



**GUERREIROS
SEMPRE ALERTA!**



Introdução

A banda desenhada *Guerreiros Sempre Alerta* resultou de uma parceria entre o Departamento de Imunologia da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Nova de Lisboa, e a Ciência Viva. Esta obra aborda a imunologia de forma acessível, pretendendo cativar os jovens para uma temática dos currículos escolares. O formato banda desenhada permite que os jovens adquiram conhecimentos de modo lúdico.

A história que se narra surge da imaginação da professora Paula Videira e da equipa do Departamento de Imunologia da Faculdade de Ciências Médicas, coordenada pelo Professor Helder Trindade. As ilustrações da autoria de Pedro Fernandes dão vida à ideia inicial. O grande motor foi Rosário Oliveira, da equipa Ciência Viva, que com perseverança tornou a ideia realidade.

O acompanhamento e a revisão assegurados por uma professora do ensino secundário, Mafalda Lapa, ajudaram a ajustar a obra aos conteúdos deste grau de ensino.

Apesar de o livro se apresentar como um instrumento de divulgação da ciência para um público generalista, pelo seu valor didático poderá igualmente servir de apoio a docentes ou a interessados na divulgação da imunologia.

Apoios

Faculdade de Ciências Médicas
www.fcm.unl.pt

Sociedade Portuguesa de Imunologia
www.spimunologia.org

Centro de Estudos de Doenças Crónicas - CEDOC
cedoc.unl.pt

Prefácio

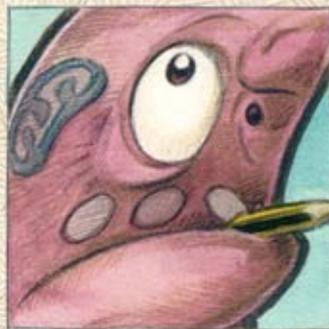
Não há processos biológicos destituídos de processos imunológicos.

A imunologia diz-se complexa, pela diversidade de elementos e mecanismos, pela sobreposição de elementos e pela mutabilidade dos seus conhecimentos. Além disso, há todo um fascínio à volta desta disciplina, que atrai pelas novidades frequentes, pela mestria dos processos e células e constante transposição destes para outras áreas das ciências biológicas. Revelar esta mestria e fascínio foi o objectivo desta banda desenhada. Desmistifique-se, divulgue-se, portanto, a imunologia! É aos nossos jovens, aos nossos filhos, que destino esta obra.

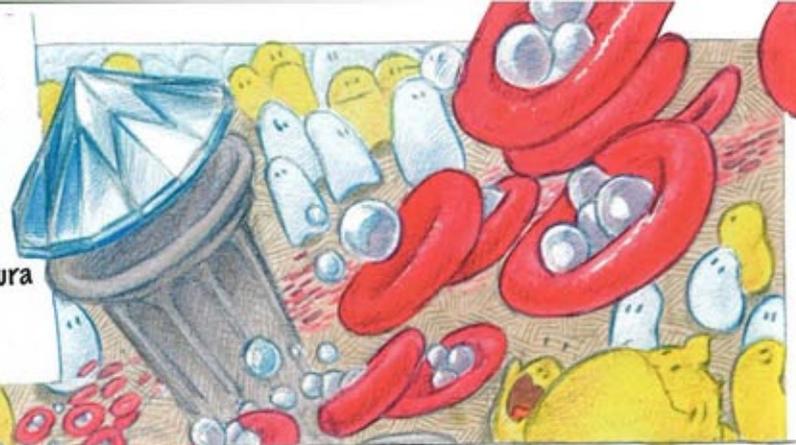
Paula Videira

Professora auxiliar convidada FCM-UNL, investigadora principal do Grupo de Investigação em Glicoimunologia. Coordenadora de estágios Ciência Viva no CEDOC

À minha filha Helena, à minha família e à minha equipa de investigação.



Os elementos do sistema imunitário, os leucócitos, vivem para um objetivo comum: preservar o riquíssimo monumento da vila, que concede saúde, bem-estar e fartura de alimentos a todos os habitantes.



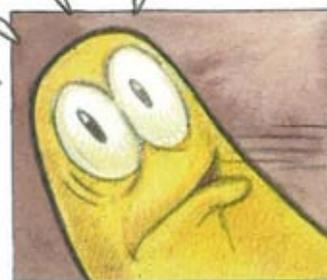
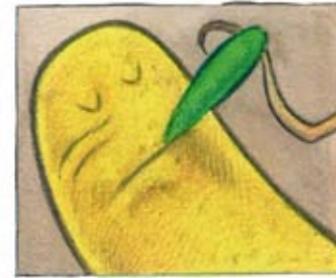
Os leucócitos são guerreiros profissionais, cada um com tarefas muito próprias, podendo-se dividir em dois tipos, os da imunidade inata e os da imunidade adaptativa. Estes dois tipos coabitam e trabalham todos em harmonia.



GUERREIROS SEMPRE ALERTA!

O sistema imunitário é como uma vila cheia de vida, com os seus habitantes em harmonia e em constante azáfama.

Os macrófagos e os monócitos são elementos da imunidade inata...



...assim como as células dendríticas.

...os neutrófilos...



Nos arredores da vila...



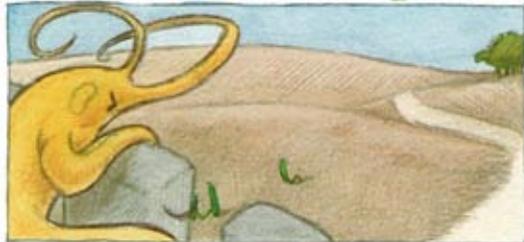
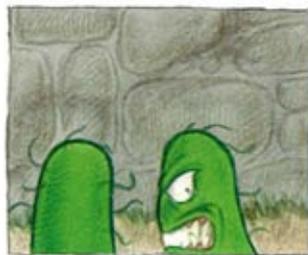
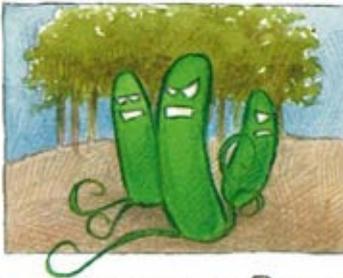
...mora uma série de bactérias e vírus...



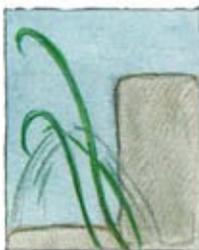
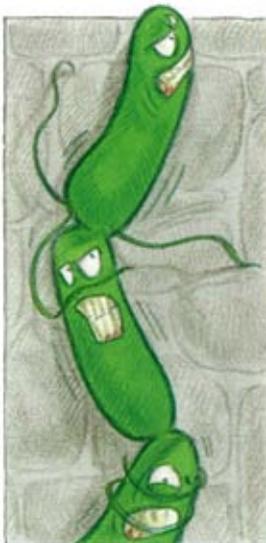
...cujo principal objetivo é roubar o monumento da vila.



Fazem mil e um planos para lá entrar...



...mas a tarefa é sempre muito difícil.



"Com licença" também se usa!



Sim, sim... (bruto)

Eles são mesmo muitos e têm sentinelas muito boas. Vai ser difícil atacar a vila!



Mas nós precisamos de atacar! O diamante tem de ser nosso!

SIM! SIM! SIM! SIM! SIM!

Se não, vamos continuar sem alimentos e com estas culturas miseráveis!



Ok, então temos de discutir a melhor estratégia para atacar a vila e nos apoderarmos do diamante!

O melhor, caras amigas, é atacarmos em grupos organizados... e temos de encontrar uma altura em que a vila esteja mais distraída, se não os leucócitos vencem-nos.

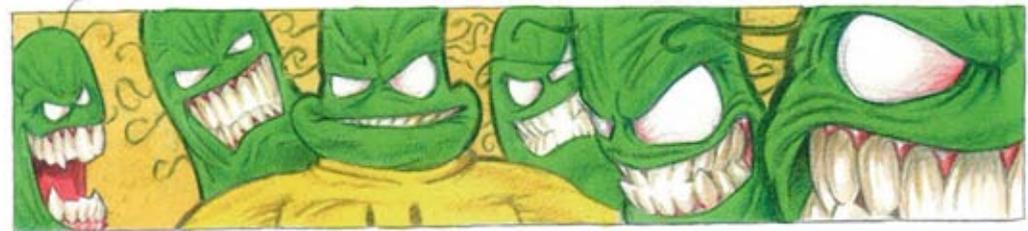
Tu que vieste de lá agora, conta-nos como é a vila, como são os habitantes...



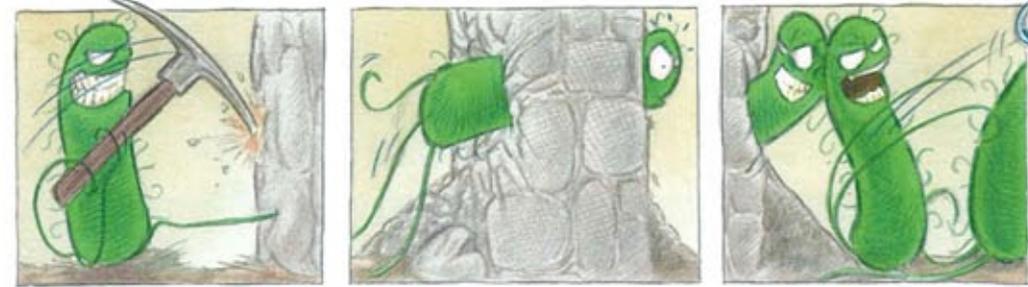
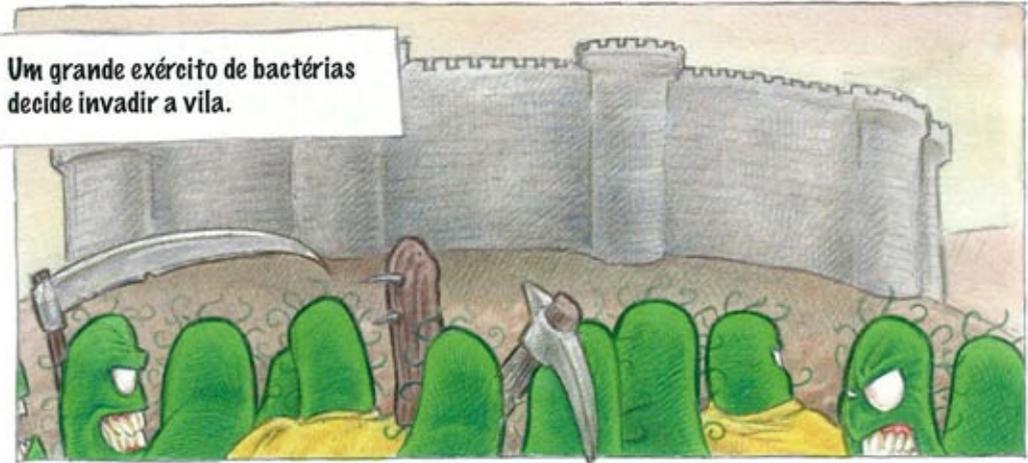
Inicia-se então um longo debate entre as bactérias, para estudarem a melhor estratégia de ataque.

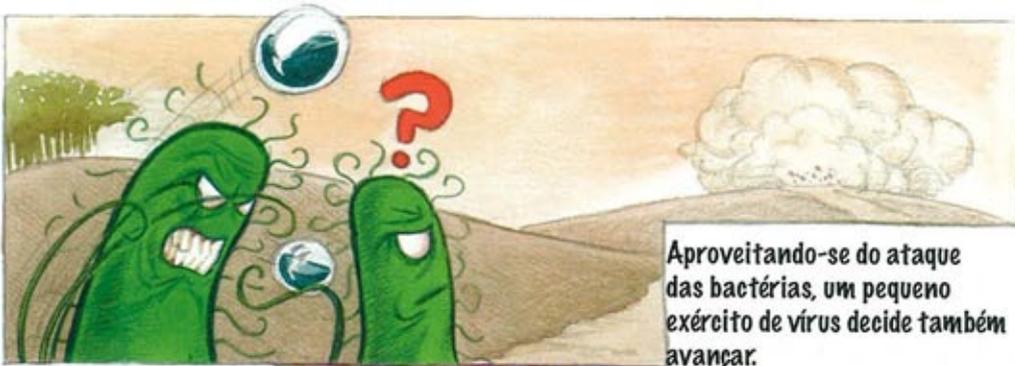


Sim senhor! Bravo! Está tal e qual!



Um grande exército de bactérias decide invadir a vila.



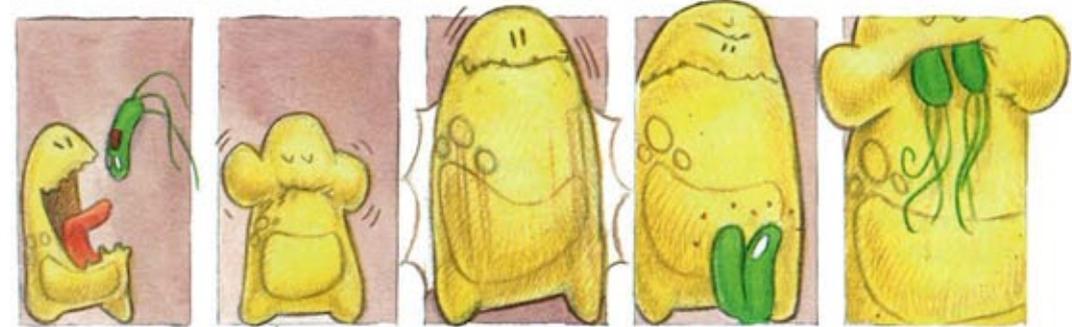
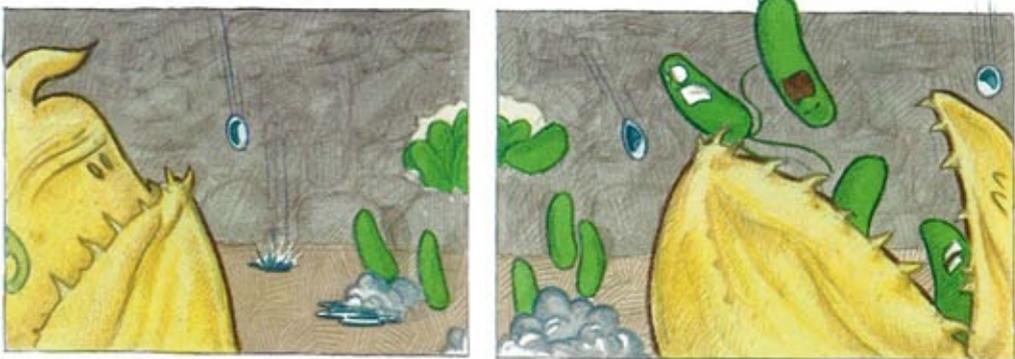


Aproveitando-se do ataque das bactérias, um pequeno exército de vírus decide também avançar.

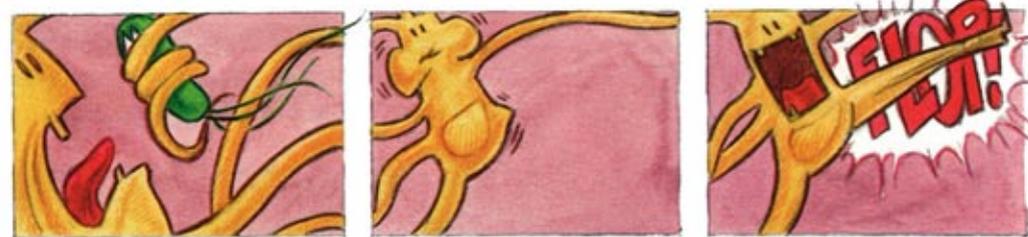


As bactérias estão a invadir a vila!

Temos de chegar ao diamante antes delas!



Ao soar o aviso de inflamação, os leucócitos reagem imediatamente e a estrutura da vila altera-se!



As células dendríticas apressam-se para chegar aos gânglios linfáticos.



Acudam, acudam, a vila foi invadida e os habitantes da imunidade inata estão em apuros!

Calma, vamos convocar já uma reunião geral dos habitantes da resposta adaptativa para resolver o ataque.



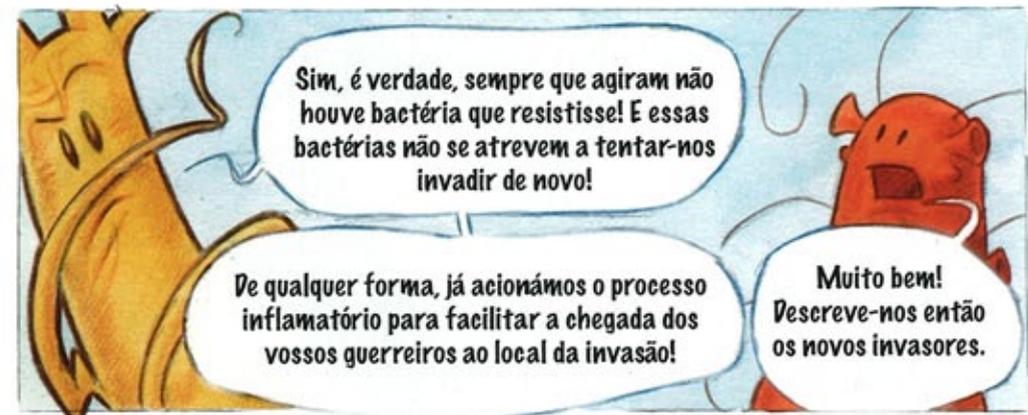
Mas os invasores são muitos e temos de agir o mais depressa possível!



Sim, mas já sabes que não podemos agir sem primeiro selecionarmos os nossos guerreiros. É assim que funcionamos e sabes bem que quando agimos é para eliminar de vez os intrusos.



Sim, é verdade, sempre que agiram não houve bactéria que resistisse! E essas bactérias não se atrevem a tentar-nos invadir de novo!



De qualquer forma, já acionámos o processo inflamatório para facilitar a chegada dos vossos guerreiros ao local da invasão!

Muito bem! Descreve-nos então os novos invasores.

A reunião entre os leucócitos e as células dendríticas decorre animada e discute-se quais os linfócitos mais capazes de eliminar as bactérias invasoras.



No exterior, os habitantes da imunidade inata estão exaustos com tantos invasores...



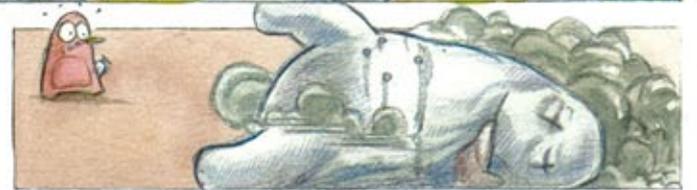
...as bactérias...



...e os vírus vão aproveitando a debilidade da vila.



Os macrófagos começam a ter dificuldade em ingerir algumas bactérias...



E já há leucócitos a morrer...



Os nossos amigos da imunidade inata não aguentam muito mais! Vocês vão ter de agir!

Estamos quase! Isto de seleccionar os guerreiros requer grande rigor!



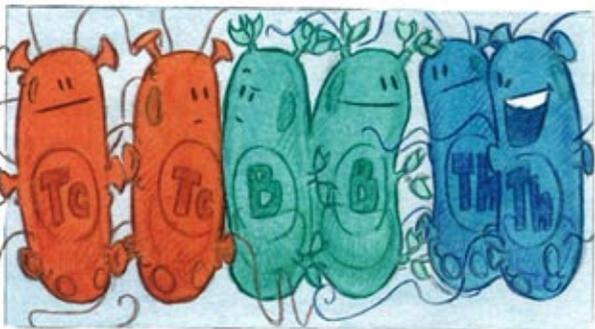
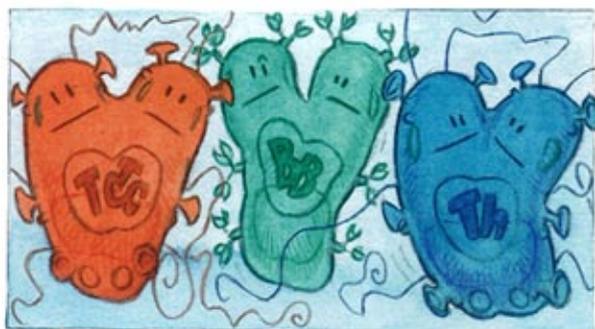
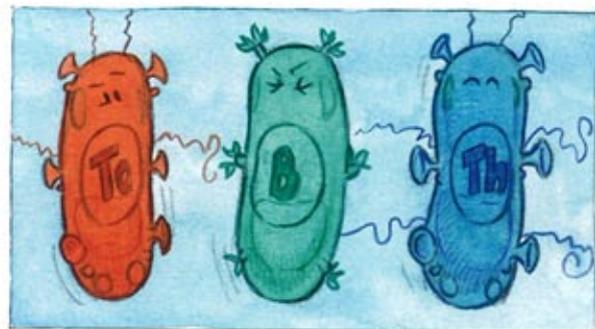
Aos gânglios linfáticos continuam a chegar células dendríticas, para apressar os linfócitos.

Passado algum tempo...

Ok, terminámos a convocatória!
Concluimos que a invasão não é só
de bactérias, pois pelos vistos os nossos
inimigos vírus aproveitaram-se
e entraram.

ótimo! Assim também
podemos participar!

E com isto um dos linfócitos
auxiliadores começa a escolher
os linfócitos mais capazes...



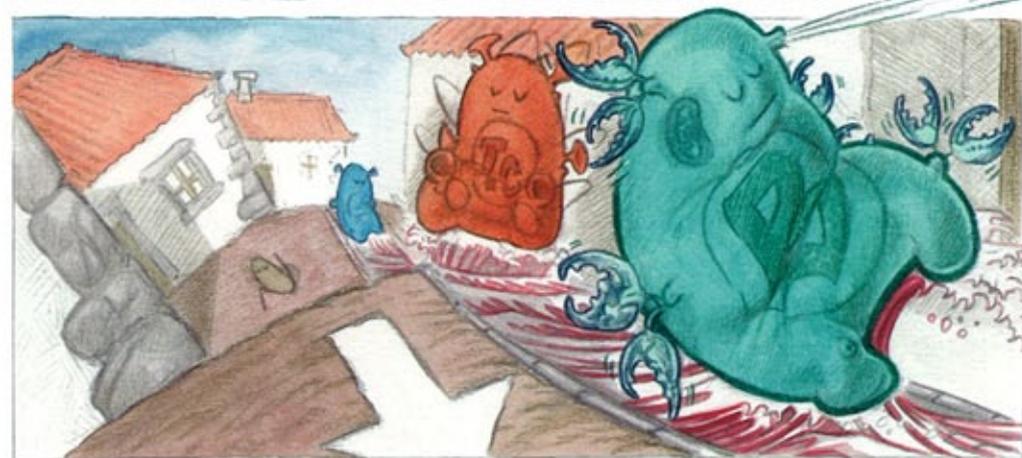
Tu e tu, mais tu aí ao
fundo, e vocês também...
foram escolhidos por
serem os mais eficazes
para eliminar estes
invasores. Podem começar
a proliferar e a agir!



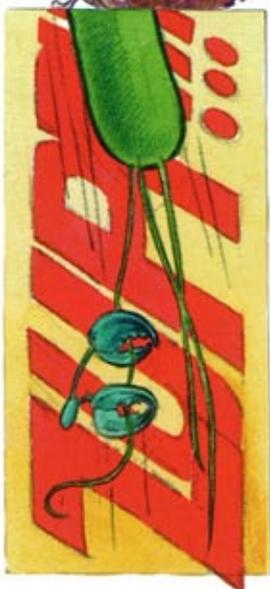
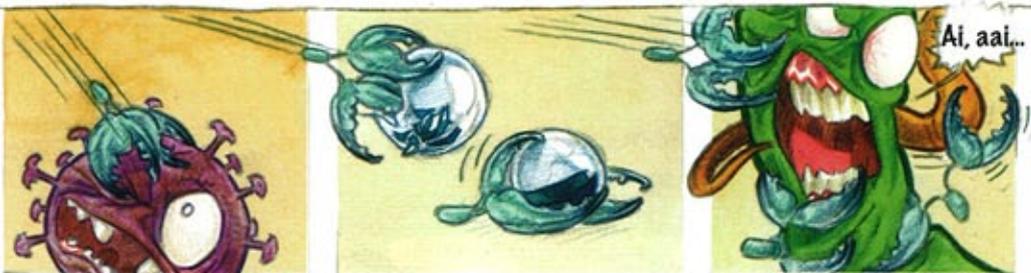
Bebe.

Os linfócitos ativados começam
então a dirigir-se para o local da
invasão, orientados pelos sinais
de inflamação.

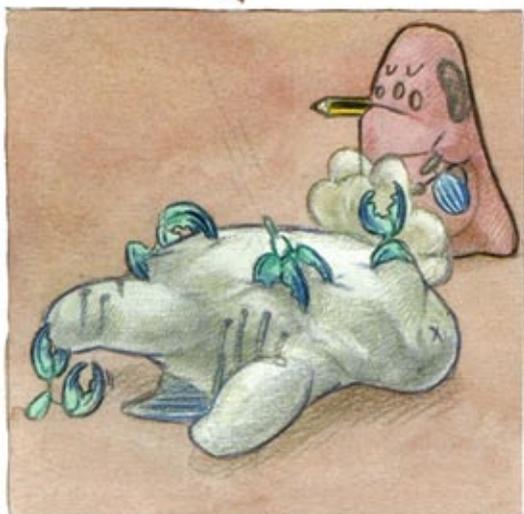
É para seres capaz
de lançar mais anticorpos!



Os anticorpos lançados pelos linfócitos B começam a produzir os seus vários efeitos.



Finalmente chegaram os nossos amigos linfócitos!



Obrigadinho, linfócitos!



No local de infeção os linfócitos são implacáveis.





POSSIT!



Choca aí!



Meus amigos,
mais uma vez
conseguimos
eliminar os
invasores!

Estão todos
de parabéns!



Para evitar novos ataques por parte destes invasores, vou nomear esta equipa de células de memória com linfócitos B, T auxiliares e T citotóxicos! Estes nossos amigos ficarão de guarda ao diamante, para o futuro! Se estas bactérias nos voltarem a infetar, garanto-vos que não sofreremos da mesma maneira!

Fim

Notas de apoio à leitura da BD

p.1

O sistema imunitário é um conjunto complexo de células, moléculas e mecanismos que tem como função proteger o nosso corpo de agentes agressores, através da discriminação entre o que é “próprio” do corpo e o que lhe é “estranho”.

p.2

A imunidade inata é uma resposta rápida, mediada por várias células (monócitos, macrófagos, neutrófilos, células dendríticas e células natural killer). A imunidade adaptativa, pelo contrário, é uma resposta altamente específica, mas que surge mais tarde. É mediada pelos linfócitos T e B e tem capacidade de memória.

p.3

Os neutrófilos são os leucócitos mais abundantes no nosso sangue e são os primeiros a chegar ao local da invasão. Tal como os monócitos e macrófagos, têm grande capacidade de fagocitose, isto é, de ingerir partículas (por exemplo, bactérias) e de as destruir. As células natural killer (NK) eliminam células modificadas (cancerosas ou infectadas por vírus), sendo por isso designadas citotóxicas.

Os principais grupos de linfócitos são os linfócitos B e os linfócitos T. Estes últimos dividem-se em T auxiliares (Th) e T citotóxicos (Tc). Cada linfócito reconhece apenas uma molécula específica (um antígeno).

Os gânglios linfáticos são locais onde se encontram os linfócitos e os antígenos transportados pela linfa ou pelas células dendríticas.

p.4

As células dendríticas, em forma de estrela, têm como função vigiar, capturar e transportar partículas estranhas para os gânglios linfáticos, onde as apresentam aos linfócitos.

p.5

No corpo humano há várias barreiras protetoras – a pele, as mucosas, a flora intestinal, os cílios, entre outros – que impedem ou dificultam a entrada dos microrganismos patogénicos.

p.6

Em caso de invasão por microrganismos, a imunidade inata é a primeira a ser acionada. Macrófagos e células dendríticas encontram-se distribuídos pelos tecidos e funcionam como sentinelas.

p.8

Um dos mecanismos de escape das bactérias à ação do nosso sistema imunitário consiste na produção de cópias das proteínas dos leucócitos (o que se designa por “mimetismo”), que passam despercebidas ao sistema imunitário. As bactérias podem entrar no hospedeiro através de pequenas fendas no epitélio, invadindo posteriormente os tecidos. Algumas bactérias são ainda capazes de produzir toxinas que causam graves danos nas células.

p.9

Durante uma infeção poderão ocorrer outras infeções chamadas oportunistas, provocadas por microrganismos diferentes que aproveitam a diminuição das defesas imunológicas.

p.10

Os monócitos, quando se deslocam para os tecidos, diferenciam-se em macrófagos e adquirem maior capacidade de fagocitose.

p.11

A inflamação é uma reação do organismo a estímulos como a infeção. A região afetada pode ficar avermelhada e quente, com inchaço e dor, devido à infiltração e acumulação de líquidos e leucócitos. A inflamação facilita a chegada de células e moléculas do sistema imunitário aos locais de invasão para melhor eliminar os agressores. O endotélio vascular também é modificado para permitir melhor migração dos leucócitos. A comunicação entre os leucócitos é efetuada maioritariamente por moléculas produzidas pelos leucócitos, designadas por citocinas, e pela interação celular.

p.13

A ativação da resposta adaptativa depende da resposta inata. A resposta adaptativa é altamente eficaz, mas demora cinco a seis dias a ser desencadeada.

p.14

A resposta do sistema imunitário a uma infeção viral consiste em bloquear a infeção e eliminar as células infetadas. As células natural killer (da imunidade inata) têm a capacidade de detetar e eliminar certas células infetadas por vírus. Esta ação é aumentada e terminada pelos linfócitos T citotóxicos (da imunidade adaptativa).

p.15

Quando são ativados, os linfócitos iniciam um processo de proliferação, originando milhares de novas células idênticas às iniciais (clones).

p. 17

Quando detetam antígenos específicos, os linfócitos B diferenciam-se em plasmócitos e passam a produzir e libertar milhares de anticorpos.

Os anticorpos são glicoproteínas e têm várias funções, como a neutralização de vírus e toxinas e o envolvimento dos agentes patogénicos ou células infectadas, facilitando a sua eliminação.

p. 18

Os linfócitos T auxiliares ajudam vários leucócitos – nomeadamente os linfócitos B, os macrófagos e os linfócitos T citotóxicos – a desempenharem as suas funções.

p. 19

Tanto as células natural killer como os linfócitos T citotóxicos eliminam células infectadas por vírus ou células cancerosas. Têm formas de reconhecimento distintas, que no entanto se completam. Os macrófagos e as células dendríticas também eliminam células mortas, evitando o aparecimento de inflamações crónicas.

p. 20

Após o confronto com um agressor, os linfócitos podem diferenciar-se em células de memória. Assim, caso o microrganismo entre novamente em contacto com o organismo, estes linfócitos de memória recordar-se-ão do agressor e desenvolverão uma resposta imunitária imediata, capaz de eliminá-lo antes que provoque danos.

Ficha Técnica

Autora: Paula Videira, Centro de Estudos de Doenças Crónicas (CEDOC), Universidade Nova de Lisboa

Ilustrador: Pedro Fernandes

Editor: Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica
Revisão de texto: Gonçalo Praça

Gráfica: Ondagrafe

ISBN: 978-989-96208-5-8
Lisboa 2013

ISBN 978-989-96208-5-8



9 789899 620858 >



AGÊNCIA NACIONAL
PARA A CULTURA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

