têm queratina, proteína fibrosa que propicia a impermeabilização e a proteção desse tecido. A queratinização da epiderme, por proteger contra a perda de água e o atrito em superfícies, foi uma característica de alto valor adaptativo para que répteis, aves e mamíferos conquistassem o ambiente terrestre.

As células da epiderme apresentam grande capacidade de **proliferação**, estando em constante divisão (mitose). Isso faz com que determinadas doenças nesse tecido sejam decorrentes de problemas em sua renovação. Além disso, como constitui a primeira barreira de defesa do corpo, a epiderme está sujeita a diversas lesões, reações alérgicas e infecções.



■ Representação esquemática do epitélio estratificado da epiderme

- **Psoríase:** doença crônica e inflamatória que pode ser de diversos tipos e não é contagiosa. O indivíduo apresenta lesões avermelhadas que descamam e coçam. Sua causa pode ser genética, agravada por fatores como estresse, temperaturas baixas, medicamentos e bebidas alcoólicas.
- **Câncer de pele:** trata-se da proliferação desordenada das células da epiderme, levando à formação de um **tumor**. Na maioria dos casos, é desencadeada pela exposição sem proteção às radiações ultravioleta (UV) emitidas pelo Sol, as quais apresentam alto potencial mutagênico, podendo ocasionar danos ao DNA das células epidérmicas.

O tumor caracteriza-se pelo crescimento exagerado de células em um tecido, formando uma massa (neoplasia), que pode ser maligna ou benigna. Quando é benigno, o tumor pode ser retirado e não prolifera novamente. Entretanto, quando é maligno (chamado de câncer), as células podem migrar para outros tecidos ou órgãos por meio do sangue ou linfa, formando um novo tumor (metástase).

2 Sugestão de texto e atividade sobre o câncer de pe



Epitelio pseudoestratificado
cubiado simple del intestino

- El epitelio pseudoestratificado cubiado simple se encuentra en el revestimiento de la pared de los conductos que transportan los productos de secreción de las glándulas exocrinas. Ejemplo: el revestimiento de la pared de los conductos que transportan el jugo pancreático.

Epitelio pseudoestratificado

El epitelio pseudoestratificado cubiado simple se encuentra en el revestimiento de la pared de los conductos que transportan los productos de secreción de las glándulas exocrinas. Ejemplo: el revestimiento de la pared de los conductos que transportan el jugo pancreático.

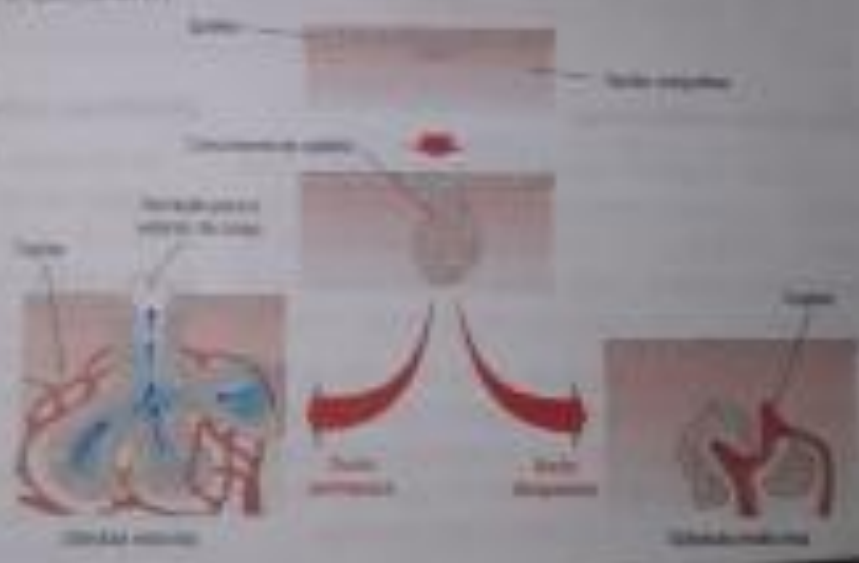


• Representación histológica de epitelio pseudoestratificado simple del intestino

Epitelios glandulares

Los epitelios forman las glándulas, estructuras de células especializadas que secretan los productos de sus células. Ejemplos: las glándulas exocrinas y las glándulas endocrinas, que secretan sus productos en la sangre.

De acuerdo con el modo de eliminación de los productos de secreción, las glándulas se clasifican en: exocrinas, endocrinas y mixtas.



• Representación histológica de una glándula exocrina y endocrina

Glândulas exócrinas

Quando a glândula mantém contato com o epitélio que a formou por meio de um ducto ou canal secretor, ela é classificada como **exócrina** (do grego *exo*, para fora; *krinein*, secretar). Como exemplos, podem-se citar as glândulas salivares, lacrimais, sudoríparas, sebáceas e mamárias.



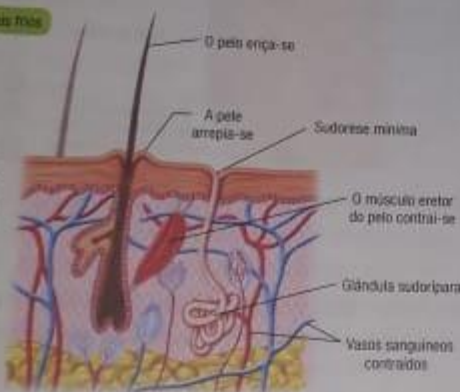
■ Representação esquemática das glândulas mamárias e processo de amamentação

As glândulas sudoríparas executam uma importante função ao evitar o aquecimento excessivo do corpo. O suor liberado sobre a pele evapora-se, o que possibilita a perda de calor e auxilia na manutenção da temperatura corporal.

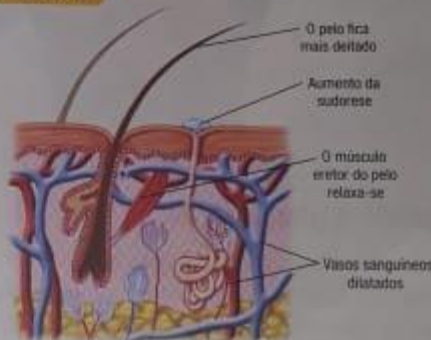
Os músculos liberam calor, que é dissipado para todas as partes do corpo pela corrente sanguínea. Quando está frio, os vasos sanguíneos periféricos se contraem e as glândulas sudoríparas diminuem sua atividade. Quando está calor, ocorre a dilatação dos vasos periféricos. Esse mecanismo possibilita maior circulação de sangue na pele, favorecendo a dissipação de calor para o meio.

Nos mamíferos, os pelos que recobrem o corpo retêm uma camada de ar que funciona como isolante térmico. No frio, esses pelos eriçam, aumentando a camada de ar retida e o isolamento térmico; no calor, eles abaixam, diminuindo o isolamento.

Em locais frios



Em locais quentes



Glândulas endócrinas

Quando o epitélio secretor começa a formar uma glândula e perde o contato com o tecido de revestimento, seu produto de secreção passa a ser lançado na corrente sanguínea, e essa glândula é classificada como **endócrina** (do grego *endo*, para dentro; *krinein*, secretar).

As secreções das glândulas endócrinas são os **hormônios**, substâncias que controlam vários processos biológicos no corpo humano. A glândula tireóideia, por exemplo, produz os hormônios T3 e T4, que exercem importante função no controle metabólico do corpo.

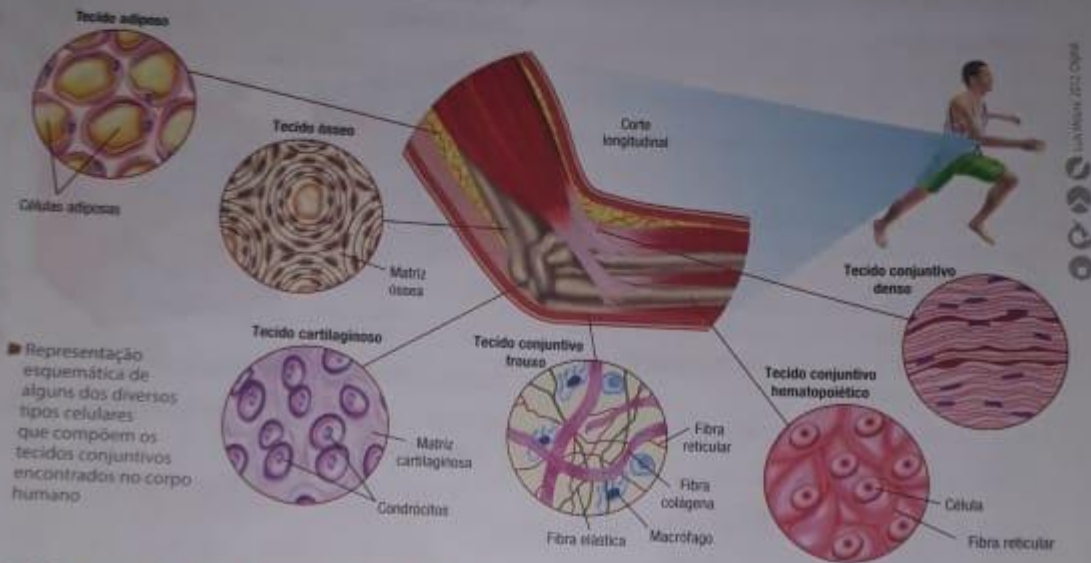
Glândulas anfícrinas ou mistas

As glândulas anfícrinas (do grego *amphi*, dos dois lados; *krinein*, secretar) produzem secreção interna e externa de maneira simultânea, ou seja, apresentam as funções **endócrina** e **exócrina**. O pâncreas é um exemplo desse tipo de glândula. Sua função endócrina consiste em produzir e liberar os hormônios **insulina** e **glucagon**, responsáveis pelo controle da glicose no sangue. A função exócrina ocorre pela liberação do **suco pancreático** no interior do intestino, auxiliando no processo digestório no início do intestino delgado (duodeno).

Tecidos conjuntivos

Unem e oferecem suporte para os outros tecidos do corpo, caracterizando-se, em sua maioria, por apresentar células que se encontram separadas por muita matriz intercelular produzida por elas mesmas. Tal material é representado por fibras colágenas, reticulares e elásticas, além de um conjunto de substâncias, como polissacarídeos e proteínas. Esses tecidos são responsáveis por diversos processos, como formação de fibras, conexão entre órgãos, sustentação do corpo, defesa contra patógenos e reações inflamatórias, reserva energética, transporte de substâncias e produção de elementos do sangue.

As células e as substâncias intercelulares dos tecidos conjuntivos variam de acordo com suas diversas modalidades. Considerando-se essa variação e a fisiologia de cada um deles, os tecidos conjuntivos podem ser classificados da seguinte maneira:



Tecido conjuntivo propriamente dito

É amplamente distribuído pelo corpo preenchendo espaços e ligando tecidos, possibilitando o transporte de substâncias e a defesa contra agentes estranhos. De acordo com o predomínio de fibras colágenas, pode ser classificado em **frouxo** (menos colágeno) e **denso** (mais colágeno). O colágeno representa cerca de 30% do total de proteínas do corpo humano. Sua produção é realizada por diversos tipos de células, conferindo firmeza, elasticidade e integridade às estruturas corporais.

Os principais tipos de células encontrados nesse tecido são:

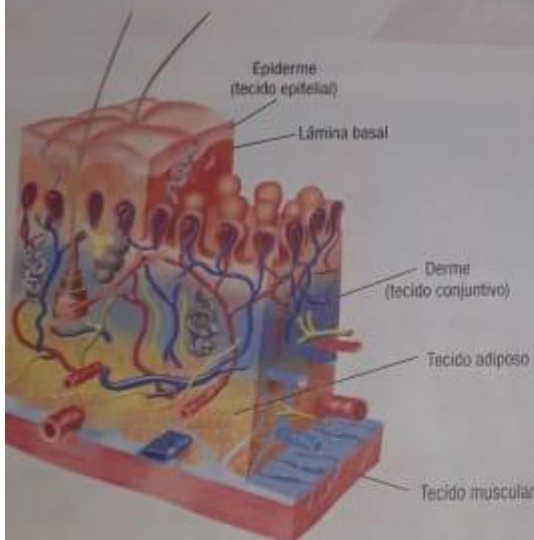
| Tipos de célula | Funções |
|--------------------------------|--|
| Fibroblastos | São responsáveis pela produção de fibras colágenas, sendo importantes no processo de cicatrização de ferimentos. |
| Mastócitos | Produzem heparina, que impede a coagulação do sangue dentro dos vasos sanguíneos, e histamina, que atua nas reações alérgicas e inflamatórias. |
| Células mesenquimatosas | São responsáveis pela origem dos outros tipos celulares desse tecido, atuando, assim, como células-tronco. |
| Plasmócitos | Produzem anticorpos para a defesa do corpo. |

Tecido conjuntivo denso

Nesse tecido, ocorre predomínio de fibras colágenas. Os fibroblastos, responsáveis pela formação dessas fibras, são as células mais abundantes. De acordo com a disposição das fibras, esse tecido é classificado em denso não modelado ou fibroso e denso modelado ou tendíneo.

- **Denso não modelado ou fibroso:** apresenta fibras colágenas dispostas em feixes não ordenados. É encontrado na derme envolvendo órgãos como rins, baço, fígado, ossos (periosteio) e cartilagens (pericôndrio). O tecido fibroso da derme é constituído por **hialuronano** (ácido hialurônico), substância viscosa que preenche os espaços entre as células. Com o avanço da idade e/ou exposição excessiva ao sol sem proteção, a quantidade de hialuronano diminui, o que, com a redução da produção das proteínas colágeno e elastina, provoca a diminuição da hidratação e da elasticidade da pele, determinando o aparecimento de rugas.

O conjunto do tecido epitelial da **epiderme** com o tecido conjuntivo da **derme** forma a **pele**. Nela, situam-se receptores sensoriais que recebem diversos estímulos do ambiente, como calor, frio, dor, pressão e outras sensações táteis.



Representação esquemática da estrutura da pele

Denso modelado ou tendíneo: apresenta fibras colágenas que se arranjam de forma organizada e em feixes paralelos, o que garante maior resistência

às trações e pouca elasticidade. É encontrado nos **tendões e ligamentos**, onde realizam a transferência da força entre os dois tecidos que unem, gerando o movimento da articulação e sua estabilidade para os movimentos. Os tendões ligam os músculos aos ossos, e os ligamentos unem ossos com ossos.



■ Representação esquemática dos ligamentos e tendões da articulação do joelho

Tecido conjuntivo frouxo

É um tecido flexível e de consistência delicada, por isso não é muito resistente. Apresenta substâncias intercelulares e fibras colágenas, elásticas e poucas reticulares. Suas funções básicas são:

- preenchimento de espaços entre a pele e os órgãos;
- suporte e nutrição dos epitélios;
- envolvimento de nervos, vasos sanguíneos e vasos linfáticos;
- cicatrização de tecidos lesados.

Tecido cartilaginoso

Apresenta uma rigidez intermediária entre o tecido ósseo e o conjuntivo denso. Por ser elástico e flexível, sua função está relacionada à sustentação e à flexibilidade, a qual possibilita a modelação de regiões como orelhas e nariz. Além disso, funciona como um suporte de tecidos moles, reveste as superfícies das articulações absorvendo impactos (discos intervertebrais) e é fundamental na formação e no crescimento ósseo.

O tecido cartilaginoso (cartilagem) é **avascular** e **inervado**, ou seja, não apresenta vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos. Sua nutrição e oxigenação são realizadas por difusão de substâncias dos vasos sanguíneos do **pericôndrio** (do grego *peri*, ao redor de; *chondr*, cartilagem).

pericôndrio: camada de tecido conjuntivo denso responsável pela nutrição e oxigenação da cartilagem.

O tecido cartilaginoso é constituído por células, fibras proteicas (colágenas e elásticas) e **matriz extracelular**, substância em que se encontram glicoproteínas, que, com a água e as fibras, conferem consistência e elasticidade ao tecido.

As principais células do tecido cartilaginoso são:

- **condroblastos** – células jovens capazes de se duplicar e que produzem o material que forma a matriz extracelular; quando ficam envoltas pela matriz, passam a ser chamadas de **condrócitos**;
- **condrócitos** – condroblastos adultos que mantêm a integridade da cartilagem; essas células localizam-se em lacunas na matriz extracelular e participam da expansão da cartilagem;
- **condroclastos** – células velhas que reabsorvem a matriz cartilaginosa, proporcionando a renovação do tecido.

De acordo com o tipo e a quantidade de fibras que apresenta, o tecido cartilaginoso pode ser classificado em cartilagem hialina, cartilagem fibrosa e cartilagem elástica.

- **Cartilagem hialina**: apresenta moderada quantidade de fibras colágenas. Durante o desenvolvimento fetal, o esqueleto é formado por essa cartilagem, que funciona como um molde, sendo gradualmente substituída por tecido ósseo. Mesmo após a substituição, em alguns locais dos ossos, ainda permanece esse tipo de cartilagem, como no disco epifisário (cartilagem de crescimento). É o tipo mais comum de cartilagem presente no corpo humano, podendo ser encontrada também nas cavidades nasais, nos brônquios, na traqueia e nas articulações.
- **Cartilagem fibrosa**: apresenta grande quantidade de fibras colágenas e, por isso, suporta grandes pressões. Também denominado fibrocartilagem, esse tecido é encontrado nos discos intervertebrais, nos pontos de inserção de tendões e ligamentos e nos meniscos (joelho).
- **Cartilagem elástica**: apresenta poucas fibras colágenas e grande quantidade de fibras elásticas. Encontra-se no pavilhão auditivo, no conduto auditivo externo, na **epiglote**, na tuba auditiva e na laringe.

Conexões

Cartilagem fibrosa presente nos discos intervertebrais pode sofrer um achatamento, rompendo suas fibras principalmente as que se localizam entre as vértebras. Com isso, os nervos dessa região são comprimidos, o que provoca intensa dor, caracterizando a **hérnia de disco**. Isso pode ocorrer, entre outras causas, devido ao desgaste sofrido com o tempo ou pelo levantamento incorreto de peso excessivo.

A hérnia de disco precisa ser avaliada por um médico. O médico pode indicar o melhor tratamento para as dores, que pode ser repouso, fisioterapia ou cirurgia nos casos mais graves.

- Representação esquemática da coluna vertebral e do processo de formação da hérnia de disco



Epiglote, localizada no início da laringe, que fecha a ligação da faringe com a região da glote quando o alimento é engolido. A epiglote impede que as alimentares atinjam o sistema respiratório.

Tecido ósseo

Trata-se de um tecido conjuntivo mineralizado que forma os ossos, os quais, em virtude da rigidez e da resistência, atuam na sustentação do corpo e na proteção dos principais órgãos internos, podendo suportar grandes pressões. Por exemplo, os ossos que formam o **crânio** protegem o cérebro, a **caixa torácica** envolve o coração e os pulmões e as **vértebras** realizam a proteção da medula espinal.

No corpo humano, são encontrados cerca de 206 ossos, que, além de conferirem proteção, sustentam os músculos, auxiliando na movimentação. Além dessas funções, o tecido ósseo é um importante armazenador de cálcio e fósforo e forma um sistema de alavancas que aumenta a força gerada pela contração muscular.

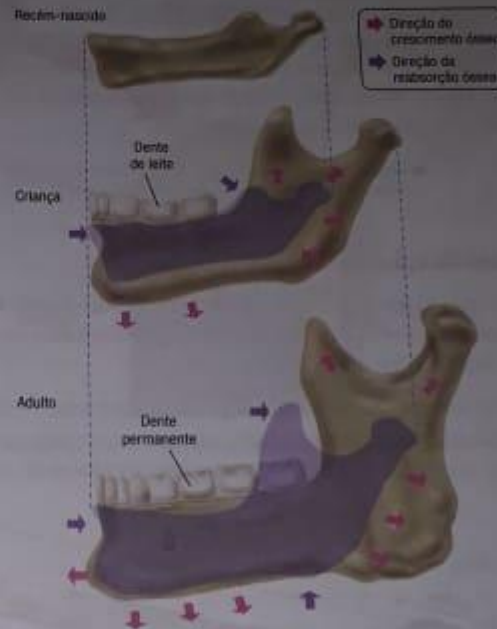
O tecido ósseo é composto de matriz óssea (material intercelular) e células. A parte inorgânica da matriz óssea caracteriza-se pela deposição de cálcio, magnésio e fosfato de cálcio. Já a parte orgânica é constituída, basicamente, por fibras colágenas (cerca de 95%) e uma pequena quantidade de glicoproteínas. Essa composição faz com que o osso, apesar da aparente resistência, apresente elasticidade, pois o colágeno se renova constantemente.

As células do tecido ósseo são:

- **osteoblastos** – células jovens responsáveis pela produção da parte orgânica da matriz óssea, como colágeno e glicoproteínas;
- **osteócitos** – células adultas responsáveis pela manutenção dos constituintes da matriz orgânica; formam-se quando os osteoblastos se mantêm completamente envolvidos pela matriz óssea;
- **osteoclastos** – células grandes que se locomovem sobre a superfície do osso e degradam áreas lesadas e envelhecidas, possibilitando a regeneração e a renovação do tecido ósseo.

A combinação entre a formação e a remoção do tecido permanece durante toda a vida do indivíduo, denominada **remodelação óssea**. Esse processo deve

ser equilibrado para que não ocorra a perda excessiva de massa óssea.



■ Representação esquemática do crescimento ósseo do maxilar inferior mostrando o acúmulo de tecido (setas rosas) e o processo de reabsorção (setas roxas)

Em um adulto saudável, um delicado equilíbrio é mantido entre a ação dos **osteoclastos** na remoção de cálcio e a dos **osteoblastos** na deposição de cálcio. Se muito cálcio for depositado, podem se formar **calos ósseos**, causando interferências nos movimentos. Se muito cálcio for retirado, ocorre o enfraquecimento dos ossos caracterizando a **osteoporose**.

A osteoporose também pode ser provocada pela disfunção na síntese de matriz óssea, por carência de vitamina D ou pela produção insuficiente de **estrogênio** na mulher, desequilibrando a atividade entre os osteoblastos e os osteoclastos, o que geralmente ocorre após a menopausa.

o: hormônio sexual produzido principalmente pelos ovários.

Como a osteoporose deixa os ossos mais fracos, aumentando as chances de fraturas, pessoas de idade mais avançada ou com histórico da doença na família precisam realizar exames periódicos para identificação do problema, que pode ser tratado ou controlado. A prevenção é feita por meio de alimentação rica em cálcio, aporte de vitamina D (que auxilia na absorção do cálcio dos alimentos) e exercícios físicos.

■ Representação esquemática comparando um tecido ósseo saudável com um osso com osteoporose.



Corte ósseo de quadril

Tecido ósseo saudável



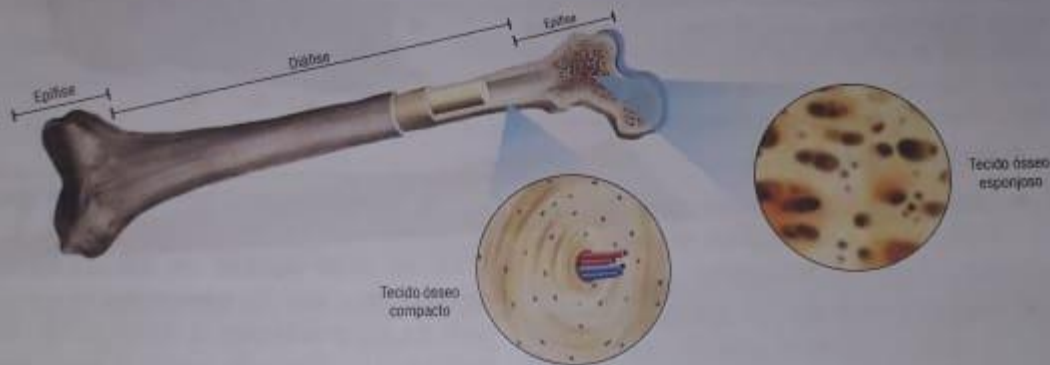
Tecido ósseo com osteoporose



Classificação do tecido ósseo

O tecido ósseo pode ser classificado em dois grupos: **osso esponjoso** e **osso compacto**. Essa classificação é apenas visual, visto que os dois tipos podem ser encontrados no mesmo osso e apresentam a mesma constituição, ocorrendo em regiões diferentes.

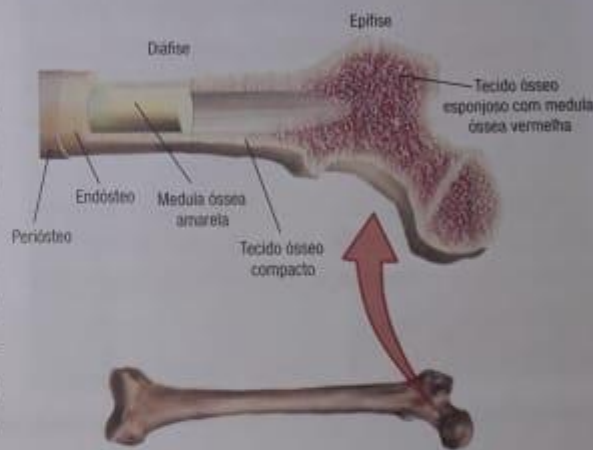
No fêmur (osso da coxa), as **epifises** (extremidades) são formadas principalmente por osso esponjoso. Essa região é constituída por muitas cavidades ou espaços amplos, que dão a aparência porosa ao tecido ósseo. A região da **diáfise** (parte cilíndrica do fêmur) é compacta e praticamente não apresenta esses espaços.



■ Representação esquemática da distribuição dos tecidos ósseos no fêmur

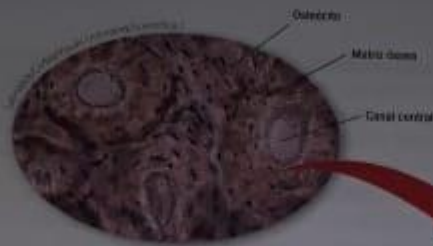
Além disso, os ossos são formados por tecidos conectivos que revestem as partes interna (**endóstio**) e externa (**perióstio**). Como são vascularizados, esses revestimentos propiciam a nutrição das células do tecido ósseo e servem de fonte de osteoblastos para o crescimento e a reconstituição óssea, como no caso de fraturas.

O interior dos ossos, principalmente dos longos, é preenchido com **medula óssea vermelha**, no tecido ósseo (epifises), e **medula óssea amarela**, nas partes do tecido compacto (diáfises). A medula óssea amarela é um tecido hematopoiético, ou seja, responsável pela produção dos elementos figurados do sangue; a medula amarela realiza o armazenamento de lipídios.



■ Representação esquemática da estrutura anatômica do fêmur com suas principais regiões

■ Tecido ósseo. Micrografia óptica, com aumento de 40x.



Osteócito

Matriz óssea

Canal central

Canal perfurante

Sistema haversiano (canal central com vasos sanguíneos)

Osteócito

Periosteio

Canal perfurante

Fibras de colágeno

Canal perfurante

■ Representação esquemática de um corte de tecido ósseo com vários sistemas haversianos evidentes

No tecido ósseo compacto, existe um conjunto de canais, denominados **canais centrais** (canais de Havers) e **canais perfurantes** (canais de Volkmann), que possibilita a passagem de vasos sanguíneos e nervos. Os osteócitos permanecem em cavidades interligadas por esses canais, o que propicia a nutrição e a oxigenação celular. Em cortes transversais do osso compacto, percebe-se, ao redor de cada canal central, a existência de lâminas concêntricas de matriz e osteócitos. Cada conjunto de lâminas e canais é conhecido como **sistema haversiano** (sistema de Havers ou osteônio).

Crescimento ósseo

Para que os ossos possam crescer, deve existir cartilagem na placa de crescimento, denominada **disco epifisário**, possibilitando que ocorra a substituição de tecido cartilaginoso por ósseo. Esse processo depende da ação do **hormônio de crescimento (GH)**, liberado pela glândula hipófise. De modo geral, o crescimento ósseo ocorre antes do fechamento do disco epifisário.

Tecido adiposo

Responsável pela reserva energética do corpo, o tecido adiposo apresenta pouca matriz extracelular entre suas células (denominadas **adipócitos**), as quais armazenam triglicerídeos. Como esse tipo de gordura não conduz bem o calor, o tecido adiposo também funciona como um isolante térmico, auxiliando na manutenção da temperatura do corpo. Outra importante função desse tecido é a proteção, amortecendo choques mecânicos, pois se localiza entre a pele e os órgãos internos.



■ Adipócitos cercados por fibras da matriz extracelular. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 165x, colorida artificialmente.

A disposição dos adipócitos é predominante na **pele**, denominada **panículo adiposo**. No recém-nascido, o panículo adiposo é uniforme em todo o corpo. Com o passar do tempo, a tendência é o acúmulo maior em algumas regiões, como abdômen, quadril, nádegas e coxas. A distribuição diferenciada desse tecido em cada sexo depende do controle dos hormônios sexuais. 3 Sugestão de complemento sobre o tecido adiposo.

Obesidade

Ocorre pelo acúmulo excessivo de lipídios nos adipócitos, o que aumenta o volume dessas células. Pode ser desencadeada por **fatores internos**, como genéticos e hormonais, ou **fatores externos** ou ambientais, relacionados ao sedentarismo e aos maus hábitos alimentares, ou seja, à inadequação entre a qualidade e a quantidade de alimentos ingeridos.

Quando o gasto energético das atividades metabólicas é menor que a energia ingerida dos alimentos, o corpo deposita, no tecido adiposo, a energia excedente na forma de gordura. Esse depósito de gordura aumenta a massa corporal, o que pode sobrecarregar os ossos e as articulações, o coração e os pulmões, que passam a oxigenar um volume maior de tecidos.

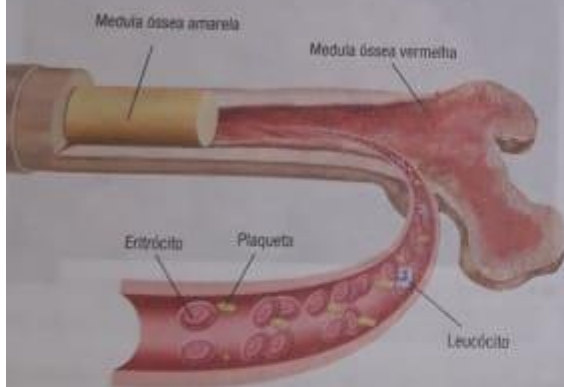
Um aumento de 20% na massa ideal de uma pessoa, causado pelo acúmulo de gordura, está relacionado ao risco de desenvolvimento de problemas de saúde, como hipertensão, doenças do coração, distúrbios nas articulações, cálculos biliares e problemas respiratórios.

4 Sugestão de encaminhamento e atividade sobre obesidade.

Tecido hematopoiético

Produz as células ou elementos figurados do sangue (hemácias, leucócitos e plaquetas) por meio da **hematopoiese** (do grego *haima*, atos, sangue; *poiesis*, produção). Tais elementos são constantemente renovados, pois apresentam um tempo de vida curto. Essa renovação ocorre por meio de uma linhagem celular precursora, os hemocitoblastos ou células-tronco hematopoiéticas, células que têm a capacidade de se diferenciar em qualquer um dos tipos de células sanguíneas. Os hemocitoblastos estão localizados no **tecido hematopoiético**, denominado **mielóide** ou **medula óssea vermelha**.

Esse tecido apresenta aspecto gelatinoso e encontra-se, principalmente, no canal medular das epífises dos ossos longos e nas cavidades de ossos chatos, como os do crânio, da bacia, das vértebras e das costelas.



Representação esquemática dos elementos figurados do sangue que provêm das células-tronco da medula óssea vermelha.

Nos fetos, a **medula óssea vermelha** está presente em quase todos os ossos. Conforme o indivíduo envelhece, a quantidade de **hemocitoblastos** diminui e, em alguns ossos, esse tecido é substituído por células adiposas, o que modifica sua coloração da vermelha para amarela. Desse modo, não produz mais os elementos do sangue e passa a atuar como depósito de gordura, sendo chamada de **medula óssea amarela**.

Sangue

Além dos elementos figurados, o sangue é constituído por uma substância intercelular líquida conhecida como **plasma**, que corresponde a 55% do volume total de sangue. O plasma é constituído basicamente por água (90%), onde se dissolvem proteínas (7%), sais minerais (1%) e vários compostos, como aminoácidos, ácidos graxos, glicose, hormônios e vitaminas.

O volume total de sangue de um indivíduo adulto do sexo masculino com 70 kg é de, aproximadamente, 5,5 litros. O sangue contribui de forma significativa para a manutenção do equilíbrio interno, assegurando uma atividade metabólica equilibrada nos diversos órgãos.

As principais funções do sangue são:

- **transporte** de nutrientes, gases respiratórios, hormônios e resíduos celulares;
- **defesa** contra micro-organismos invasores;
- **termorregulação**, distribuindo o calor de maneira uniforme pelas células;
- **equilíbrio hidrico e iônico**, garantindo o equilíbrio de água e sais nos tecidos corporais.

Os **elementos figurados** (eritrócitos, plaquetas e leucócitos) são células ou partes celulares que constituem a porção sólida do sangue (45%). Esses elementos recebem denominações de acordo com suas principais características e funções.

Eritrócitos

Também denominados **hemácias** ou **glóbulos vermelhos**, são anucleados nos mamíferos. A ausência de núcleo e o formato de disco bicôncavo facilitam a execução de sua função, que é o transporte de gases respiratórios. No

interior dos eritrócitos, existem moléculas de **hemoglobina**, responsáveis por esse transporte. A quantidade média de eritrócitos na espécie humana, por milímetro cúbico (mm^3) de sangue, sofre variação com a altitude, o estado nutricional, a idade e entre homens e mulheres. Em indivíduos adultos, há aproximadamente 5,5 milhões de eritrócitos no homem e 4,5 milhões na mulher.

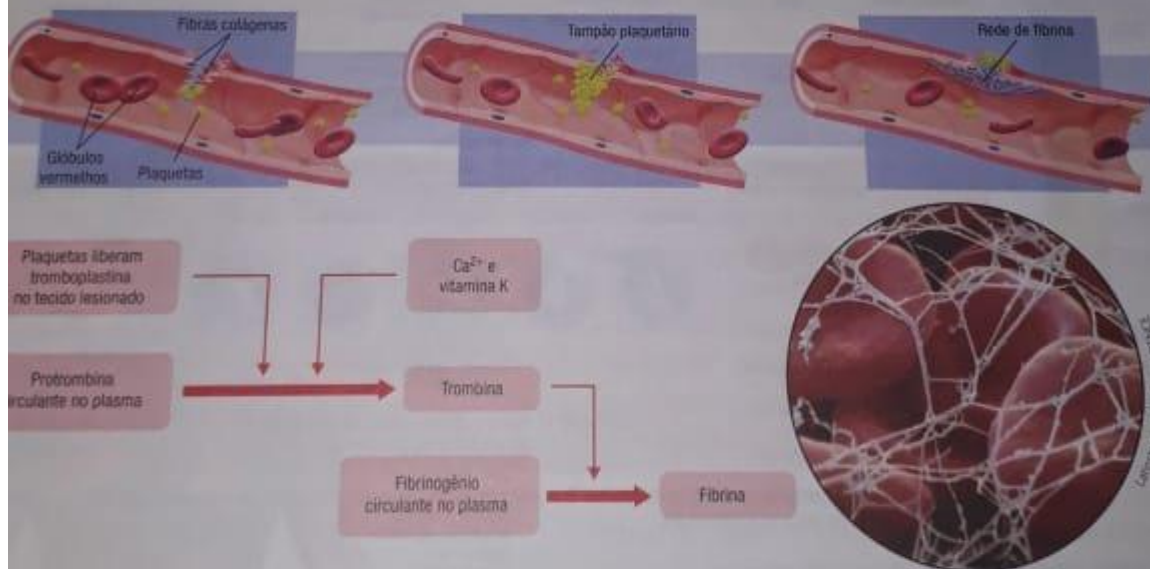
Quando o número de eritrócitos (e moléculas de hemoglobina) diminui, ocorre a **anemia**. Já o aumento da quantidade de eritrócitos ocasiona a **policitemia** (poliglobulia) e ocorre, principalmente, em regiões de altitude muito elevada, onde o ar é rarefeito e o teor de oxigênio, reduzido. Tal fato estimula o corpo a produzir mais eritrócitos na tentativa de compensar a menor concentração de oxigênio.

A produção de eritrócitos (eritropoiese) é estimulada pelo hormônio **eritropoietina** (do grego *erythron*, vermelho; *poiesis*, produção) em resposta à diminuição do fornecimento de O_2 . Esse hormônio é fabricado pelos rins (90%) e pelo fígado (10%).

Plaquetas (trombócitos)

São pedaços de células (megacariócitos) que sofrem fragmentação no interior da medula óssea vermelha. As plaquetas têm a função de realizar o processo de **coagulação sanguínea**. Sua quantidade normal varia entre 200 mil e 400 mil por mm^3 de sangue e seu tempo de vida é de, aproximadamente, nove dias.

Na **trombocitopenia**, ocorre a redução do número de plaquetas circulantes, o que predispõe o indivíduo a minúsculos processos hemorrágicos na pele e nos tecidos profundos. Já na **trombocitose**, verifica-se o aumento do número de plaquetas circulantes, podendo levar à formação de trombos (coágulos) e ao processo de trombose. Se isso acontecer nas artérias que irrigam o músculo cardíaco, pode ocorrer infarto do miocárdio.



apresentação esquemática da ação das plaquetas no processo de coagulação sanguínea. Em destaque, a rede de fibrinas e plaquetas. Micrografia eletrônica de varredura, com aumento de 3.800x, colorida artificialmente.

Leucócitos (glóbulos brancos)

As células maiores e menos numerosas que as hemácias (entre 5 mil e 10 mil por mm^3 de sangue) e vivem de 1 a 2 dias. A função dos leucócitos é a **defesa** do organismo, auxiliando no combate aos agentes patogênicos e na remoção de células mortas. Também podem provocar doenças e processos alérgicos.

A diminuição exagerada do número de leucócitos caracteriza a **leucopenia**, em que o sistema imunitário (imunológico) fica deprimido, fazendo com que o indivíduo apresente mais riscos de adquirir doenças. O aumento da quantidade de leucócitos denomina-se **leucocitose** e pode indicar um processo infeccioso ou alérgico. Um aumento excessivo do número dessas células pode ser um indicio de **leucemia**.

Os leucócitos podem ou não apresentar granulações em seu interior, que correspondem aos lisossomos e aos fragmentos lisossômicos, os quais contêm importantes enzimas digestivas para a eliminação de agentes invasores. Assim, as principais categorias de leucócitos são os granulócitos e os agranulócitos.

• **Granulócitos** (contêm grânulos citoplasmáticos):

a) **neutrófilos** – primeira linha de defesa celular, fagocitam patógenos;

b) **eosinófilos** – fagocitam agentes estranhos ao corpo nas doenças alérgicas ou parasitárias;

c) **basófilos** – liberam heparina (anticoagulante) e histamina (substância vasodilatadora secretada nos processos alérgicos).

• **Agranulócitos** (não apresentam grânulos):

a) **monócitos** – atravessam a parede dos vasos sanguíneos (diapedese) e se diferenciam no interior dos linfonodos em **macrófagos**, forma em que atuam fagocitando agentes estranhos;

b) **linfócitos** – atuam na defesa específica contra células patogênicas ou do próprio indivíduo, mas que apresentem alterações, como células tumorais. Podem ser de dois tipos: **linfócitos T**, células ainda imaturas que migram da medula óssea até o timo, onde amadurecem; e **linfócitos B**, células já maduras que produzem proteínas especializadas para se ligar a substâncias patógenas.

Observe, no esquema a seguir, a composição do sangue:



Organize as ideias

Elabore um esquema ou quadro com os tipos de tecidos conjuntivos abordados citando sua principal característica e função. Indique a característica que todos apresentam em comum para que sejam identificados como tecidos conjuntivos. **Sugestão de resposta:**

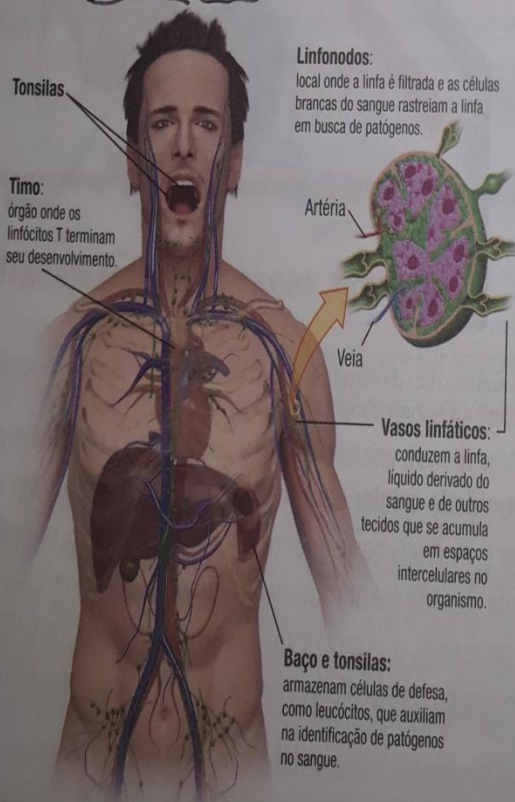
Noções de imunologia

O corpo humano apresenta diferentes barreiras de **defesa inata** para evitar a entrada de agentes patogênicos, como bactérias, vírus ou fungos. Tais barreiras podem ser físicas ou respostas celulares químicas, por exemplo:

- **pele** – evita a entrada de substâncias estranhas e micro-organismos;
- **lágrimas e saliva** – contêm substâncias que atuam no combate de micro-organismos;
- **tosse ou espirro** – expõem substâncias estranhas ou micro-organismos das vias aéreas.

Quando um agente patogênico atravessa essas barreiras, são desencadeadas respostas de defesa mais específicas. Isso é feito pelas células de defesa que circulam pelo corpo e identificam os patógenos por meio de receptores químicos, fagocitando essas células. Caso o agente patogênico não seja eliminado em poucas horas, o corpo recruta as células que fabricam anticorpos, produzindo uma resposta ainda mais elaborada e específica.

Assim, os mecanismos de defesa do organismo humano ocorrem, principalmente, por meio de dois processos: **resposta fagocitária** (fagocitose) e **resposta imunitária** (produção de anticorpos). Essas respostas a agentes patógenos são desencadeadas tendo a participação dos leucócitos e dos órgãos do **sistema linfático**, que compreende **baço, timo, tonsilas** (amígdalas) e linfonodos.



No interior dos linfonodos, há os **macrófagos**, células responsáveis pela fagocitose de resíduos celulares e agentes patogênicos, e os **linfoblastos**, leucócitos imaturos provenientes da medula óssea. Quando saem da circulação sanguínea e chegam aos órgãos linfáticos, os linfoblastos amadurecem e se diferenciam em **linfócitos**, retornando ao sangue por meio da linfa, que contém basicamente plasma, linfócitos e nutrientes.

A linfa forma-se pela remoção do excesso de líquido intercelular extravasado dos capilares sanguíneos. Depois de absorvida, ela é conduzida aos linfonodos, que realizam o processo de filtração para que possa retornar à corrente sanguínea. Quando os linfonodos incham, formam-se **ínguas** em virtude do aumento da produção de linfócitos, indicando que o corpo está realizando um processo de defesa.

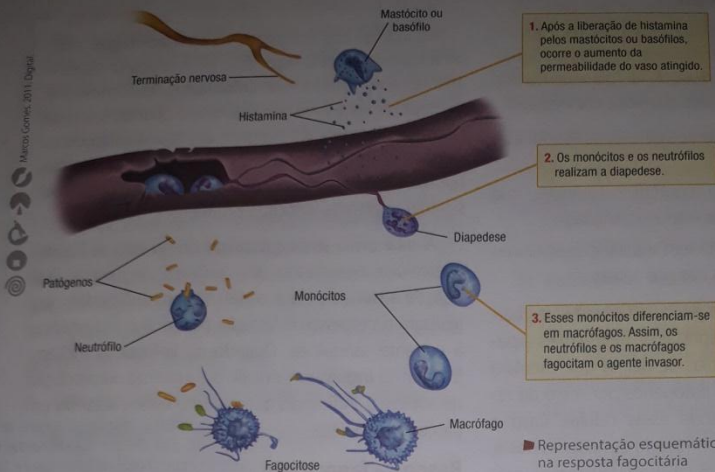
Sobre o sistema imunitário, sugere-se a leitura da obra *Os dez mandamentos do sistema imunológico*, de Elinor Levy e Tom Monte (ver Sugestão para o professor).

Resposta fagocitária

Quando o corpo sofre um ferimento, uma infecção ou mesmo uma picada de inseto, as células fagocitárias são ativadas. Algumas células, como os basófilos e os mastócitos, migram para a região afetada e liberam uma substância vasodilatadora: a **histamina**. Esse processo faz aumentar o fluxo sanguíneo na região, tornando-a avermelhada e quente. Com isso, esses vasos ficam mais permeáveis, o que facilita a saída do plasma, que ocasiona o inchaço do local ferido (edema), caracterizando o processo inflamatório.

A permeabilidade dos vasos possibilita, por meio da **diapedese**, a saída dos monócitos para o líquido extracelular, os quais, no interior dos linfonodos, transformam-se em **macrófagos**, que migram para a região afetada. Desse modo, as células fagocitárias (neutrófilos e macrófagos) estão prontas para realizar a **fagocitose** dos agentes patogênicos.

Após a fagocitose, os lisossomos das células fagocitárias degradam o invasor, utilizando enzimas hidrolíticas, e as próprias células de defesa também morrem. O resíduo formado pelos micro-organismos (vírus, bactérias, protozoários) e pelas células fagocitárias mortas denomina-se **pus**.



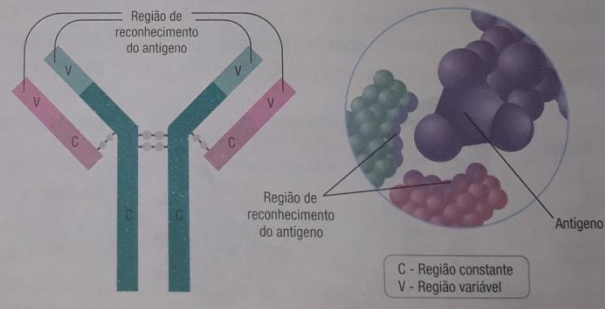
No processo inflamatório, as células fagocitárias recolhem patógenos e restos de células mortas. Além disso, elas liberam **citocinas**, proteínas solúveis de sinalização que induzem o cérebro a desencadear um aumento na temperatura corporal, denominado **febre**, inibindo a reprodução dos patógenos.

Resposta imunológica (imunitária)

A imunidade consiste na capacidade do corpo em resistir a doenças e infecções por meio do combate ao **antígeno**, o qual compreende qualquer molécula, geralmente externa (pode estar presente na superfície de vírus, bactérias, protozoários, fungos, vermes), capaz de ser reconhecida pelo sistema imunitário, mais especificamente por **anticorpos**.

O anticorpo é uma molécula de defesa ou **imunoglobulina** capaz de reconhecer e ligar-se aos antígenos de forma específica. Existem vários tipos de imunoglobulinas, as quais são classificadas em cinco classes: IgG, IgM, IgD, IgA e IgE, dependendo de sua estrutura química, localização e função.

A ligação entre o antígeno e as imunoglobulinas provoca a formação do complexo antígeno-anticorpo, que é reconhecido e fagocitado pelos macrófagos.



■ Representação esquemática da estrutura de um anticorpo, com detalhe da região específica (sítio) para o reconhecimento e a ligação do antígeno

Existem dois tipos principais de resposta imunológica: **imunidade celular** e **imunidade humoral**, que atuam de maneira simultânea contra os patógenos. A **imunidade celular** é mediada basicamente por células (no caso, os **linfócitos T**), não envolvendo anticorpos. O linfócito T liga-se à célula atacada e é ativado para diferenciar-se em células de memória e células citotóxicas ativas. Estas secretam proteínas perforinas, que provocam a destruição celular. Os linfócitos T são importantes na rejeição de enxertos e na proteção do corpo contra células infectadas com micro-organismos (como vírus) ou células cancerosas.

citocina: proteína reguladora, produzida por diferentes células do sistema imunitário, necessária para mediar quimicamente e conduzir a resposta inflamatória, favorecendo também a cicatrização em feridas.

Já a **imunidade humoral** (do latim *humore*, líquido) está relacionada à ação de **anticorpos**. A ligação do linfócito B com o antígeno faz com que aquele se torne ativo e secreta várias cópias de anticorpos com as mesmas características da molécula de anticorpo presente em sua membrana, ampliando a resposta imunológica.

Após o primeiro contato com um antígeno viral, bacteriano ou qualquer substância considerada antigênica, o sistema imunitário demora alguns dias para produzir a quantidade suficiente de anticorpos específicos contra o antígeno. Trata-se da **resposta imunológica primária**. Em um segundo contato (e em contatos posteriores) com o mesmo antígeno, a produção de anticorpos é bem mais rápida e intensa. Essas respostas posteriores são denominadas **secundárias**. Isso possibilita a inativação do antígeno antes que ele se manifeste e provoque alguma doença.

A resposta mais rápida nos contatos subsequentes é possível porque os linfócitos B também desenvolvem as **células de memória**, que vivem mais tempo. Assim, o corpo adquire **memória imunológica**, pois passa a "lembrar" daqueles antígenos que já o invadiram uma vez.

A memória imunológica faz com que um indivíduo afetado por alguma doença (rubéola, caxumba, sarampo, gripe) ou vacinado contra ela dificilmente a desenvolva pela segunda vez. No entanto, a memória imunológica funciona sempre com os mesmos antígenos. Se algum deles sofrer mutação, como ocorre mais facilmente com o vírus da gripe, o indivíduo pode ser novamente afetado pela doença, desenvolvendo, assim, uma nova memória contra o antígeno mutante.

As **alergias** são respostas imunológicas exageradas para certos antígenos, denominados **alérgenos**, que podem ser pólen, alimentos, corantes, picada de insetos, medicamentos, substâncias químicas, entre outros. A histamina liberada em grande quantidade nessa resposta ocasiona os sintomas da alergia, como espirros, olhos lacrimejantes e inchaço das vias aéreas, dificultando a respiração. Quando a reação alérgica é aguda, pode levar ao **choque anafilático**, que se caracteriza por uma reação no corpo inteiro que pode levar à morte.

Organize as ideias

6 Nas transfusões sanguíneas, os tipos de sangue (A, B, AB e O) precisam ser conhecidos para que não ocorram reações nocivas ao receptor. Considerando que os aglutinogênios são os antígenos e as aglutininas, os anticorpos, escreva entre quais grupos sanguíneos as transfusões podem ser feitas e justifique cada uma delas.

6 Sugestão de encaminhamento e gabarito.

Transplantes e doenças autoimunes

Um sistema imunitário saudável sempre vai responder quando agentes estranhos ao corpo forem identificados. Assim, no caso de transplantes de órgãos ou tecidos, o corpo do receptor vai identificar como estranhas (antígenos) as células da pessoa doadora, pois não são geneticamente iguais, e elas serão atacadas pelas defesas imunológicas.

As moléculas do complexo principal de histocompatibilidade (MHC) são as responsáveis pela rejeição nos transplantes. Presentes em todas as células do corpo humano e variáveis de pessoa para pessoa, essas moléculas projetam-se na superfície das células (glicocálix) e fazem com que o organismo se autorreconheça. Em um transplante, o organismo do receptor não identifica as moléculas de MHC do órgão ou tecido transplantado e desencadeia uma resposta imunológica. Para que os transplantes tenham sucesso, os médicos realizam uma série de análises a fim de que as moléculas de MHC do doador sejam o mais compatível possível com as do receptor.

As **doenças autoimunes** caracterizam-se pela ação do sistema imunitário contra as moléculas do próprio corpo da pessoa. Elas podem ser desencadeadas por fatores genéticos, condições ambientais ou pelo sexo, já que grande parte

delas atinge uma porcentagem maior de mulheres que de homens. Lúpus, artrite reumatoide e esclerose múltipla são exemplos de algumas dessas doenças.

- **Lúpus:** o sistema imunitário produz anticorpos que atacam os tecidos saudáveis do próprio corpo, causando inflamações, febre, artrite e disfunção renal.
- **Artrite reumatoide:** o sistema imunitário ataca as cartilagens que revestem as articulações, levando à inflamação dolorosa.
- **Esclerose múltipla:** os linfócitos T entram no sistema nervoso central e passam a destruir o estrato mielínico que reveste os neurônios, o que impacta diretamente na transmissão dos impulsos nervosos, ocasionando dificuldades para controlar funções como caminhar, falar e coordenar movimentos.

CONEXÕES

A medula óssea é responsável pela produção das células do sangue, e diferentes doenças podem estar associadas a ela, como a anemia e a leucemia. Em casos mais graves, para preservar a vida do paciente, é preciso realizar um transplante de medula óssea. No entanto, o principal obstáculo é encontrar um doador compatível. Para isso, existem bancos de cadastro de pessoas doadoras de medula óssea. Quanto mais pessoas cadastradas, maiores são as chances de se encontrar um doador compatível para determinado paciente.

Q Em relação a esse assunto, faça uma pesquisa sobre o transplante de medula óssea, destacando principalmente:

- como são realizados o cadastro dos doadores e a doação de medula óssea;
- quem pode ser doador;
- como o transplante é realizado.

Para finalizar, elabore um *post* sintetizando os resultados obtidos na pesquisa e, utilizando as redes sociais, organize uma campanha de divulgação sobre a doação de medula óssea entre seus amigos.



Doe vida.

Cadastre-se como doador de medula óssea. Com 10 mL de sangue, você pode salvar uma vida.

7 Sugestão de encaminhamento.

Atividades

1. (UERN)

Pesquisas envolvendo a síntese de uma pele idêntica à humana, que reproduz os mesmos tecidos biológicos e pode ser utilizada para avaliar a toxicidade e a eficácia de novos compostos para fármacos e produtos cosméticos, têm sido desenvolvidas por pesquisadores brasileiros. Células retiradas de peles de doadores submetidos a cirurgias plásticas regeneradoras são utilizadas para a síntese de uma pele idêntica à humana.