



Sistema Imunitário

Introdução e Visão Geral do Sistema Imunológico

O sistema imunitário representa um conjunto complexo e altamente especializado de células, tecidos e órgãos que trabalham de forma coordenada para proteger o organismo contra agentes agressores. Sua função principal consiste na identificação e inativação de elementos potencialmente nocivos, sejam eles de origem endógena ou exógena.

- **Imunidade inata ou inespecífica:** constitui a linha de defesa imediata do organismo e não necessita de exposição prévia ao agente agressor para ser ativada.
- **Imunidade adquirida ou específica:** se desenvolve após a exposição a um patógeno infeccioso e cria uma memória imunológica que permite respostas mais rápidas e eficientes em exposições subsequentes.

A imunidade adquirida subdivide-se em dois componentes essenciais:

- **A imunidade humoral (linfócitos B):** caracteriza-se pela produção de anticorpos que se ligam aos抗ígenos presentes na superfície de células infectadas ou em toxinas circulantes, facilitando sua neutralização por outras células do sistema imune.
- **A imunidade celular (linfócitos T):** envolve a captação direta do patógeno por células fagocíticas, bem como a destruição de células infectadas.

As Linhas de Defesa do Organismo

- Primeira linha: Barreira física do epitélio (pele e mucosas)
- Segunda linha: Muco, pH e enzimas das mucosas
- Terceira linha: Sistema imune propriamente dito

Antígenos e Anticorpos

Os抗ígenos são moléculas, geralmente proteínas ou polissacarídeos, capazes de estimular os plasmócitos (linfócitos B diferenciados) a produzirem anticorpos específicos. Os anticorpos, também chamados de imunoglobulinas, são proteínas altamente especializadas que se ligam aos抗ígenos de forma precisa, como uma chave em sua fechadura.

Complexo Principal de Histocompatibilidade e Autoimunidade

Consiste em um conjunto de moléculas presentes na superfície das células que funcionam como marcadores de identidade celular. Estas moléculas são fundamentais para que o sistema imune diferencie células próprias de células estranhas, permitindo o reconhecimento e a eliminação seletiva de células infectadas ou anormais.

- Doenças autoimunes: Podem se desenvolver quando ocorre uma falha neste sistema de reconhecimento, onde o sistema imunológico ataca erroneamente células e tecidos saudáveis do próprio corpo.

As Células do Sistema Imune

Linfócitos Natural Killer (NK)

- Não passam por um processo de maturação no timo.
- Sua função principal é combater células anormais (sem MHC classe I).

Linfócitos T

- Constituem a população mais abundante de linfócitos.
- Completam sua maturação no timo.

Subpopulações de linfócitos T:

- T helper (Th): auxiliam outros linfócitos T e B através da secreção de citocinas e do contato direto célula-célula.
- T citotóxico (Tc): atacam células tumorais e infectadas por vírus
- T supressor (Ts): modulam a resposta dos linfócitos B

Linfócitos B

Os linfócitos B são as células responsáveis pela imunidade humoral e pela produção de anticorpos. Quando ativados pela presença de um antígeno específico, os linfócitos B aumentam de tamanho e transformam-se em **linfoblastos B**. Diferenciam-se em:

- **Plasmócitos:** produzem anticorpos (imunoglobulinas: IgA, IgG, IgM, IgD, IgE)
- **Linfócitos B de memória:** garantem resposta rápida em exposições futuras

Células Apresentadoras de Antígeno (CAA)

São células especializadas em capturar, processar e apresentar fragmentos de抗ígenos aos linfócitos T, iniciando assim a resposta imune adaptativa.

- Macrófagos (tecido conjuntivo, pulmão, células de Kupffer, micróglia)
- Células de Langerhans (pele)
- Células dendríticas (órgãos linfoides)
- Linfócitos B, células endoteliais, fibroblastos e astrócitos

Órgãos Linfáticos Centrais

São os órgãos onde os linfócitos nascem e amadurecem, tornando-se capazes de combater invasores.

Timo

Localização: No peito, região do mediastino.

Função: Ensinar e preparar os linfócitos T para funcionarem corretamente, além de produzir hormônios imunorreguladores.

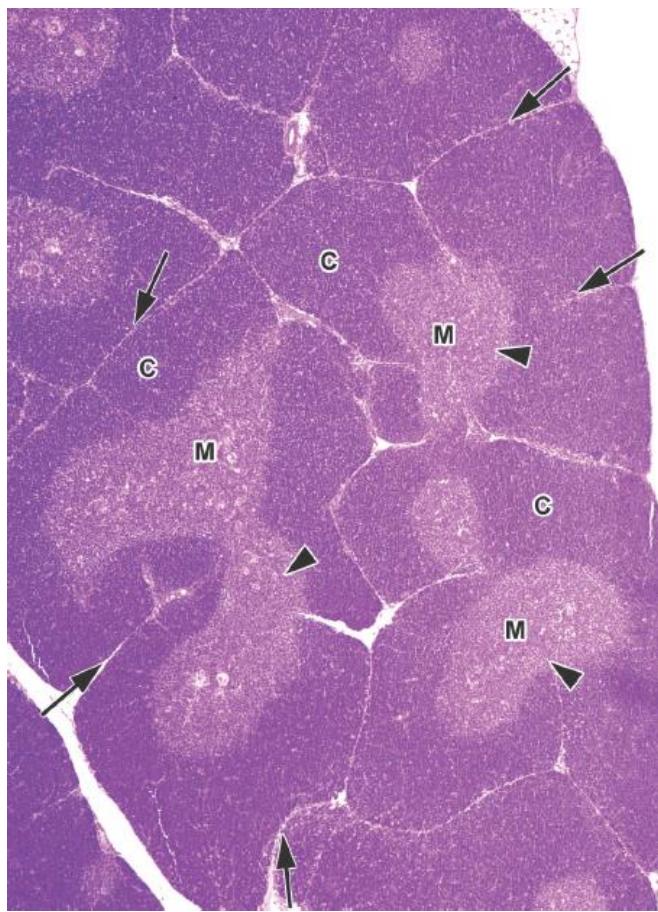
Como funciona: Linfócitos imaturos saem da medula óssea, chegam ao timo, amadurecem lá dentro e depois saem para circular pelo corpo.

Mudanças com a idade:

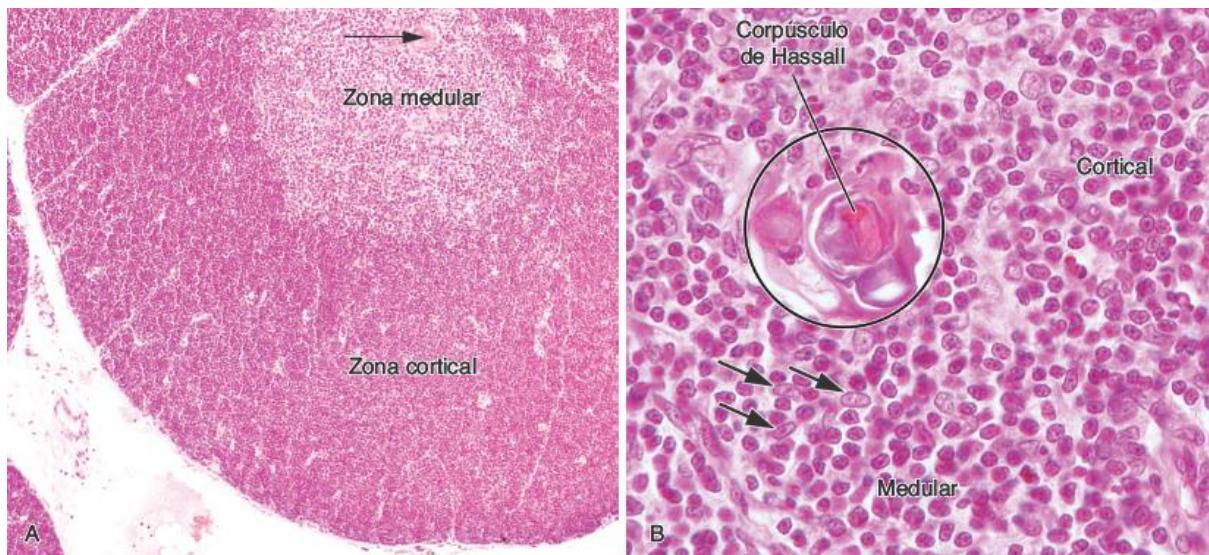
- Criança/adolescente: Timo cheio de linfócitos, funcionando no máximo
- Adulto: Após a puberdade, o timo diminui e acumula gordura (Timo adiposo)

Estrutura interna:

- **Córtex** (parte externa, mais escura): Cheio de linfócitos T em treinamento.
- **Medula** (parte interna, mais clara): Menos linfócitos. Contém os **corpúsculos de Hassal** (estruturas arredondadas de células degeneradas).



Corte de timo. Esse órgão tem dois lobos, cada qual constituído de inúmeros lóbulos delimitados por delgadas paredes de tecido conjuntivo (setas). Cada lóbulo é formado por uma zona cortical periférica (C) e por uma zona medular central (M). As regiões medulares de lóbulos adjacentes podem se continuar de um lóbulo para outro (pontas de seta). (HE. Vista panorâmica.)



Cortes de timo. A. Em pequeno aumento, observa-se parte de um lóbulo tímico com a zona cortical de alta densidade de linfócitos e a zona medular com menos linfócitos, contendo um corpúsculo de Hassal indicado pela seta. B. Em médio aumento, observam-se na zona medular, linfócitos e células de núcleo claro e ovalado indicadas pelas setas, provavelmente células reticulares epiteliais. Um corpúsculo de Hassal com acúmulo central de queratina é delimitado pelo círculo. (HE.)

Medula Óssea

Função: Local onde os linfócitos B amadurecem completamente. Também é onde nascem todas as células do sangue.

Órgãos Linfáticos Periféricos

São os órgãos onde os linfócitos já maduros trabalham, encontrando e combatendo invasores.

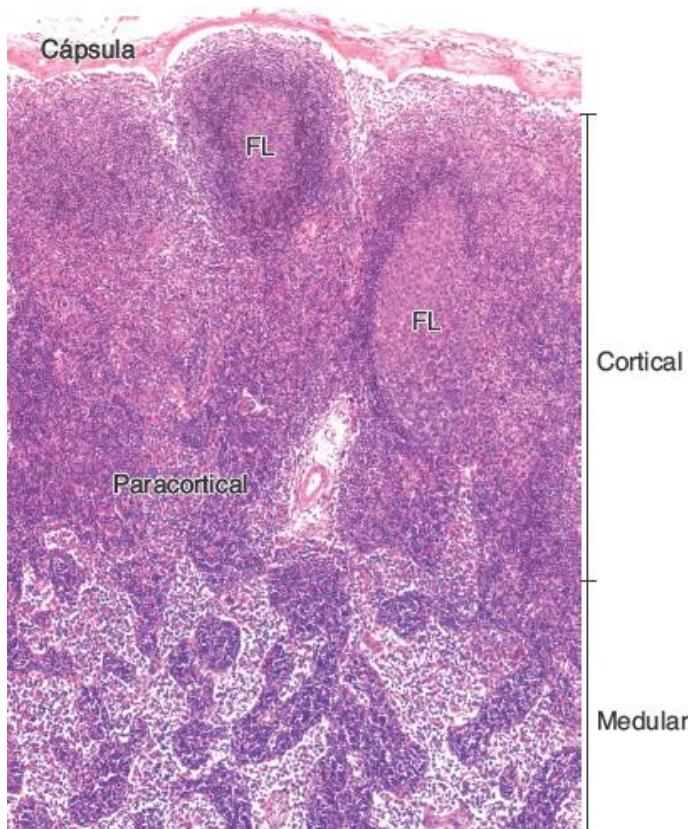
Linfonodos (Gânglios Linfáticos)

Função: Filtrar a linfa (líquido que circula pelos vasos linfáticos) e capturar invasores.

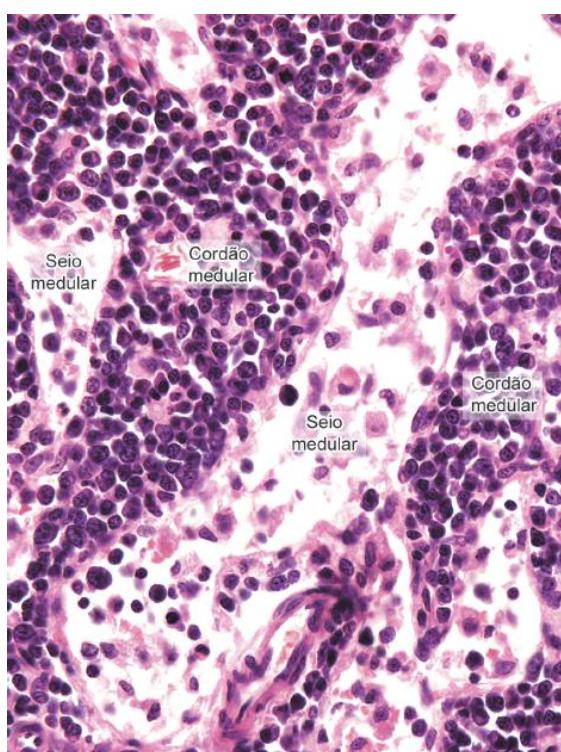
Como a linfa circula: Entra por vários canais → passa por dentro do linfonodo sendo filtrada → sai por um único canal no hilo.

Estrutura interna (dividida em 3 áreas):

1. **Córtex** (região mais externa):
 - a. Contém folículos linfoides
 - b. Apresenta muitos linfócitos B
 - c. Folículos primários = linfócitos B virgens (nunca viram invasores)
 - d. Folículos secundários = têm centro germinativo onde linfócitos B se multiplicam e viram plasmócitos ou células de memória
2. **Paracórtex** (região intermediária):
 - a. Área dos linfócitos T
 - b. Tem vasos especiais (vênulas de endotélio alto) que permitem linfócitos entrarem do sangue para o linfonodo
3. **Medula** (região central):
 - a. Cordões com muitos plasmócitos produzindo anticorpos
 - b. Esses anticorpos vão direto para a linfa que sai do linfonodo



Corte de um linfonodo. Observe a cápsula e as camadas do órgão. Os folículos linfoides (FL) situam-se exclusivamente na cortical e apresentam um manto denso em linfócitos e a região central mais clara, o centro germinativo. Entre os folículos há grande número de linfócitos e essas áreas se continuam com a região denominada paracortical, de limites imprecisos, próxima à medular. Na região medular, observam-se cordões medulares compactos em seções transversais e oblíquas e os seios medulares, mais claros, entre os cordões. (HE. Vista panorâmica.)



Corte de região medular de um linfonodo. Observe os dois componentes da medular: os cordões medulares, que são cordões compactos de células, e os seios medulares, espaços com poucas células e locais preferenciais de passagem de linfa. (HE. Pequeno aumento.)

BAÇO

Localização: Lado esquerdo do abdome, abaixo das costelas.

Funções: Filtrar o sangue (não a linfa!), remover bactérias, destruir hemácias velhas e guardar reserva de sangue.

Estrutura interna (dividida em 2 partes):

1. **Polpa Branca** (cor esbranquiçada):

- a. É o tecido linfoide do baço (sistema imune)
- b. Organizada ao redor de pequenas artérias
- c. BLPA (Bainha Linfática Periarteriolar)
- d. Nódulo linfático com arteríola folicular

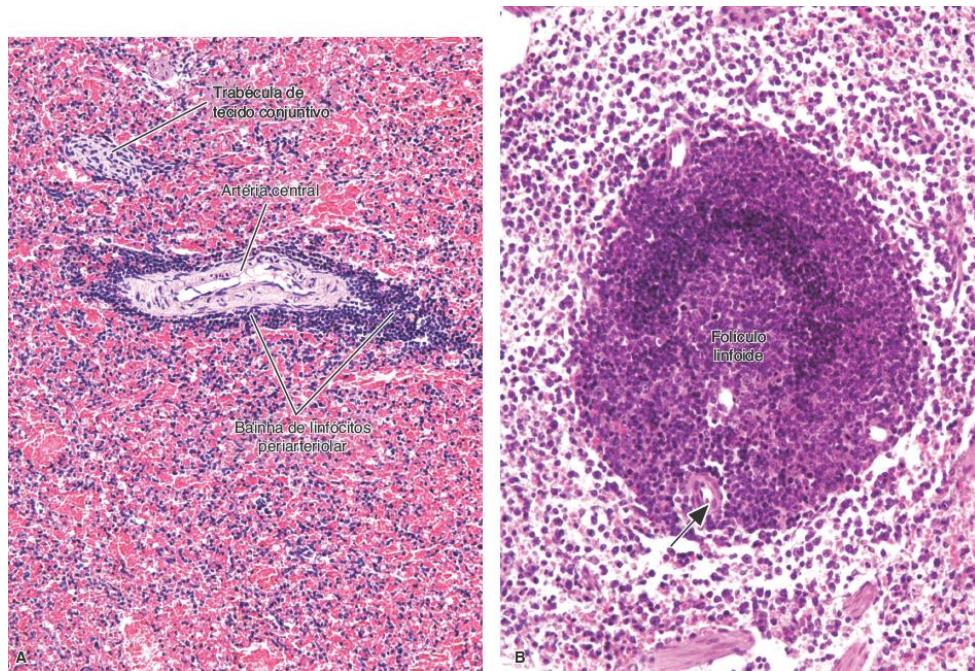
2. **Polpa Vermelha** (cor avermelhada):

- a. É o tecido que filtra o sangue
- b. Preenche todo o espaço entre as "ilhas" da polpa branca
- c. Tem duas partes:
 - i. Seios esplênicos
 - ii. Cordões de Billroth

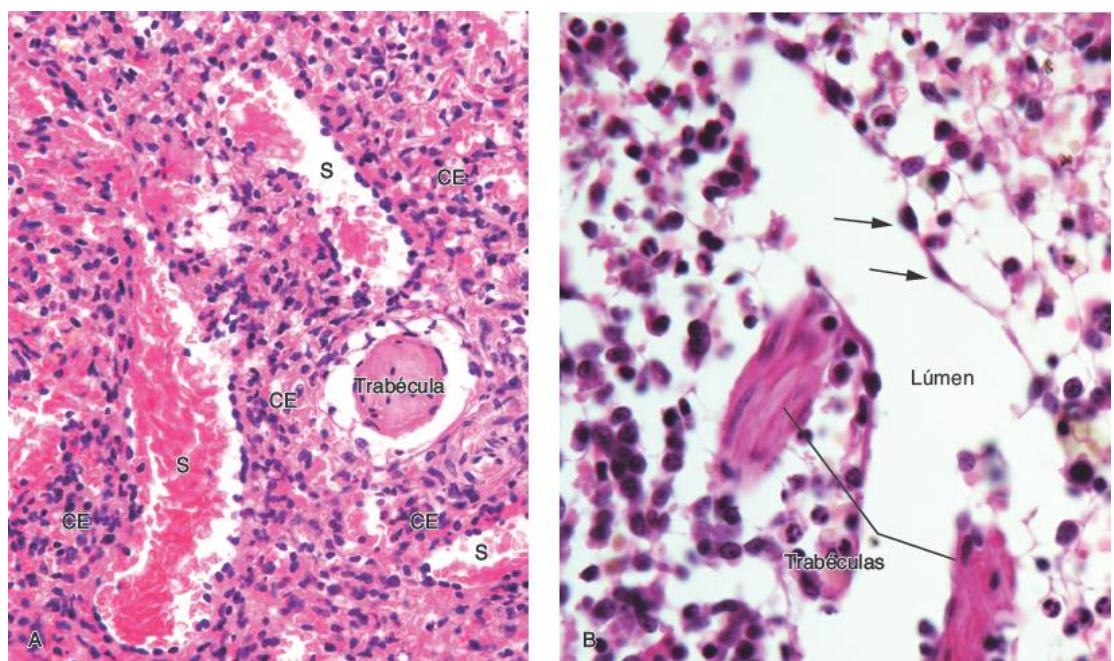
Como funciona: Sangue chega → passa pela polpa branca (linfócitos vigiam) → vai para polpa vermelha (hemácias velhas são destruídas) → sangue limpo sai.



Baço. Esse órgão é revestido por uma cápsula da qual partem trabéculas para o seu interior. O parénquima é constituído por polpa vermelha e polpa branca. Os folículos linfoides (FL) da polpa branca se destacam em meio à polpa vermelha. (HE. Vista panorâmica.)



Baço. A. Em pequeno aumento, observa-se uma artéria central envolvida pela bainha de linfócitos periarteriolar, componentes da polpa branca. O restante da imagem é ocupado por polpa vermelha. Observe uma trabécula de tecido conjuntivo. B. Em aumento médio, observa-se, ao centro, um folículo linfóide e a respectiva arteriola, indicada pela seta. A área mais clara margeando o folículo é a zona marginal, que se continua com a polpa vermelha. Linfócitos trafegam entre folículo, zona marginal e polpa vermelha nos dois sentidos. (HE.)



Baço. A. Em pequeno aumento, observa-se a polpa vermelha, composta de sinusoides (S) e cordões esplênicos (CE). Também se observa uma trabécula de tecido conjuntivo. B. Em aumento médio, observa-se, em detalhe, um capilar sinusóide. Seu lúmen é dilatado e a parede, muito delgada. As setas apontam núcleos de células endoteliais que revestem de maneira descontínua o sinusóide, em torno do qual está a polpa vermelha, composta de linfócitos, plasmócitos, células do SMF, entre outras. (HE.)

Tecido Linfoide Associado às Mucosas (TLAM)

Tecido de defesa espalhado nas mucosas do corpo (intestino, nariz, garganta, pulmões).

- 1. Tecido difuso:** Linfócitos espalhados soltos pelas mucosas, sem organização específica.
- 2. Folículos isolados:** Pequenos aglomerados de linfócitos que aparecem sozinhos nas mucosas.
- 3. Estruturas organizadas:**

a) Placas de Peyer

- Localização: Na parede do intestino delgado (íleo)
- Estrutura: Vários folículos linfoides juntos, formando placas

b) Apêndice

- Localização: Prolongamento do ceco (início do intestino grosso)
- Estrutura: Cheio de folículos linfoides

c) Tonsilas (Amígdalas)

- Localização: Na boca e garganta, formando um "anel de proteção"
- Tipos:
 - Palatinas = "amígdalas" que vemos na garganta
 - Linguais = na base da língua
 - Faríngea = "adenoide" no fundo do nariz
- Estrutura:
 - Revestidas por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado
 - Têm criptas (dobras profundas) que aumentam a área de contato
 - Folículos linfoides embaixo do epitélio das criptas