

**MICROBIOLOGIA,
IMUNOLOGIA E
PARASITOLOGIA
HUMANA**

UNIDADE II

Sistema Imunológico e sua Relação com o Organismo Humano

Eduardo Gomes da Silva

CENTRO
UNIVERSITÁRIO
UNI  **GRANDE**

Sistema Imunológico e sua Relação com o Organismo Humano

Introdução

Nesta unidade, conheceremos mais sobre os linfócitos B e T e suas aplicações no sistema imunológico. Dentro de uma premissa mais ampla, o sistema imunológico é diferenciado em sistema inato e adquirido, e cada um apresenta características distintas e importantes para o nosso sistema, tendo relação com as doenças e células de defesa.

Dessa forma, serão apresentados conceitos básicos e importantes sobre a atuação dos linfócitos T e B, e de como que é realizado todo o processo no organismo, relacionando com a imunidade inata, adquirida, citocinas e as imunoglobulinas essenciais para todo o processo de formação das defesas do organismo humano.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final do conteúdo, esperamos que você seja capaz de:

- Desenvolver habilidades para o entendimento da identificação de linfócitos B e T e suas principais características.
- Compreender os princípios da relação antígeno-anticorpo no organismo humano, e qual sua importância na identificação de doenças.
- Entender a importância dos linfócitos T CD4, do sistema complemento e dos demais pontos em conexão com todo o sistema imunológico das células e sua relação com as ciências farmacêuticas.
- Conhecer as reações citotóxicas e mediadores do sistema imune e sua relação com as ciências e saúde.
- Compreender as respostas humoral e celular no organismo humano e sua participação no processo da formação de doenças.

Processo de Interação Celular na Resposta Imune

O sistema imunológico tem uma função fundamental, na qual auxilia no bloqueio da entrada de substâncias nocivas ao nosso organismo. Ao se pensar na variedade de patógenos que ameaçam o corpo humano, percebe-se a magnitude da tarefa que o sistema imunológico precisa desempenhar (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Sistema imunológico



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de uma barreira contra patógenos, demonstrando a proteção do sistema imunológico.

Devido ao seu genoma simples, os vírus só conseguem sobreviver no interior das células do hospedeiro. Por outro lado, existem seres que vivem dentro da cavidade do corpo, podendo crescer de forma rápida. Dentro desses seres, temos as bactérias, os fungos e os protozoários (MADIGAN et al., 2016).

São necessários mecanismos imunológicos diferentes para se defender contra os diversos tipos de patógenos. Os patógenos e seus hospedeiros evoluíram paralelamente. No início da evolução mundial, os patógenos não eram sofisticados, sendo facilmente combatidos (JANEWAY, 2007).

Durante muitos anos, essa rápida facilidade não foi suficiente, e os patógenos desenvolveram estratégias especiais para combater o sistema imunológico do

hospedeiro. Isso fez com que as defesas do hospedeiro se tornassem mais complexas e garantissem a invasão no organismo de forma mais rápida (LEVINSON, 2021).



Atenção

O sistema imunológico inato é a primeira linha de defesa do corpo humano contra patógenos. Sua defesa básica mais importante é a pele, espessa e impermeável, que atua como uma barreira. As superfícies internas do corpo precisam ser muito mais finas para absorver nutrientes e oxigênio e para que os produtos da excreção sejam eliminados (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Os principais componentes da imunidade inata podem ser: o epitélio, os fagócitos, as células dendríticas, as células NK, as citocinas e as proteínas plasmáticas, que estão presentes nas células (CALICH; VAZ, 2009).

Alguns pontos importantes dentro dos componentes da imunidade inata são:

Epitélio

O muco, produzido pelas membranas mucosas, retém muitos dos microrganismos que penetram os tratos respiratórios e gastrointestinais.

Fagócitos

Os fagócitos circulares, neutrófilos e monócitos são células sanguíneas recrutadas para o local de infecção, onde reconhecem e ingerem os microrganismos para que sejam destruídos, evitando assim o surgimento de doenças

Células dendríticas

Respondem aos microrganismos através da produção de citocinas, que ativam a ida dos leucócitos ao local da infecção e iniciam a resposta imunológica adquirida, sendo, por isso, uma importante ligação entre a imunidade inata e a adquirida.

Células NK

Têm a função de matar células infectadas do próprio hospedeiro, eliminando os reservatórios celulares de infecções e, assim, erradicando as infecções causadas por parasitas intracelulares obrigatórios, como os vírus.

A pele, o trato gastrointestinal e o trato respiratório são as principais comunicações entre o corpo e o ambiente externo. Essas regiões são frequentemente expostas a microrganismos, mas possuem um protetor contínuo, o epitélio, que serve como barreira à entrada de patógenos.

Essas superfícies são protegidas por métodos mais especializados. No trato respiratório, por exemplo, há uma camada de muco que, com os cílios, carrega os patógenos para fora do corpo. Essas defesas básicas podem ser danificadas por ferimentos (ABBAS, LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Imunidade inata



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: fotografia de uma menina mostrando sua musculatura e sua imunidade forte.

As células fagocitárias evoluíram para ser a defesa inicial contra organismos invasores. Elas são células livres capazes de se mover por todo o corpo e capturar os patógenos.

Existem dois tipos de células fagocitárias: os neutrófilos e os macrófagos (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 2009).

Elas expressam vários receptores especializados que podem reconhecer moléculas presentes na superfície dos patógenos invasores. Esses receptores são, algumas vezes, chamados de moléculas de reconhecimento de padrões, responsáveis por reconhecer moléculas repetidas de açúcares na superfície dos patógenos (ABBAS; LICHTMAN, 2009).



Atenção

Dentre os mecanismos importantes, os patógenos intracelulares, especialmente os vírus, conseguiram, dessa maneira, evitar a fagocitose e o complemento do sistema imunológico em evolução, fazendo com que fosse necessário o desenvolvimento de uma nova resposta para combatê-lo.

Se os receptores se ligarem aos patógenos, eles serão fagocitados e aprisionados em um vacúolo intracelular. Então, as fagocitárias liberarão proteínas (chamadas de quimiocinas) no espaço extracelular, as quais atrairão mais células fagocitárias para o local da infecção (CALICH; VAZ, 2009)

Os riscos de infecção são tão altos que o sistema imunológico frequentemente desenvolve duas maneiras de lidar com o mesmo problema. Diferentes mecanismos da imunidade inata podem ser específicos para moléculas produzidas pelas diversas classes de microrganismos (LEVINSON, 2021).

Relação Antígeno-Anticorpo

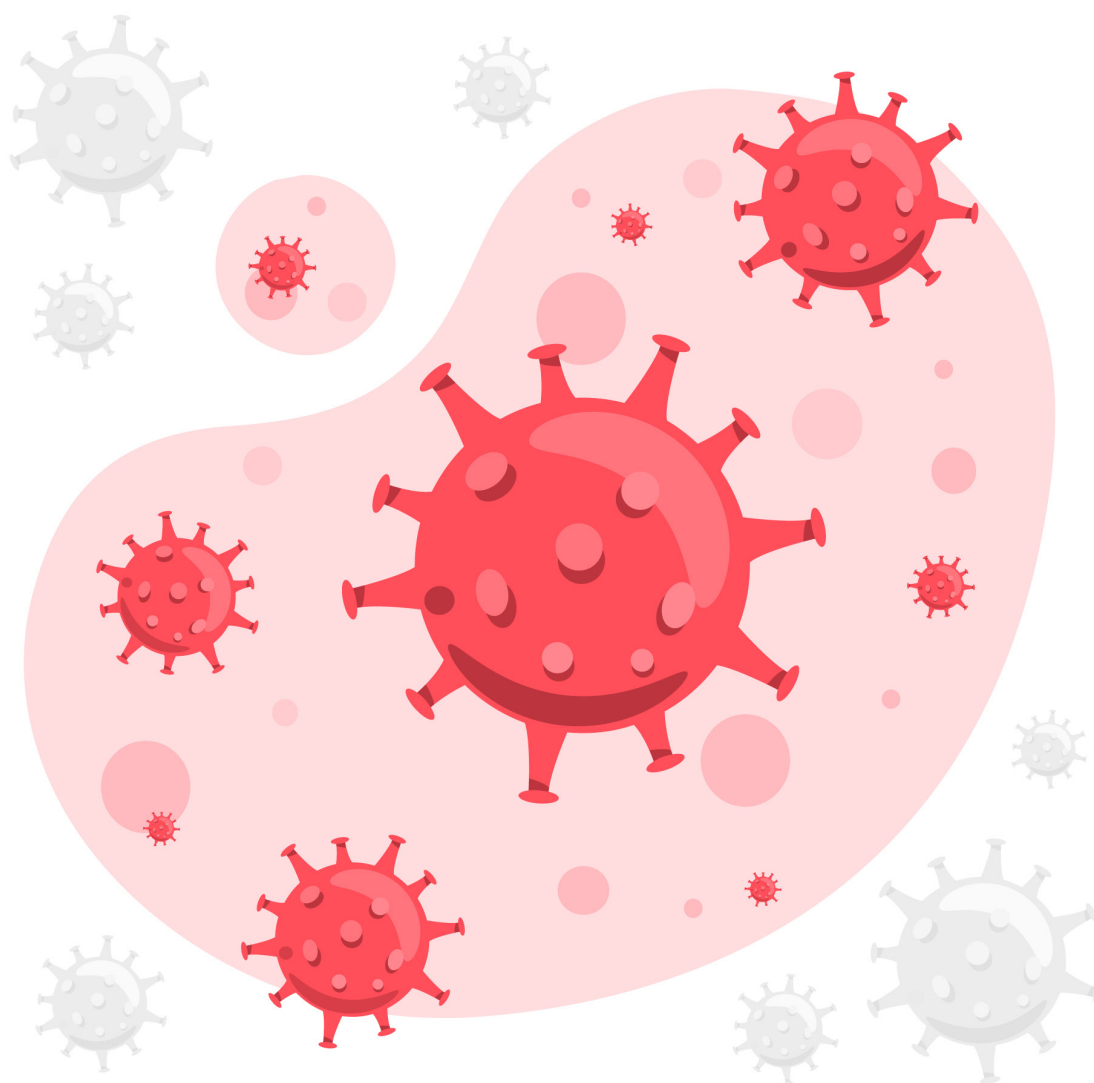
Os componentes da imunidade inata reconhecem estruturas que são comuns a diversas classes de microrganismos e que estão presentes nas células do hospedeiro. Eles evoluíram para reconhecer estruturas que são essenciais para a sobrevivência e a infectividade, porém, não reagem contra substâncias estranhas não bacterianas (MALE *et al.*, 2014).

Denomina-se imunidade adquirida a defesa estimulada pelos microrganismos que invadem os tecidos, adaptando-se à presença dos invasores microbianos (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Esse tipo de imunidade utiliza respostas imunológicas específicas, voltadas seletivamente contra um determinado material estranho ao qual o organismo já foi exposto e teve oportunidade de se preparar para um ataque contra o patógeno (LEVINSON, 2021).

A imunidade adquirida tem como objetivo conter ou neutralizar um alvo específico contra o qual o organismo se preparou após ter sido exposto e, por isso, leva mais tempo para ser preparado e para atacar seus adversários específicos (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Vírus invasor



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de células virais indo para o organismo do ser humano.

O sistema natural primitivo utiliza alguns receptores para ligar os patógenos, cada um deles codificado por um único gene. Uma característica essencial do sistema imunológico adquirido é que o número de receptores para qualquer molécula existente nos patógenos aumenta dramaticamente (MADIGAN et al., 2016).

Se houvesse um único gene para cada um desses receptores, seria preciso um espaço muito grande para o genoma. As células do sistema imunológico adquirido usam um sistema singular para superar essa falta de espaço. Para aumentar o número de receptores em potencial, as células do sistema imunológico adquirido cortam e colam, aleatoriamente, segmentos de um conjunto de genes (JANEWAY, 2007).

Tipos de imunidade adquirida

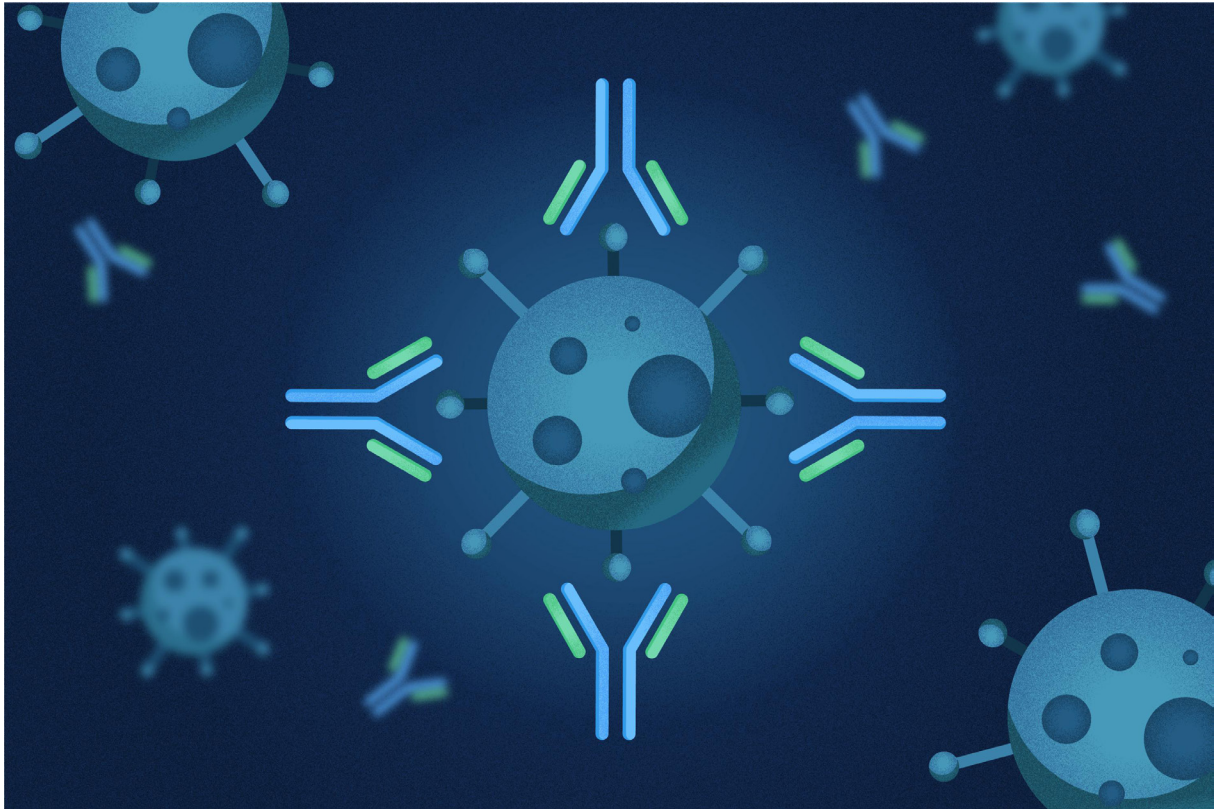
COMPONENTE	FUNÇÃO
Microrganismos	Na imunidade humoral, são microrganismos extracelulares, porém, na imunidade celular, podem ser fagocitados em um macrófago ou intracelulares por um vírus se replicando.
Linfócitos que respondem	Linfócitos B na imunidade humoral. Já na celular, temos o linfócito T auxiliar e o linfócito T citotóxico.
Mecanismo efetor	Anticorpo secretado em ambos
Funções	Na imunidade humoral, eles bloqueiam as infecções e eliminam os microrganismos extracelulares. Já na imunidade celular, ativam os macrófagos para destruição e destroem as células infectadas.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

#pratodosverem: quadro com a descrição dos tipos de imunidade adquirida e seus componentes principais, incluindo: microrganismos, linfócitos que respondem, mecanismo efetor e funções.

Por conta disso, há dois tipos de respostas imunológicas adquiridas, sendo elas a imunidade humoral, ou mediada por anticorpos, que envolve a produção de anticorpos por derivados do linfócito B e na imunidade celular, aquela que envolve a produção de linfócitos T ativados, que atacam diretamente as células indesejadas (MALE et al., 2014).

Na imunidade inata, as células especializadas, chamadas células apresentadoras de antígenos (APC), capturam antígenos microbianos e os apresentam para serem reconhecidos pelos linfócitos T. As moléculas do complexo maior de histocompatibilidade (MHC) são proteínas presentes nas membranas das APCs, que apresentam antígenos peptídicos para o reconhecimento pelos linfócitos T (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 2009).



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de antígeno se ligando ao anticorpo no organismo humano.

Os antígenos proteicos que invadem o corpo são capturados pelas células dendríticas e concentrados nos órgãos linfoides periféricos, onde a resposta imunológica é iniciada (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

As respostas do sistema imunológico adaptativo são mediadas pelos linfócitos B e T, nos quais cada uma delas pode reconhecer e defender o organismo contra um único agente invasor específico, como determinada bactéria (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Nos processos de apresentação dos antígenos, proteínas do compartimento extracelular que são ingeridas pelas APCs são degradadas proteoliticamente dentro de vesículas, e os peptídeos gerados ligam-se ao MHC, que são então reconhecidos pelos linfócitos T (MALE et al., 2014).

Já as proteínas produzidas por microrganismos encontrados no citoplasma de células infectadas são degradadas, ligadas ao MHC e também reconhecidas pelos linfócitos T. Assim, o linfócito só é capaz de reconhecer os antígenos de microrganismos fagocitados ou intracelulares, que são combativos pela imunidade celular (LEVINSON, 2021).

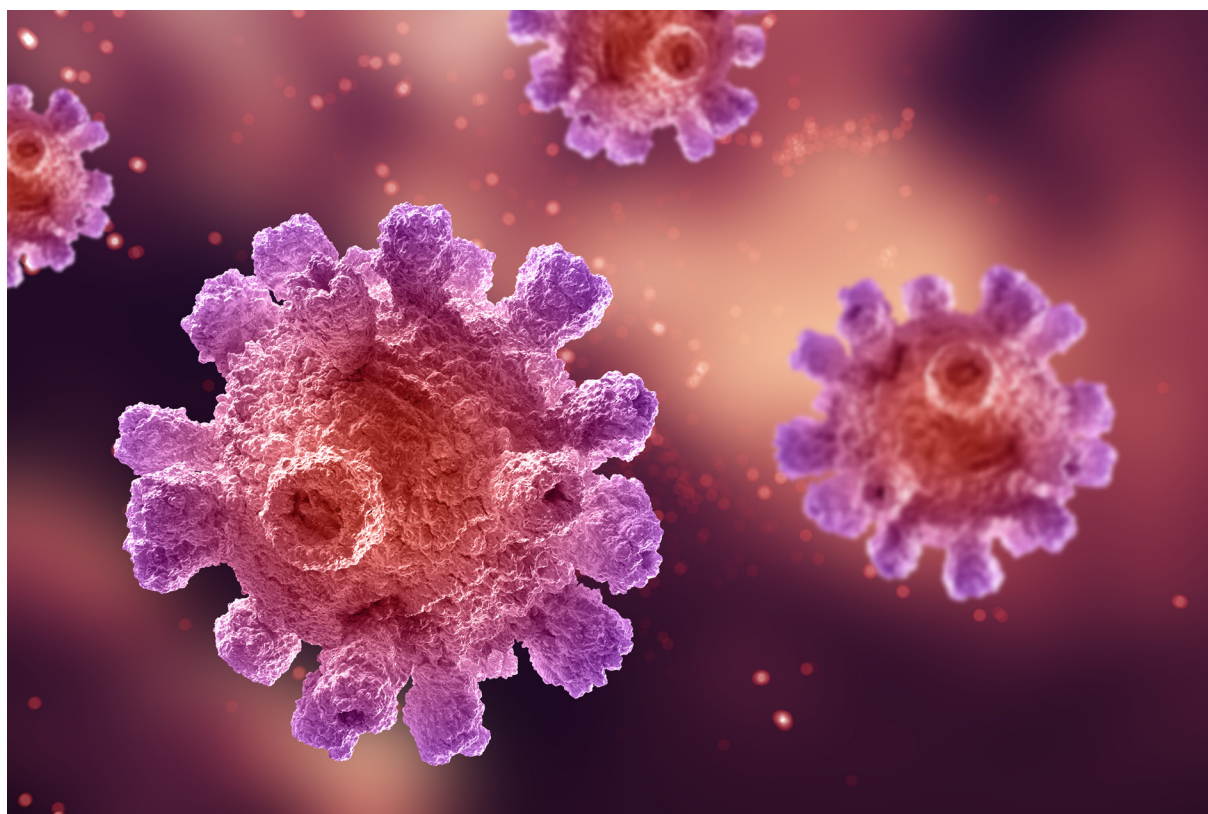
Tolerância Imunológica

Os receptores das células T recém-desenvolvidos são expressos na superfície dessas células, só sendo capazes de reconhecer as infecções intracelulares se moléculas derivadas dos patógenos estiverem presentes na superfície de uma célula infectada (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Para que isso seja realizado, pequenas quantidades de proteínas intracelulares são quebradas em fragmentos peptídicos e depois lançadas no retículo endoplasmático (JANEWAY, 2007).

Esses peptídeos formam uma amostra representativa de todos os peptídeos presentes na célula, incluindo qualquer peptídeo que pertença a patógenos intracelulares. Para que esse sistema funcione, os peptídeos de qualquer célula devem estar firmemente aderidos à superfície celular (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 2009).

Fagócitos e patógenos



Fonte: Freepik (2023).

#pratodosverem: ilustração de uma célula fagocítica e seus patógenos invasores.

As células T possuem receptores que reconhecem os peptídeos ligados à fenda das moléculas MHC. Esses receptores são gerados através da recombinação genética que ocorre dentro do organismo (CALICH; VAZ, 2009).

As células B são um tipo de linfócito e, assim como as células T, produzem receptores mediante a recombinação genética. Mas ao contrário delas, nem todos os receptores das células B permanecem em sua superfície (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Alguns desses receptores são secretados ativamente no espaço intercelular e nas cavidades do corpo. As moléculas livres de receptores das células B são chamadas de imunoglobulinas (IG) ou anticorpos (CALICH; VAZ, 2009)

Os linfócitos B utilizam anticorpos ligados à membrana a fim de reconhecer a ampla variedade de antígenos, que inclui polissacarídeos, proteínas, lipídios e substâncias químicas pequenas. Esses antígenos podem estar presentes na superfície do patógeno (capsulares ou presentes no envelope), ou podem ser solúveis (exotoxinas) (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Eles se diferenciam em células secretoras de anticorpos em resposta ao antígeno e outros sinais. Esses anticorpos entram na circulação e nos líquidos das mucosas e se ligam aos antígenos, levando à sua neutralização e eliminação (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019).

Além disso, os receptores de antígenos das células B e os anticorpos que são secretados reconhecem antígenos em sua conformação original, não precisando de processamento antigênico ou apresentação de sinal (LEVINSON, 2021).

Hipersensibilidade

Os distúrbios causados pela deficiência imunológica são chamados de doenças de imunodeficiência, sendo provocadas por defeitos em vários componentes do sistema imunológico, resultado em maior suscetibilidade a infecções e algumas neoplasias (CALICH; VAZ, 2009).

As imunodeficiências congênitas são resultantes de anormalidades genéticas em um ou mais componentes do sistema imunológico, que levam ao bloqueio da maturação ou da função dos diferentes componentes do sistema imunológico (ABBAS; LICHTMAN, 2009).

Como exemplo, podemos citar que indivíduos com certa característica recessiva, a síndrome de DiGeorge, não apresentam o timo e, portanto, não têm imunidade celular em seu organismo (LEVINSON, 2021).

Podem ser diferentes nas manifestações clínicas e patológicas, onde alguns desses distúrbios resultam em uma susceptibilidade a infecções e podem ser fatais, sendo detectado logo após o nascimento, enquanto outros levam a infecções leves que podem ser detectados na vida adulta (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 2009).

Doenças Autoimunes

As doenças autoimunes são deficiências no sistema imunológico que se desenvolvem por conta de anormalidades adquiridas durante a vida. Elas são provocadas por falhas que ocorrem no sistema imunológico, resultantes de infecções, anormalidades nutricionais ou tratamentos que causam perda ou função inadequada de componentes do sistema imunológico (CALICH; VAZ, 2009).



Saiba mais

Qual é a melhor forma de tratar o HIV? Qual sua relação com a farmacologia e os sintomas clínicos? Como que é feito o tratamento em diversas situações clínicas da doença? Para entender mais sobre esse assunto, leia “Terapia Antirretroviral para HIV/aids: o estado da arte”, [clcando aqui](#).

Dentre as imunodeficiências adquiridas, a mais marcante é a infecção pelo HIV, um retrovírus que infecta células do sistema imunológico, principalmente linfócitos T CD4⁺, causando a destruição progressiva dessas células, além das dendríticas e dos macrófagos (MALE *et al.*, 2014).

O HIV estabelece uma infecção latente nas células do sistema imunológico, integrando seu genoma ao genoma do hospedeiro, e pode ser reativado para produzir vírus infectados. O processo de replicação viral leva à morte das células infectadas, sendo o principal mecanismo pelo qual o vírus causa imunodeficiência nos pacientes (MADIGAN *et al.*, 2016).

A infecção pelo HIV inicia com uma viremia aguda, seguida por um período de latência clínica, quando ocorre a destruição progressiva de células T CD4+ e a dissolução de tecidos linfoides; posteriormente, aids, com imunodeficiência grave e ocorrência de infecções oportunistas, que podem levar o indivíduo a óbito rapidamente, dependendo da gravidade da infecção (ABBAS; LICHTMAN, 2009).



Saiba mais

Para saber mais sobre “Novos desafios do ensino da Virologia”, clique aqui e acesse o material.

Conclusão

Diante do conteúdo exposto, foi possível compreender um pouco sobre os linfócitos T e B, as características do sistema imunológico inato e adquirido, sua relação com diversas partes do corpo e de como se desenvolve dentro do organismo humano. É possível associar todos os conteúdos propostos com os conteúdos da parte clínica e as aplicações de medicamentos, em que a parte farmacêutica é muito ampla e necessita de diversos conceitos dentro da área da farmacologia, principalmente em doenças como o HIV e suas complicações no mundo atual.

Referências

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H. **Imunologia básica: funções e distúrbios do sistema imunológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Ed. GEN Guanabara Koogan, 2019.

CALICH, V. L. G.; VAZ, C. A. C. **Imunologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2009.

JANEWAY, C. **Imunobiologia: o sistema imune na saúde e na doença**. 6. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2007.

LEVINSON, W. E. **Microbiologia médica e imunologia: um manual clínico para doenças infecciosas**. 15. ed. São Paulo: Artmed, 2021.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

MALE, D. *et al.* **Imunologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ed. GEN Guanabara Koogan. 2014.

PELCZAR JR., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2009.

**CENTRO
UNIVERSITÁRIO
UNI  GRANDE**