



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

## **Resumo Sistema Linfático**

**Por Profa. Roberta Paresque**

O sistema imunológico é a coleção complexa de células e órgãos que destrói ou neutraliza os patógenos que, de outra forma, causariam doença ou morte. O sistema linfático, para a maioria das pessoas, está associado ao sistema imunológico a tal ponto que os dois sistemas são virtualmente indistinguíveis. O sistema linfático é o sistema de vasos, células e órgãos que transporta o excesso de fluidos para a corrente sanguínea e filtra os patógenos do sangue. O inchaço dos gânglios linfáticos durante uma infecção e o transporte de linfócitos pelos vasos linfáticos são apenas dois exemplos das muitas conexões entre esses sistemas de órgãos críticos.

### **Funções do sistema linfático**

Uma das principais funções do sistema linfático é drenar os fluidos corporais e devolvê-los à corrente sanguínea. A pressão arterial causa vazamento de fluido dos capilares, resultando no acúmulo de fluido no espaço intersticial - isto é, espaços entre células individuais nos tecidos. Em humanos, 20 litros de plasma são liberados no espaço intersticial dos tecidos a cada dia devido à filtração capilar. Uma vez que esse filtrado está fora da corrente sanguínea e nos espaços de tecido, ele é conhecido como fluido intersticial. Destes, 17 litros são reabsorvidos diretamente pelos vasos sanguíneos. Mas o que acontece



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

com os três litros restantes? É aqui que o sistema linfático entra em ação. Ele drena o excesso de fluido e o esvazia de volta na corrente sanguínea por meio de uma série de vasos, troncos e dutos. Linfa é o termo usado para descrever o líquido intersticial depois de entrar no sistema linfático. Quando o sistema linfático é danificado de alguma forma, como por ser bloqueado por células cancerosas ou destruído por lesão, o fluido intersticial rico em proteínas se acumula (às vezes “faz backup” dos vasos linfáticos) nos espaços de tecido. Esse acúmulo inadequado de fluido, conhecido como linfedema, pode levar a sérias consequências médicas.

Conforme o sistema imunológico dos vertebrados evoluiu, a rede de vasos linfáticos tornou-se vias convenientes para transportar as células do sistema imunológico. Além disso, o transporte de lipídios dietéticos e vitaminas lipossolúveis absorvidos no intestino usa esse sistema.

As células do sistema imunológico não apenas usam os vasos linfáticos para fazer seu caminho dos espaços intersticiais de volta à circulação, mas também usam os nódulos linfáticos como principais áreas de estadiamento para o desenvolvimento de respostas imunológicas críticas. Um linfonodo é um dos pequenos órgãos em forma de feijão localizados em todo o sistema linfático.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

### **Estrutura do sistema linfático**

Os vasos linfáticos começam como capilares abertos, que se alimentam em vasos linfáticos cada vez maiores e, por fim, desembocam na corrente sanguínea por uma série de dutos. Ao longo do caminho, a linfa viaja pelos nódulos linfáticos, que são comumente encontrados perto da virilha, axilas, pescoço, tórax e abdômen. Os humanos têm cerca de 500–600 linfonodos em todo o corpo.

A principal distinção entre os sistemas linfático e cardiovascular em humanos é que a linfa não é bombeada ativamente pelo coração, mas é forçada através dos vasos pelos movimentos do corpo, pela contração dos músculos esqueléticos durante os movimentos do corpo e pela respiração. Válvulas unilaterais (válvulas semilunares) nos vasos linfáticos mantêm a linfa se movendo em direção ao coração. A linfa flui dos capilares linfáticos, através dos vasos linfáticos, e então é despejada no sistema circulatório através dos ductos linfáticos localizados na junção das veias jugular e subclávia no pescoço.

### **Capilares Linfáticos**

Os capilares linfáticos, também chamados de linfáticos terminais, são vasos onde o fluido intersticial entra no sistema linfático para se tornar fluido linfático. Localizados em quase todos os tecidos do corpo, esses vasos estão entrelaçados entre as arteríolas e vênulas do sistema circulatório nos tecidos conjuntivos moles do corpo. As exceções são o sistema nervoso central, a medula óssea, os ossos, os dentes e a córnea do olho, que não contêm vasos linfáticos.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Os capilares linfáticos são formados por uma camada de células endoteliais com a espessura de uma célula e representam a extremidade aberta do sistema, permitindo que o fluido intersticial flua para eles por meio de células sobrepostas. Quando a pressão intersticial é baixa, os retalhos endoteliais se fecham para evitar o "refluxo". Conforme a pressão intersticial aumenta, os espaços entre as células se abrem, permitindo a entrada do fluido. A entrada de fluido nos capilares linfáticos também é possibilitada pelos filamentos de colágeno que ancoram os capilares às estruturas circundantes. À medida que a pressão intersticial aumenta, os filamentos puxam os retalhos das células endoteliais, abrindo-os ainda mais para permitir a entrada fácil do líquido.

No intestino delgado, os capilares linfáticos são essenciais para o transporte de lipídios da dieta e vitaminas solúveis em lipídios para a corrente sanguínea. No intestino delgado, os triglicerídeos da dieta combinam-se com outros lipídeos e proteínas e entram nos lácteos para formar um líquido leitoso chamado quilo. O quilo então viaja através do sistema linfático, finalmente entrando no fígado e depois na corrente sanguínea.

### **Vasos, troncos e dutos linfáticos maiores**

Os capilares linfáticos esvaziam-se em vasos linfáticos maiores, que são semelhantes às veias em termos de sua estrutura de três túnicas e a presença de válvulas. Essas válvulas unidirecionais estão localizadas bem próximas umas das outras e cada uma causa uma protuberância no vaso linfático, dando aos vasos uma aparência de contas.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Os linfáticos superficiais e profundos eventualmente se fundem para formar vasos linfáticos maiores, conhecidos como troncos linfáticos. No lado direito do corpo, os lados direitos da cabeça, tórax e membro superior direito drenam fluido linfático para a veia subclávia direita através do ducto linfático direito. No lado esquerdo do corpo, as porções restantes do corpo drenam para o ducto torácico maior, que drena para a veia subclávia esquerda. O próprio ducto torácico começa logo abaixo do diafragma na cisterna do quilo, uma câmara semelhante a um saco que recebe a linfa do abdome inferior, da pelve e dos membros inferiores por meio dos troncos lombares esquerdo e direito e do tronco intestinal.

O sistema de drenagem geral do corpo é assimétrico. O ducto linfático direito recebe linfa apenas do lado superior direito do corpo. A linfa do resto do corpo entra na corrente sanguínea através do ducto torácico por todos os troncos linfáticos restantes. Em geral, os vasos linfáticos do tecido subcutâneo da pele, ou seja, os linfáticos superficiais, seguem as mesmas rotas das veias, enquanto os vasos linfáticos profundos das vísceras geralmente seguem os caminhos das artérias.

### **A Organização da Função Imune**

O sistema imunológico é um conjunto de barreiras, células e proteínas solúveis que interagem e se comunicam entre si de maneiras extraordinariamente complexas. O modelo moderno de função imunológica é organizado em três fases com base no tempo de seus efeitos. **As três fases temporais consistem no seguinte:**



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

1. Barreiras de defesa, como a pele e as membranas mucosas, que agem instantaneamente para evitar a invasão patogênica nos tecidos do corpo
2. A resposta imune inata rápida, mas inespecífica, que consiste em uma variedade de células especializadas e fatores solúveis
3. A resposta imune adaptativa mais lenta, porém mais específica e eficaz, que envolve muitos tipos de células e fatores solúveis, mas é controlada principalmente por leucócitos (leucócitos) conhecidos como linfócitos, que ajudam a controlar as respostas imunológicas

As células do sangue, incluindo todas as envolvidas na resposta imune, surgem na medula óssea por meio de várias vias de diferenciação das células-tronco hematopoéticas. Em contraste com as células-tronco embrionárias, as células-tronco hematopoéticas estão presentes durante a idade adulta e permitem a diferenciação contínua de células sanguíneas para substituir aquelas perdidas com a idade ou função. Essas células podem ser divididas em três classes com base na função:

- Células fagocíticas, que ingerem patógenos para destruí-los
- Linfócitos, que coordenam especificamente as atividades da imunidade adaptativa
- Células contendo grânulos citoplasmáticos, que ajudam a mediar as respostas imunes contra parasitas e patógenos intracelulares, como vírus



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

### **Órgãos Linfóides Primários e Desenvolvimento de Linfócitos**

Os órgãos linfóides primários são a medula óssea e o timo. Os órgãos linfóides são onde os linfócitos amadurecem, proliferam e são selecionados, o que os permite atacar os patógenos sem prejudicar as células do corpo.

#### **Medula óssea**

No embrião, as células sanguíneas são produzidas no saco vitelino. À medida que o desenvolvimento avança, essa função é assumida pelo baço, nódulos linfáticos e fígado. Posteriormente, a medula óssea assume a maioria das funções hematopoéticas, embora os estágios finais da diferenciação de algumas células possam ocorrer em outros órgãos. A medula óssea vermelha é uma coleção frouxa de células onde ocorre a hematopoiese, e a medula óssea amarela é um local de armazenamento de energia, que consiste principalmente de células de gordura. A célula B passa por quase todo o seu desenvolvimento na medula óssea vermelha, enquanto a célula T imatura, chamada de tímócito, deixa a medula óssea e amadurece amplamente na glândula timo.

#### **Timo**

O timo é um órgão bilobado localizado no espaço entre o esterno e a aorta do coração. O tecido conjuntivo mantém os lobos juntos, mas também os separa e forma uma cápsula.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

A cápsula de tecido conjuntivo divide ainda mais o timo em lóbulos por meio de extensões chamadas trabéculas. A região externa do órgão é conhecida como córtex e contém um grande número de timócitos com algumas células epiteliais, macrófagos e células dendríticas (dois tipos de células fagocíticas derivadas de monócitos). O córtex é densamente compactado, de modo que se cora mais intensamente do que o resto do timo. A medula, para onde os timócitos migram antes de deixar o timo, contém uma coleção menos densa de timócitos, células epiteliais e células dendríticas.

### **Órgãos Linfóides secundários**

#### **Linfonodos**

Os linfonodos funcionam para remover detritos e patógenos da linfa e, portanto, às vezes são chamados de “filtros da linfa”. Qualquer bactéria que infecte o fluido intersticial é captada pelos capilares linfáticos e transportada para um linfonodo regional. As células dendríticas e macrófagos dentro desse órgão internalizam e matam muitos dos patógenos que passam por eles, removendo-os assim do corpo. O linfonodo também é o local das respostas imunes adaptativas mediadas por células T, células B e células acessórias do sistema imune adaptativo. Como o timo, os nódulos linfáticos em forma de feijão são circundados por uma cápsula resistente de tecido conjuntivo e são separados em compartimentos por trabéculas, as extensões da cápsula. Além da estrutura fornecida pela





Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

cápsula e trabéculas, o suporte estrutural do linfonodo é fornecido por uma série de fibras reticulares depositadas por fibroblastos.

As principais rotas para o linfonodo são por meio de vasos linfáticos aferentes. As células e o fluido linfático que deixam o linfonodo podem fazê-lo por outro conjunto de vasos conhecidos como vasos linfáticos eferentes. A linfa entra no linfonodo através do seio subcapsular, que é ocupado por células dendríticas, macrófagos e fibras reticulares. Dentro do córtex do linfonodo estão os folículos linfóides, que consistem em centros germinativos de células B em divisão rápida, circundados por uma camada de células T e outras células acessórias. À medida que a linfa continua a fluir através do nódulo, ela entra na medula, que consiste em cordões medulares de células B e células plasmáticas, e nos seios medulares, onde a linfa é coletada antes de deixar o nódulo através dos vasos linfáticos eferentes.

### **Baço**

Além dos linfonodos, o baço é o principal órgão linfóide secundário (Figura 21.1.8). Tem cerca de 12 cm (5 polegadas) de comprimento e está preso à borda lateral do estômago por meio do ligamento gastroesplênico. O baço é um órgão frágil, sem cápsula forte, de cor vermelha escura devido à sua extensa vascularização. O baço é algumas vezes chamado de “filtro do sangue” devido à sua extensa vascularização e à presença de macrófagos e células dendríticas que removem micróbios e outros materiais do sangue, incluindo células vermelhas do sangue moribundas. O baço também funciona como o local das respostas imunológicas aos patógenos transmitidos pelo sangue.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

O baço também é dividido por trabéculas de tecido conjuntivo e, dentro de cada nódulo esplênico, há uma área de polpa vermelha, consistindo principalmente de glóbulos vermelhos e polpa branca, que se assemelha aos folículos linfóides dos gânglios linfáticos. Ao entrar no baço, a artéria esplênica se divide em várias arteríolas (cercadas por polpa branca) e, eventualmente, em sinusóides. O sangue dos capilares subsequentemente se acumula nos seios venosos e sai pela veia esplênica. A polpa vermelha consiste em fibras reticulares com macrófagos fixos aderidos, macrófagos livres e todas as outras células típicas do sangue, incluindo alguns linfócitos. A polpa branca circunda uma arteríola central e consiste em centros germinativos de células B em divisão rodeados por células T e células acessórias, incluindo macrófagos e células dendríticas. Assim, a polpa vermelha funciona principalmente como um sistema de filtração do sangue, usando células da resposta imune relativamente inespecífica, e a polpa branca é onde as respostas adaptativas das células T e B são montadas.

### **Nódulos Linfóides**

Os outros tecidos linfóides, os nódulos linfóides, têm uma arquitetura mais simples do que o baço e os linfonodos, pois consistem em um aglomerado denso de linfócitos sem uma cápsula fibrosa circundante. Esses nódulos estão localizados nos tratos respiratório e digestivo, áreas rotineiramente expostas a patógenos ambientais.

As amígdalas são nódulos linfóides localizados ao longo da superfície interna da faringe e são importantes no desenvolvimento de imunidade aos patógenos orais. A tonsila



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

localizada na parte posterior da garganta, a tonsila faríngea, às vezes é chamada de adenóide quando inchada. Esse inchaço é uma indicação de uma resposta imune ativa à infecção. Histologicamente, as tonsilas não contêm uma cápsula completa e a camada epitelial invagina profundamente no interior da tonsila para formar criptas tonsilares. Essas estruturas, que acumulam todos os tipos de materiais introduzidos no corpo por meio da alimentação e da respiração, na verdade “estimulam” os patógenos a penetrar profundamente nos tecidos tonsilares, onde são atuados por numerosos folículos linfoides e eliminados. Esta parece ser a principal função das amígdalas - ajudar os corpos das crianças a reconhecer, destruir e desenvolver imunidade a patógenos ambientais comuns para que sejam protegidos em suas vidas posteriores. As amígdalas são freqüentemente removidas em crianças com infecções recorrentes na garganta, especialmente aquelas envolvendo as amígdalas palatinas em ambos os lados da garganta, cujo inchaço pode interferir com a respiração e / ou deglutição.



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO