

Ser Humano e Educação em Ciências

6 Função Defesa - Sistemas Imune e Linfático



Sistema Imune e Linfático

Na interação com o ambiente e com outros seres vivos, o organismo humano passa por diversas tentativas diárias de invasão por parte de micro-organismos patogênicos e oportunistas. Apesar de nosso organismo ser bem protegido pela pele e pelas membranas que revestem nossos órgãos internos, é praticamente impossível evitar a entrada de substâncias nocivas ou micro-organismos invasores. Assim, caso a invasão ocorra, nosso corpo conta com um eficiente sistema de reconhecimento e combate a esses micro-organismos. Conhecemos tal sistema como sistema imunológico.

Entretanto, apesar de os alunos saberem que o sistema imunológico é o responsável pela defesa do corpo contra os micro-organismos, bem como a existência de patógenos como vírus e bactérias, é grande a lacuna de conhecimento sobre o funcionamento do sistema imunológico, além do quase completo desconhecimento do sistema linfático e seu papel nas defesas do organismo. Além disso, os alunos desconhecem a existência de doenças autoimunes, suas causas e consequências.

Assim, na atividade desta semana, trabalharemos os conhecimentos relacionados à defesa do corpo contra micro-organismos. Trabalharemos ainda a integração dos sistemas imunológico e linfático, de modo a fornecer uma visão integrada da importância do bom funcionamento desses sistemas para a saúde humana.

Entretanto, antes de começarmos, reserve um tempo e reflita sobre as seguintes perguntas: “Qual a diferença entre os tipos de proteção que nosso corpo apresenta contra a invasão de micro-organismos? Qual o papel do sistema linfático nesse processo?”

Sistema linfático



Agora, assista aos vídeos na ordem indicada e, depois, leia o texto abaixo. Feito isso, retorne até essas questões anteriores e reflita novamente sobre elas.

Defesa do organismo [parte 1](#) Defesa do organismo [parte 2](#) Defesa do organismo [parte 3](#)

Sistema paralelo ao circulatório, constituído por uma vasta rede de vasos semelhantes às veias (vasos linfáticos) que se distribuem por todo o corpo e recolhem o líquido tissular que não retornou aos capilares sanguíneos, filtrando-o e reconduzindo-o à circulação sanguínea. É constituído pela linfa, vasos e órgãos linfáticos.

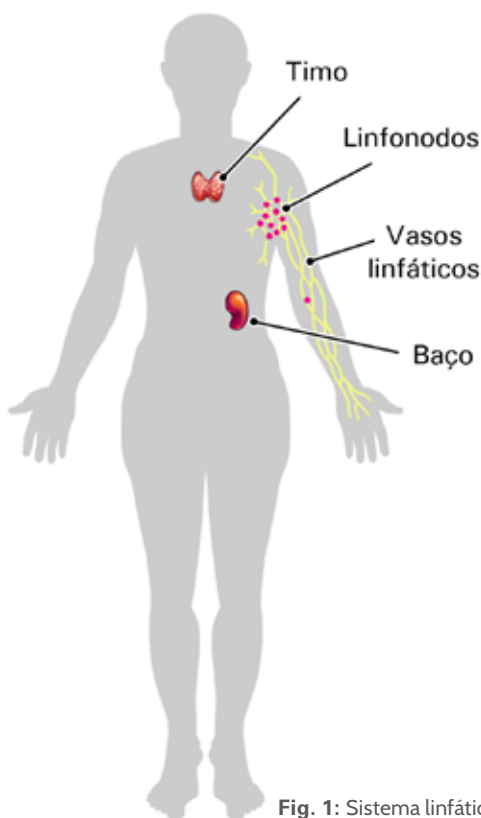


Fig. 1: Sistema linfático

Os capilares linfáticos estão presentes em quase todos os tecidos do corpo. Capilares mais finos vão se unindo em vasos linfáticos maiores, que terminam em dois grandes dutos principais: o duto torácico (recebe a linfa procedente da parte inferior do corpo, do lado esquerdo da cabeça, do braço esquerdo e de partes do tórax) e o duto linfático (recebe a linfa procedente do lado direito da cabeça, do braço direito e de parte do tórax), que desembocam em veias próximas ao coração.

A **linfa** é o líquido que circula pelos vasos linfáticos. Sua composição é semelhante à do sangue, mas não possui hemácias, apesar de conter glóbulos brancos, dos quais 99% são linfócitos. No sangue, os linfócitos representam cerca de 50% do total de glóbulos brancos.

O **timo** é um órgão bilobado, que fica abaixo do esterno, sobre o coração, onde ocorre a maturação dos linfócitos T. As células T imaturas migram da medula óssea para o timo e lá passam por um processo de seleção e maturação. Somente entre 2% e 5% das células T imaturas que chegam ao timo completam o processo de maturação e o restante morre por apoptose (morte celular programada). Uma vez que os

linfócitos T estão maduros, eles saem do timo via corrente sanguínea e povoam o baço, os linfonodos e outros tecidos linfáticos, à espera de um “chamado” para que entrem em ação.

O **baço**, que é a maior massa individual de tecido linfático no corpo, apresenta três funções principais: remoção, pelos macrófagos, das células sanguíneas e plaquetas desgastadas ou defeituosas, armazenamento de plaquetas e produção de células do sangue durante o estágio fetal.

Os **linfonodos** são os órgãos linfáticos mais numerosos do organismo, cuja função é a de filtrar a linfa e eliminar corpos estranhos que ela possa conter, como vírus e bactérias. Nele ocorrem linfócitos, macrófagos e plasmócitos. A proliferação dessas células provocada pela presença de bactérias ou substâncias/organismos estranhos determina o aumento do tamanho dos gânglios, que se tornam dolorosos, formando a **íngua**.

Sistema imunológico

Uma vez que estamos cercados por um mundo microscópico, cheio de micro-organismos que podem ser potenciais invasores, patógenos ou parasitas de nosso corpo, surgiu, ao longo de milhões de anos de evolução, um sistema corporal capaz de prevenir a entrada e de combater esses invasores, caso eles consigam romper as primeiras barreiras de proteção. Estamos falando do sistema imunológico, que é composto pelas células da linhagem branca do sangue e os órgãos onde essas células são produzidas, maturadas e multiplicadas, como a medula óssea, baço, timo e os nódulos linfáticos.

Na **medula óssea**, são produzidas as células sanguíneas, tanto as da linhagem branca quanto as da linhagem vermelha. Trata-se de um tecido conjuntivo altamente vascularizado, localizado nos espaços microscópicos entre as trabéculas do tecido ósseo esponjoso. Está presente, principalmente, nos ossos do esqueleto axial e nos grandes ossos do esqueleto apendicular, como nos cíngulos do fêmur e do úmero. Na medula óssea, podemos encontrar algumas células que chamamos de células-tronco pluripotentes, ou seja, que têm a capacidade de originar diversos tipos celulares. Essa diferenciação celular se dá em resposta a substâncias específicas que determinam que tipo de célula sanguínea será formado. Com relação à linhagem branca do sangue, podemos encontrar 5 tipos de células: os neutrófilos, os eosinófilos e os basófilos, que são os chamados leucócitos granulares, e também os linfócitos e os monócitos, que são os leucócitos agranulares. Esses glóbulos brancos do sangue, conforme veremos mais adiante, atuam no sistema de defesa do organismo, seja por fagocitose seja pela produção de anticorpos e substâncias contra os invasores.

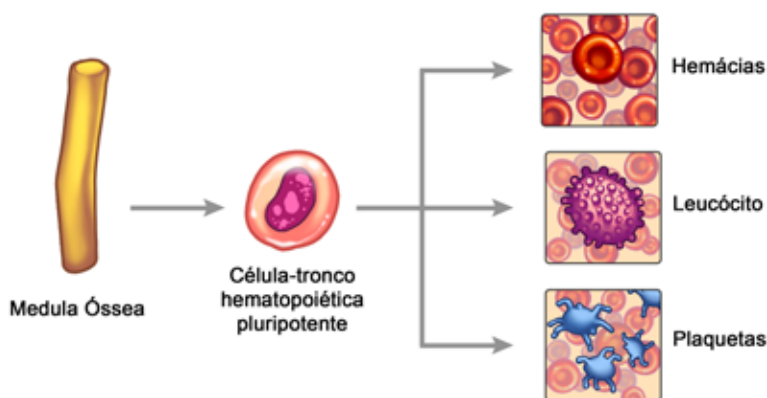


Fig. 2: Células-tronco hematopoiéticas pluripotentes

Entretanto, nosso sistema de defesa conta também com outros mecanismos físicos e químicos, bastante eficientes de proteção contra a invasão. Essas defesas primárias ou inatas existem desde o nascimento e protegem contra uma ampla gama de invasores. Entre elas, podemos citar:

- **Pele:** com várias camadas de células queratinizadas, a epiderme fornece uma barreira que dificilmente é vencida quando está intacta. Além disso, a constante descamação das camadas superficiais da pele elimina o excesso de bactérias que vivem na pele.
- **Células produtoras de muco:** As mucosas possuem células secretoras de muco, que lubrifica e umedece as superfícies. Dessa maneira, pequenas partículas, que poderiam penetrar no organismo pelas mucosas, como a nasal, ficam presas nesse muco, que depois é eliminado com as substâncias que ficaram presas nele.

- **Outros fluidos:** como as lágrimas, que lavam as bactérias das mucosas oculares; a saliva, que limpa a superfície dos dentes e a da mucosa da boca; e a urina, que lava a uretra. Além disso, outros fluidos ainda apresentam substâncias bactericidas, como o suor, que contém lisozimas; o suco gástrico e as secreções ácidas da vagina, que desfavorecem o crescimento das bactérias.

Todas essas defesas são bastante eficientes e impedem a entrada da maioria dos invasores. Entretanto, essas barreiras não são à prova de falhas e podem, ocasionalmente, ser rompidas ou destruídas em situações simples do dia a dia, como ao escovar os dentes ou fazer a barba. Quando isso acontece e os patógenos conseguem penetrar, eles ainda encontram uma segunda linha de defesa, que ataca tudo o que é estranho ao corpo.

Uma dessas respostas é a inflamação, que geralmente elimina os micróbios, toxinas e os materiais estranhos no local do dano, impedindo assim a expansão para outros tecidos e preparando o local para a reparação do dano.

A inflamação apresenta quatro sinais clássicos, que são rubor, dor, calor e edema. Dependendo do local e da extensão do dano, a inflamação pode ainda causar o quinto sinal, que é a perda de função. Todos esses sinais acontecem devido a uma vasodilatação na região lesada, aumentando o espaço entre as células dos capilares sanguíneos e permitindo, assim, que substâncias como anticorpos e anticoagulantes saiam do sangue e se desloquem até o local da lesão. Logo após o início do processo, células com capacidade fagocitária (fagócitos) chegam até o local e começam a limpar a área. Os neutrófilos são, normalmente, os primeiros a chegar, mas apresentam vida curta, morrendo logo após fagocitar os seus primeiros micróbios. Já os macrófagos, que chegam um pouco depois, fagocitam uma maior quantidade de partículas e substâncias antes de morrer. Os macrófagos fagocitam tudo, desde micro-organismos invasores até neutrófilos danificados que não mais desempenham sua função.

A próxima fase da resposta imune é o que chamamos de resposta imune adaptativa, que, por ser extremamente específica, apresenta um tempo mais longo de resposta. Essa resposta está dividida em imunidade humoral (relacionada aos anticorpos) e imunidade celular (relacionada aos linfócitos T). Existem diversos tipos de linfócitos, mas os principais são o linfócito B, que é o responsável pela produção de anticorpos, e os linfócitos T, responsáveis pela resposta celular.

Para que ocorra uma resposta imune, as células B e T devem reconhecer a presença de um antígeno estranho. Enquanto as células B são capazes de reconhecer os antígenos e se ligar a eles, na linfa, no fluído intersticial e no plasma sanguíneo, os linfócitos T só reconhecem os fragmentos de antígeno que são “apresentados” pelas chamadas células apresentadoras de antígenos (macrófagos, linfócitos B ou células dendríticas). Esse processo funciona da seguinte maneira: logo após fagocitarem e destruírem o micro-organismo invasor, partes desse mesmo invasor são incorporadas à membrana plasmática da célula apresentadora de antígeno. Agora, essa célula migra pelo sistema linfático até os nódulos linfáticos, onde os linfócitos T auxiliares ficam armazenados. No linfonodo, um linfócito T auxiliar específico para este antígeno será ativado e iniciará um processo de multiplicação. Depois de ativados, os linfócitos T auxiliares estimularão os linfócitos B a produzirem anticorpos específicos contra esse invasor. Uma vez que foi realizado esse processo de multiplicação e de produção de anticorpos, linfócitos e anticorpos são transportados até a corrente sanguínea e migram até o lugar da infecção. Os anticorpos se ligam aos micro-organismos, impedindo que estes se liguem a outras células ou mesmo promovendo a lise de suas membranas celulares. Os linfócitos T auxiliares que chegaram ao local

da infecção estimulam os macrófagos presentes no local a aumentarem sua capacidade fagocitária e continuam a estimular os linfócitos B a produzirem mais anticorpos. Em caso de uma infecção viral, existe ainda um outro tipo de linfócito T, chamado citotóxico, que migra até o local e elimina as células infectadas com o vírus. Depois de todo esse processo, algumas células B e T permanecem vivas e se transformam em células de memória. Assim, quando uma nova infecção com esse antígeno acontecer, a resposta imune adaptativa será muito mais rápida e os sintomas provavelmente nem se manifestarão.

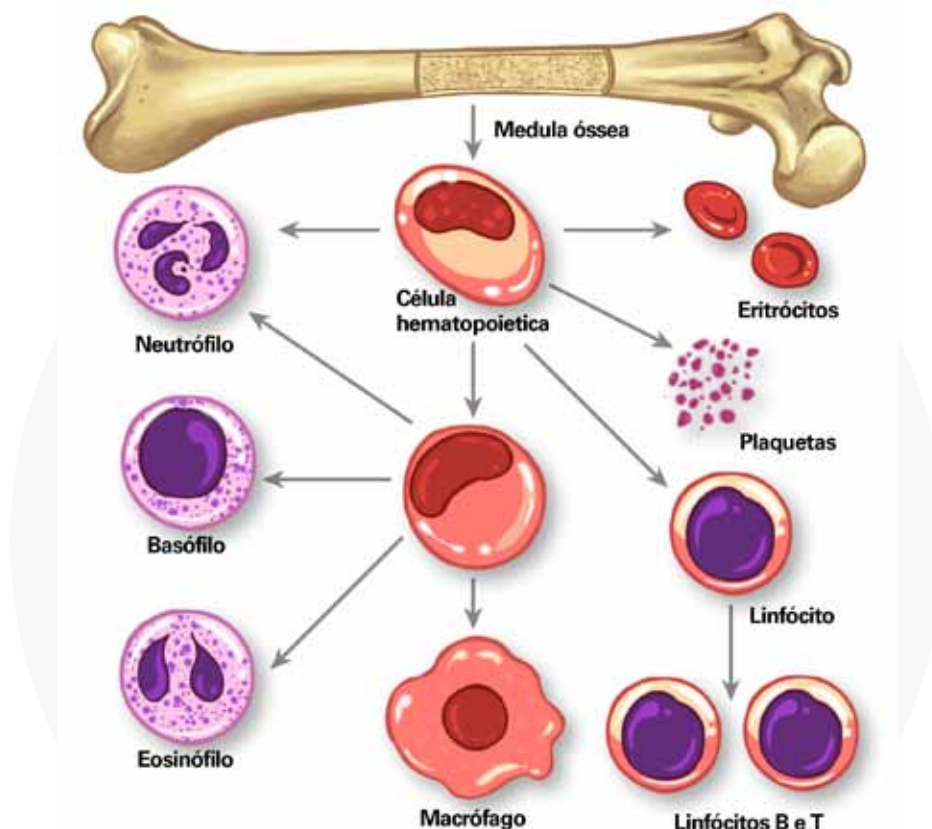


Fig. 3: Tipos de células brancas



Assista ao [vídeo](#), que resume o funcionamento de uma resposta imune contra antígenos específicos.

Aids

A AIDS, ou Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, é uma condição em que as sucessivas doenças oportunistas se manifestam no organismo de uma pessoa infectada pelo vírus da imunodeficiência humana, ou HIV.

Esse vírus infecta, principalmente, as células T auxiliares e se multiplica em uma velocidade extraordinariamente alta. Por se tratar de uma infecção viral, os linfócitos T citotóxicos participam da resposta imune contra esse vírus, matando as células infectadas. E justamente ao matar essas células - os linfócitos T auxiliares - é que surgem os sintomas que conhecemos como AIDS. Com todo o sistema imunológico comprometido lutando

entre si, em geral, aparecem diversas infecções oportunistas que, normalmente, causam o óbito do paciente.



Assista o vídeo que exemplifica o funcionamento de uma infecção pelo vírus da AIDS e as causas da diminuição das defesas corporais contra organismos infecciosos



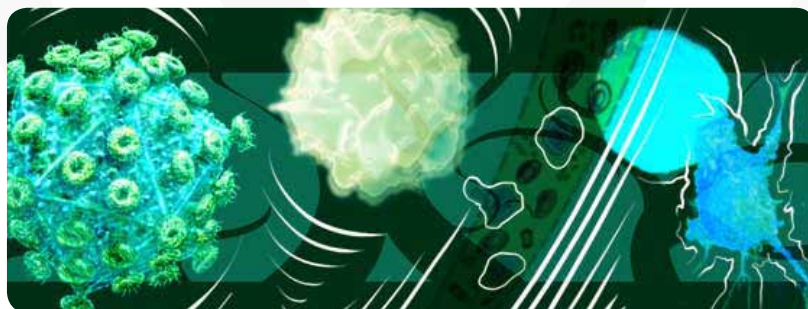
Atividades

Wiki

Agora que você já lembrou os conhecimentos sobre o funcionamento do sistema imunológico e sua integração com o sistema linfático, monte com seus colegas uma página wiki, onde vocês detalhem o funcionamento do sistema imunológico no combate a micro-organismos invasores.

Fórum

Leia o trecho entre as páginas 24 e 46 do Trabalho Final da Especialista em Ensino de Ciências Alexandra Pinto Quintans. Identifique os principais problemas conceituais que os alunos apresentaram e discuta com seus colegas como trabalhar esses temas, de modo que os alunos possam ter um melhor entendimento sobre o assunto. Você encontra as mesmas dificuldades nos seus alunos?



Fonte: CEPA