

Imunologia & Doenças Infecciosas e Parasitárias

EDIÇÃO VII

Capítulo 2

ESTRUTURA E FUNÇÃO DAS CÉLULAS IMUNES

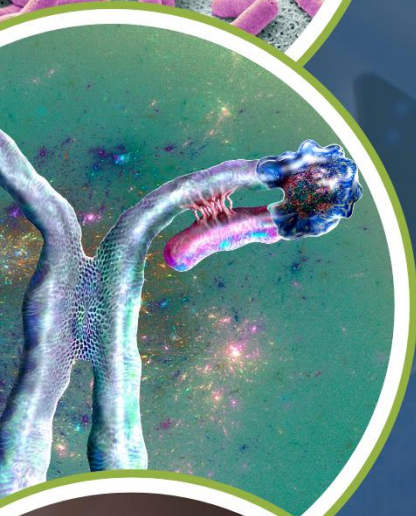
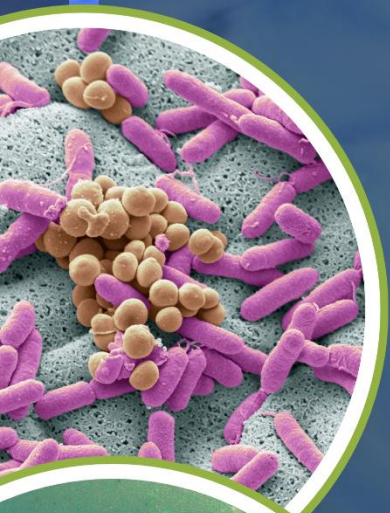
MARIA EDUARDA ROCHA LIBOREIRO DINIZ¹
EMILY VIANA MORAES¹

1. Discente – Curso de Medicina da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS-BH).

Palavras-chave
Imunidade; Células Imunes; Fagocitose.

DOI: 10.59290/0029175602

 EDITORA
PASTEUR



INTRODUÇÃO

A imunidade inata (natural ou nativa) é essencial para defesa inicial, sendo mediada por mecanismos que já estão prontos antes da infecção. Já a imunidade adaptativa é estimulada pela exposição a agentes infecciosos e que aumentam em magnitude e capacidade com repetições, ou seja, é “adaptação”. A resposta imune consiste em um conjunto de reações desencadeadas pela presença de microrganismos invasores ou moléculas reconhecidas como não próprias pelo organismo, independentemente das consequências fisiológicas ou patológicas decorrentes. Nesse processo, atuam diversas células do sistema imune, as quais apresentam distintas características estruturais e desempenham funções específicas na identificação e eliminação dos agentes agressores (SOUSA, 2019; SILVA *et al.*, 2020; FERREIRA & AL-CANTARA, 2018).

O objetivo do estudo é realizar uma revisão da literatura acerca da estrutura morfológica e da funcionalidade das principais células do sistema imunológico, com ênfase nos mecanismos de reconhecimento de antígenos, ativação celular, comunicação entre os componentes celulares e sua atuação integrada nas respostas imune inata e adaptativa frente a agentes patogênicos.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa realizada no período de abril a julho de 2025, por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed, Medline e SciELO. Foram utilizados os descritores: “Células do Sistema Imune”, “Imunidade Inata” e “Imunidade Adaptativa”. Desta busca, foram encontrados 87 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção. Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português, inglês e espanhol, publicados no período

de 2000 a 2025, que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo revisão e meta-análise e que estivessem disponíveis na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados apenas na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada ou que não atendiam aos critérios de inclusão mencionados.

Após a aplicação dos critérios de seleção, restaram 29 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, organizados em categorias temáticas abordando: a) classificação estrutural e funcional das células imunológicas; b) mecanismos de reconhecimento e ativação celular; c) interação entre células na resposta imune inata e adaptativa; e d) implicações clínicas do funcionamento celular no contexto imunológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta imune representa um conjunto de mecanismos celulares e moleculares altamente especializados, cuja finalidade é identificar e eliminar elementos estranhos ao organismo, tais como microrganismos patogênicos, toxinas e células anômalas. Esta complexa rede de defesa é composta por células com funções distintas, que atuam de maneira coordenada, tanto na resposta inata, imediata e inespecífica, quanto na resposta adaptativa, caracterizada por sua especificidade e memória imunológica (ABBAS *et al.*, 2017).

No contexto da imunidade inata, destacam-se os fagócitos, especialmente neutrófilos e macrófagos, que constituem a primeira linha de defesa contra invasores. Essas células são especializadas na ingestão e destruição de microrganismos por meio do processo de fagocitose, além de atuarem na remoção de detritos celulares. A ação dos fagócitos vai além da simples

destruição de patógenos: eles também secretam citocinas e outros mediadores inflamatórios que promovem o recrutamento e a ativação de outras células imunológicas, exercendo, assim, importante papel na regulação da resposta inflamatória (COELHO, 2003).

Os neutrófilos, que representam a maior proporção dos leucócitos circulantes, são células de vida curta, mas de resposta rápida. Apresentam núcleo multilobulado e citoplasma com grânulos ricos em enzimas hidrolíticas e peptídeos antimicrobianos. Sua produção ocorre na medula óssea, sendo regulada por fatores estimuladores de colônias, e sua migração para tecidos infectados é um evento essencial na resposta inflamatória aguda (JANWAY *et al.*, 2002).

Os monócitos, por sua vez, circulam no sangue e se diferenciam em macrófagos ao migrarem para os tecidos. Esses macrófagos exercem papel central na imunidade inata e adaptativa, participando da fagocitose, da apresentação de antígenos aos linfócitos T e da liberação de mediadores inflamatórios. Dependendo do estímulo recebido, os macrófagos podem adotar diferentes perfis funcionais, como a ativação clássica, com maior capacidade microbicida, ou a ativação alternativa, voltada ao reparo tecidual e à modulação da inflamação (MURPHY & WEAVER, 2016). Em determinados tecidos, os macrófagos adquirem características específicas, como as células de Kupffer no fígado, as micróglia no sistema nervoso central e os macrófagos alveolares nos pulmões.

Além dos fagócitos, outras células granulares participam da resposta imune, notadamente os mastócitos, basófilos e eosinófilos. Essas células compartilham a presença de grânulos citoplasmáticos contendo mediadores inflamatórios como histamina, proteoglicanos e enzimas lisossômicas. Os mastócitos, localizados principalmente na pele e nas mucosas, desempenham

papel crucial nas reações alérgicas e na defesa contra parasitas, sendo ativados por ligação de anticorpos IgE a receptores de alta afinidade em sua membrana (ROITT *et al.*, 2011).

Os basófilos, embora menos numerosos, compartilham características funcionais com os mastócitos e são recrutados para tecidos durante reações alérgicas e parasitárias. Os eosinófilos, por sua vez, são efetores importantes na resposta contra helmintos, possuindo grânulos com enzimas citotóxicas que, embora eficazes contra parasitas, podem causar dano ao tecido hospedeiro (ABBAS *et al.*, 2017).

Um componente fundamental da integração entre os sistemas inato e adaptativo é a atuação das células apresentadoras de antígenos (APCs). Essas células capturam, processam e apresentam fragmentos antigênicos às células T, iniciando a resposta adaptativa. Entre elas, as células dendríticas são as mais eficazes na ativação de linfócitos T ingênuos, destacando-se por sua capacidade de reconhecer padrões moleculares associados a patógenos e migrar para linfonodos, onde apresentam os antígenos por meio de moléculas do complexo principal de histocompatibilidade (COELHO, 2003).

As células dendríticas subdividem-se em diferentes populações com funções distintas. As células dendríticas clássicas estão presentes em epitélios e parênquimas, migrando para linfonodos após o reconhecimento de microrganismos. As células dendríticas plasmocitoides são especializadas na detecção de vírus e na produção de interferons tipo I. Já as células dendríticas foliculares, localizadas nos folículos linfoides, não apresentam antígenos a células T, mas a linfócitos B, sendo fundamentais para a formação de centros germinativos e para a resposta humoral (JANWAY *et al.*, 2002).

Os linfócitos constituem o principal elemento da imunidade adaptativa. São células altamente especializadas, dotadas de receptores

para antígenos gerados por recombinação somática, o que confere especificidade e diversidade à resposta imune. Os linfócitos B são responsáveis pela imunidade humoral, já que produzem anticorpos após diferenciação em plasmócitos. Já os linfócitos T reconhecem antígenos apresentados por moléculas de MHC e exercem funções auxiliares, citotóxicas ou regulatórias (MURPHY & WEAVER, 2016).

Dentro da população de linfócitos T, destacam-se os linfócitos CD4⁺ (auxiliares), que secretam citocinas e coordenam a resposta imune; os linfócitos CD8⁺ (citotóxicos), que eliminam células infectadas; e os linfócitos T regulatórios, que atenuam respostas imunes para prevenir danos ao hospedeiro. Após ativação, os linfócitos proliferam e se diferenciam em células efetoras ou de memória. Estas últimas são capazes de persistir por longos períodos, proporcionando resposta rápida em futuras exposições ao mesmo antígeno (ROITT *et al.*, 2011).

A maturação dos linfócitos ocorre em órgãos linfoides primários. A medula óssea é o local de origem de todos os elementos celulares do sangue e da maturação inicial dos linfócitos B, enquanto o timo é responsável pela seleção e maturação dos linfócitos T. Já os órgãos linfoides secundários, como os linfonodos, o baço e os tecidos linfoides associados às mucosas, são os locais onde os linfócitos maduros encontram antígenos e iniciam as respostas imunes (ABBAS *et al.*, 2017).

O baço, por exemplo, é dividido em polpa vermelha e polpa branca. A primeira está envolvida na filtração de sangue e remoção de elementos envelhecidos, enquanto a segunda abriga células imunológicas responsáveis pela ativação da resposta adaptativa. O sistema linfático, por sua vez, atua na drenagem de antígenos e células entre os tecidos e os linfonodos, permitindo sua exposição aos linfócitos circulantes (COELHO, 2003).

CONCLUSÃO

O sistema imunológico humano representa um paradigma de complexidade biológica e integração funcional. As diversas populações celulares que o compõem, com destaque para os fagócitos, células apresentadoras de antígenos, células granulares e linfócitos, desempenham papéis complementares e interdependentes na manutenção da homeostase e na defesa contra agentes patogênicos. A divisão entre imunidade inata e adaptativa, embora conceitualmente útil, não constitui uma dicotomia absoluta, mas um *continuum* funcional, no qual mecanismos primários de reconhecimento e resposta se articulam com estratégias altamente específicas, moldadas pela exposição antigênica prévia.

A compreensão abrangente das propriedades fenotípicas e funcionais dessas células é indispensável não apenas para a elucidação dos mecanismos de defesa do hospedeiro, mas também para o entendimento das bases celulares e moleculares de diversas condições patológicas, como infecções persistentes, doenças autoimunes, estados de imunodeficiência e neoplasias hematológicas. Além disso, esse conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de abordagens terapêuticas inovadoras, como a imunoterapia, a engenharia de células T, as vacinas personalizadas e os agentes biológicos moduladores da resposta imune. Dessa forma, o estudo aprofundado das células imunocompetentes e de suas interações constitui um alicerce indispensável para a prática biomédica contemporânea, bem como para o avanço das fronteiras do conhecimento em imunologia translacional e clínica. Em última instância, reconhecer e interpretar com precisão o funcionamento dessa rede celular intrincada é essencial para a formulação de estratégias eficazes de prevenção, diagnóstico e tratamento de inúmeras doenças que afetam o ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, L.C.B.B. *Imunologia básica*. São Paulo: Atheneu, 2003.
- FONSECA, L.A.M. *et al.* *Imunologia: do básico à prática clínica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- GOLDSBY, R.A. *et al.* *Imunologia*. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.
- HABBAS, M.A.R. *Imunologia básica*. São Paulo: Manole, 2019.
- JANWAY, C.A. *et al.* *Imunobiologia: o sistema imune na saúde e na doença*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MADEIRA, H.M.F. *Imunologia: fundamentos*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.
- MALE, D.K. *et al.* *Imunologia*. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- ROITT, I.M. & DELVES, P.J. *Imunologia essencial*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.