



Prevenção e Controlo de Infeções (PCI): Vacinação

Sessão 7: Vacinas

Esta lição inclui uma apresentação detalhada e animações que demonstram como o corpo luta diariamente contra microrganismos nocivos. Os alunos participarão num debate sobre vacinas, incluindo algumas das ideias mais comuns sobre as mesmas.



Resultados de Aprendizagem

Todos os alunos irão:

- Entender que as vacinas ajudam as a desenvolver imunidade contra a(s) infeção(ões) e a libertar-se da(s) mesma(s).
- Entender porque é que as vacinas são importantes agora e ao longo de toda a vida.
- Entender quais são as doenças mais importantes que podem ser prevenidas pelas vacinas e porque são importantes para os jovens.

A maioria dos alunos irá:

- Entender como a comunicação e as epidemias podem influenciar a aceitação das vacinas de forma positiva ou negativa.



Ligações Curriculares

Cidadania e Desenvolvimento

- Saúde e prevenção
- Relações íntimas e sexuais
- Saúde sexual

Ciência Naturais / Biologia

- Pensamento Científico
- Capacidades experimentais e estratégias
- Análise e avaliação
- Células
- Saúde e doença

Português / Inglês

- Leitura
- Escrita

Oficina de Design / Educação Visual

- Comunicação gráfica



Sessão 7: Vacinas

Legenda: FT – Ficha de Trabalho; FA – Ficha de Apoio; FI – Ficha Informativa



Materiais Necessários

Atividade Principal: Ficha de Aluno de Imunidade e Vacinações

Por turma

- Animação eu/eng/KS4/lesson/vaccinations
- Cópia da FA1 e FA 2

Por aluno

- Cópia da FT1

Atividade Suplementar 1: Kit de Debate do Aluno

Por turma

- Kit de Debate sobre Vacinas
- Recursos – Kits de Debate 'Sou um Cientista', disponíveis gratuitamente em: debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations

Atividade Suplementar 2: Conceitos Errados sobre Vacinas

Por turma

- Cópia da PP1
- Cópia da FA 3

Por aluno

- Cópia da FT 2



Materiais de Apoio

- FA 1 Ficha de Professor com Respostas do Vídeo de Animação
- FA 2 Respostas do Professor para a Ficha de Aluno sobre o Sistema Imunitário
- FA 3 Ficha de Aluno de Conceitos Errados sobre Vacinas
- FT 1 Ficha de Trabalho sobre o Sistema Imunitário
- FT 2 Conceitos Errados sobre Vacinas
- FI1 Kit de Debate 'Sou um Cientista' (disponível em debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations)



Preparação Prévia

1. Copie para cada aluno as fichas FT 1 e FT 2.



Ensino Secundário

2. Descarregue os diapositivos interativos de conceitos errados sobre vacinação e prepare animações acedendo ao website

alunos deviam ter tomado, sendo um tema que podem debater em casa com

3. Como preparação prévia para a lição, pode pedir aos alunos para completarem o seu calendário de vacinação personalizado, disponível no website do e-Bug. Este calendário/linha do tempo deverá incluir todas as vacinas que os

os seus pais. As imunizações que os alunos (não) receberam são pessoais e não devem ser faladas na aula. Os alunos podem ficar muito surpreendidos com o número de imunizações que tiveram disponíveis ao longo da sua vida.

Sessão 7: Vacinas

Palavras-chave

Anticorpo
Antigénio
COVID-19
VPH
Sistema imunitário
Imunidade
Vacinas

Saúde e Segurança

Sem recomendações específicas

Hiperligações

<https://www.e-bug.eu/pt-pt/ensino-secund%C3%A1rio-vacinas>

Introdução.

1. Faça uma introdução, informando os alunos que vão aprender sobre vacinas e porque estas são tão importantes. Os alunos irão aprender factos, discutir alguns conceitos, usualmente errados, e debater a influência de outras pessoas na tomada de decisão sobre vacinas. Os alunos aprenderão a influência que a comunicação social tem no que respeita à aceitação das vacinas, as subseqüentes taxas de doenças e a imunidade de "grupo".
2. Pergunte aos alunos o que já sabem sobre vacinas. As questões a debater podem incluir:
 - a. Sabes o que é a vacinação?
 - b. Como funcionam as vacinas?
 - c. Quais são as vacinas que as crianças costumam tomar e com que idades?
 - d. Que vacinas tomaste?
 - e. Porque achas que precisas de vacinas contra doenças como gripe, sarampo, papeira e rubéola (SPR) ou COVID-19?



- f. Os alunos sabem o que é imunidade de 'grupo'? Peça aos alunos que descrevam com as suas próprias palavras. (pode usar a animação da imunidade de 'grupo' no website e-bug.eu/eng/ KS4/lesson/Vaccinations, caso os alunos ainda estejam confusos acerca da expressão imunidade de 'grupo').
3. Prepare-se para alguns alunos poderem questionar a segurança das vacinas. A secção de atualização do professor no início deste recurso pode ajudar a responder às perguntas que venham a surgir.



Atividade

Atividade Principal: Ficha de Aluno sobre Imunidade e Vacinas

1. Peça aos alunos que assistam aos vídeos de animação sobre imunização disponíveis no website do e-Bug. As animações estão divididas em três vídeos e abrangem imunidade e vacinações. Pode encontrar orientações complementares para os vídeos de animação na ficha FA1.
2. Forneça a cada aluno uma cópia do FT1. Os alunos devem responder às questões com base nas informações fornecidas na animação. As respostas encontram-se na FA2.



Debate

Debata com a turma as seguintes questões:

O que é a vacinação?

Resposta: As vacinas são outro meio de ajudar o nosso sistema imunitário a proteger-nos contra doenças prejudiciais. Usam as defesas naturais do nosso corpo para criar resistência e ajudar a fortalecer o nosso sistema imunitário.

Porque devo vacinar-me?

Resposta: As vacinas já salvaram milhões de vidas. Sem vacinas, corremos sérios riscos de adoecer e ficar incapacitados devido a doenças como o sarampo e a meningite. As vacinas protegem-nos das doenças e também protegem os outros de adoecer. Nem todas as pessoas podem ser vacinadas, por vezes, pessoas muito jovens, muito idosas, pessoas com doenças graves, como um sistema imunitário enfraquecido por um tratamento ou doença - estas pessoas dependem da vacinação de outras para prevenir a disseminação da infeção e protegê-las.

Porque é importante a vacinação?

Resposta: As vacinas são uma forma segura e eficaz de evitar que adoecemos. Atualmente existem vacinas para nos proteger de pelo menos 20 doenças, incluindo o tétano, gripe, sarampo, papeira, poliomielite e meningite. Ao nos vacinarmos, não estamos apenas a proteger-nos, mas também às pessoas que nos rodeiam. As vacinas ajudam a prevenir a disseminação das infeções.



Como funciona uma vacina?

Resposta: Quando a vacina é injetada no corpo, o sistema imunitário ataca como se houvesse microrganismos patogénicos a atacar o organismo. Os glóbulos brancos (também denominados Leucócitos e que são uma parte do nosso sistema imunitário), desenvolvem muitos anticorpos para se ligarem a marcadores na superfície dos organismos das vacinas. Estes marcadores são chamados de antigénios. O nosso sistema imunitário aprende sobre os constituintes da vacina e, durante uma primeira fase, podemos sentir-nos um pouco fracos e com dores no braço. Isto acontece porque o sistema imunitário está a trabalhar arduamente para eliminar todos os microrganismos da vacina. Como a vacina é uma versão morta ou extremamente enfraquecida dos microrganismos, o nosso sistema imunitário consegue processar a vacina e não adoecemos. Ao processar, com sucesso, a vacina, o sistema imunitário irá lembrar-se de como deve combater estes microrganismos. Mais tarde, assim que microrganismos com os mesmos marcadores/antigénios entrem, no nosso corpo, o sistema imunitário estará pronto para combatê-los, antes mesmo de estes poderem pôr-nos doentes. Isto significa que desenvolveste imunidade contra doenças.

Atividades Suplementares

Atividade Suplementar: Kit de Debate sobre Vacinação

1. Desenvolvido em colaboração com 'Eu sou um cientista', o kit sobre vacinação facilita a prática de um debate estruturado sobre um tópico controverso. Descarregue o kit gratuito em debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations.
2. Tem disponíveis cartas de oito caracteres. Divida a turma num máximo de oito grupos, ou em quantos caracteres quiser abranger. Atribua um a cada grupo.
3. Faça cada série de debates conforme as instruções e incentive os alunos a ponderar as suas opiniões. A estrutura demonstra aos alunos como construir um debate e a reforçar as suas opiniões com factos. As notas do professor estão incluídas no kit, para ajudar a dar a lição de forma eficaz.



Consolidação da Aprendizagem

Peça aos alunos que consolidem os seus conhecimentos sobre todas as vacinas e a criar um infográfico de informação pública. Pode usar esta tarefa para ajudar os alunos a divulgar informação útil e a envolver-se com a sua comunidade local.



Esta folha fornece informações adicionais para professores e está concebida de modo a ser usada em conjunto com a animação sobre vacinação do recurso e-Bug. A animação está dividida em 3

Vídeo 1

Introdução:

Para entender como as vacinas funcionam, primeiro precisamos saber como funciona o sistema imunitário e como as vacinas o estimulam para proteger-nos contra doenças infecciosas. Esta curta animação irá descrever como o sistema imunitário combate a infeção e explicar como este responde a uma vacina. A função do sistema imunitário é distinguir substâncias estranhas das substâncias que fazem parte do nosso próprio corpo. A parte, ou partes, de quaisquer substâncias estranhas reconhecidas pelo sistema imunitário são conhecidas como antigénios. Os antigénios estão presentes em bactérias, vírus e células estranhas de transfusões ou transplantes de órgãos. Os antigénios também podem ser produtos químicos, como toxinas ou componentes de vacinas.

Imunidade inata:

A primeira linha de defesa do corpo contra substâncias estranhas é a variedade de barreiras físicas que este possui para impedir a sua entrada. Isto inclui lágrimas, ácido gástrico, pele e pelos minúsculos chamados cílios. A especialização de cada uma destas barreiras é explicada em seguida:

Pele: A pele fornece uma barreira física ao nosso corpo. A entrada através desta barreira para patógenos (microrganismos que causam doenças) pode ocorrer quando a pele está quebradiça, irritada ou danificada com cortes e feridas.

Lágrimas: O olho tem um mecanismo de limpeza através do movimento de substâncias através do piscar de olhos. A película de humidade sobre o olho pode reter substâncias como o pó e, ao piscar, pode movê-lo para os cantos do olho, onde pode ser removido. As nossas lágrimas também contêm enzimas como lisozima e amilase, que podem matar algumas bactérias proporcionando outro nível de proteção.

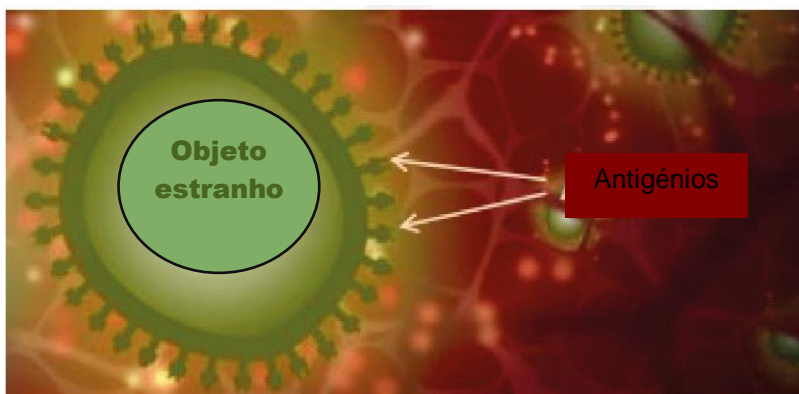
Ácido gástrico no estômago: O ácido no estômago não ajuda apenas a fazer a digestão, mas também pode matar alguns patógenos. Os patógenos que não são mortos por este ácido podem causar doenças, como a Salmonela, que causa intoxicação alimentar.

Cílios: Cílios são pequenos pelos ao longo das vias aéreas no interior do nosso nariz e pulmões. Esses pelos estão localizados próximos das células da mucosa que segregam muco. O muco pode prender partículas que inalamos, incluindo bactérias e vírus. O movimento dos pelos no nariz estimula os espirros e nos pulmões podem mover o muco para a garganta, onde pode ser tossido ou engolido.

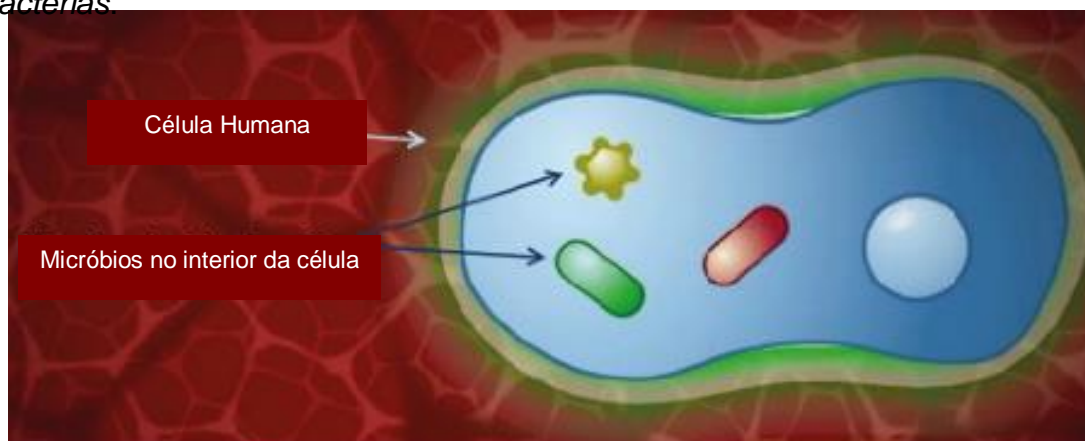


FA1- Ficha de Apoio

No entanto, se estas barreiras forem atravessadas, por exemplo, por bactérias que entram no corpo através da pele, os antígenos encontram grandes células chamadas macrófagos que residem na pele. A palavra macrófago significa 'comedor grande'. Se um macrófago reconhece o antígeno como algo estranho e não "próprio", "engole-o" através de um processo chamado fagocitose e pode destruí-lo. A inflamação no local também causa a libertação de pequenas proteínas chamadas citocinas que ajudam a regular a resposta imunitária e atraem macrófagos adicionais da corrente sanguínea para o local. Esta primeira e imediata resposta é conhecida como imunidade inata. Embora rápida, é não-específica, i.e., igual para todos os antígenos, sendo que, o sistema imunitário não retém nenhuma memória do encontro com o antígeno.



As diferentes defesas imunitárias são realizadas por diversas células imunitárias. O sistema imunitário inato é composto de leucócitos e outras células, como as células *natural killer* (NK). Os leucócitos incluem macrófagos e neutrófilos e a principal característica destas células é que podem realizar fagocitose. A fagocitose resulta na destruição da substância estranha pela fusão do material digerido com o lisossoma. O lisossoma fornece condições adversas para matar o patógeno, o que inclui o uso de enzimas lisossomais especializadas e o fornecimento de condições altamente ácidas. As células natural killer matam outras células que estão infetadas por vírus ou bactérias. Esta é uma parte crucial do sistema imunitário inato, pois algumas bactérias e vírus podem entrar nas células e, portanto, ficam "escondidos" do sistema imunitário inato, como os *meningococos* e *micobactérias*.





Imunidade adquirida:

Por vezes, a resposta inata precisa de ajuda para eliminar o antigénio. Além da fagocitose, os macrófagos também podem transportar antigénios para locais onde uma resposta imune adquirida pode ser ativada. Quando o macrófago portador de um antigénio entra no sistema linfático, move-se em direção aos órgãos linfoides, que incluem o baço, amígdalas, adenóides e as placas de Peyer. Estes órgãos são ricos em dois tipos de glóbulos brancos especializados chamados linfócitos. Também conhecidos como células B e células T, estes linfócitos estão distribuídos em locais estratégicos por todo o corpo prontos para responder aos antigénios. Existem também muitas células B e T que circulam no sangue.

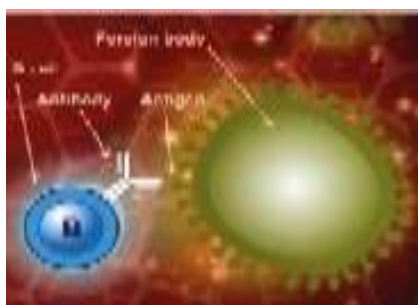
O sistema imunitário inato estimula o sistema imunitário adquirido, mostrando às células imunitárias adquiridas o antigénio que o corpo estranho possui. Estas células são, portanto, designadas como células apresentadoras de antigénio (APC). As células dendríticas e os macrófagos podem fazê-lo, portanto, também podem ser classificadas como APCs. Isto ocorre após a APC ter viajado através do sistema linfático, onde residem as células imunitárias adquiridas especializadas.

No entanto, o estímulo dos linfócitos nos **nódulos linfáticos** produz uma forte cascata de ativação de linfócitos, pois uma célula APC pode estimular muitas células B e T. As células T são células específicas envolvidas na resposta mediada por células e as células B são células envolvidas na resposta imunitária humoral.

Vídeo 2:

Células B e células T: as células B e T têm funções diferentes. As células B respondem a antigénios livres ou que estão à superfície de organismos que circulam fora e entre as células do corpo, isso inclui a maioria dos tipos de bactérias. No entanto, não podem reconhecer antigénios localizados no interior das células, como proteínas virais ou certas bactérias, como *meningococos* e *micobactérias*, que se adaptaram a viver nas células e, portanto, dificultam a deteção pelo sistema imunitário.

As células B produzem anticorpos específicos interagindo com o antigénio apresentado por uma APC. Os anticorpos são uma correspondência complementar ao antigénio e estimulam a morte/eliminação da substância estranha.





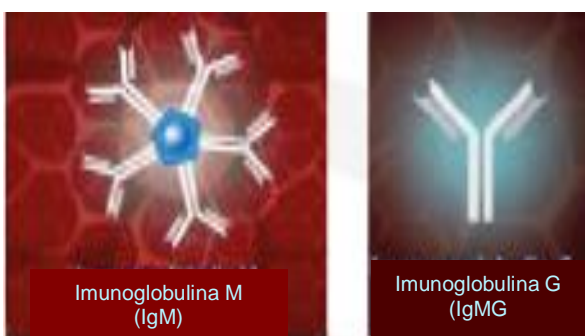
FA1 – Ficha de Apoio

As células B fabricam anticorpos, no entanto, a maioria dos antígenos não estimula as células B a produzir anticorpos sem a ajuda das células T. A resposta a estes antígenos é, portanto, referida como dependente de células T. Ao contrário das células B, as células T podem reconhecer antígenos intracelulares, desde que expressos na superfície celular. As células T não produzem anticorpos, mas segregam citocinas que influenciam outras células imunitárias.

Resposta humoral:

As células B circulam com a molécula de uma proteína tridimensional na sua superfície que se designa como anticorpos. Os anticorpos, também conhecidos como imunoglobulinas, têm locais de ligação ao antígeno onde as moléculas de proteína são dobradas de modo a formar uma fenda tridimensional à qual apenas se podem ligar os antígenos com a forma correspondente. Há também um sítio de ligação para macrófagos e neutrófilos. A parte do antígeno que se liga aos anticorpos é conhecida como epítopo.

Quando uma das moléculas de anticorpos tem um recetor de superfície com a forma exata para reconhecer o antígeno, liga-se a este como fechadura-chave. Em seguida, as células B aumentam consideravelmente e tornam-se células plasmáticas, que são células produtoras de anticorpos capazes de produzir até 100.000 moléculas de anticorpos por minuto. As moléculas de anticorpos que produzem têm recetores com a mesma forma, que reconhecem primeiramente o antígeno, sendo este processo conhecido como resposta humoral. A primeira vez que uma infeção ou antígeno de vacina é encontrado, os anticorpos produzidos são designados como imunoglobulina M ou IgM. A IgM circula como cinco moléculas unidas com um total de 10 sítios de ligação para uma ligação rápida e eficaz ao antígeno. Se o mesmo antígeno for encontrado novamente, a classe de anticorpos muda para imunoglobulina G (IgG). Isto é conhecido como comutação de classe. A comutação de classe significa que a estrutura geral dos anticorpos muda, além do domínio de ligação ao antígeno, que permanece o mesmo para corresponder ao antígeno.





Quando o antígeno se liga a um anticorpo, podem ocorrer três resultados:

1. A ligação do anticorpo ao antígeno irá imobilizar a substância estranha e neutralizá-la. Este é o caso das toxinas e outras substâncias nocivas.
2. Os anticorpos cercam a substância estranha, que pode imobilizá-la pronta para a fagocitose por uma célula como um macrófago. Imunoglobulina G (IgG)
3. O sistema complemento está ativado. O sistema complemento é uma parte importante da resposta humoral. Depois de os anticorpos ligarem ao corpo estranho, o sistema complemento pode ligar-se. O sistema complemento é formado por moléculas complemento que são proteínas que têm atividade protease, ou seja, que têm capacidade de quebrar outras proteínas.



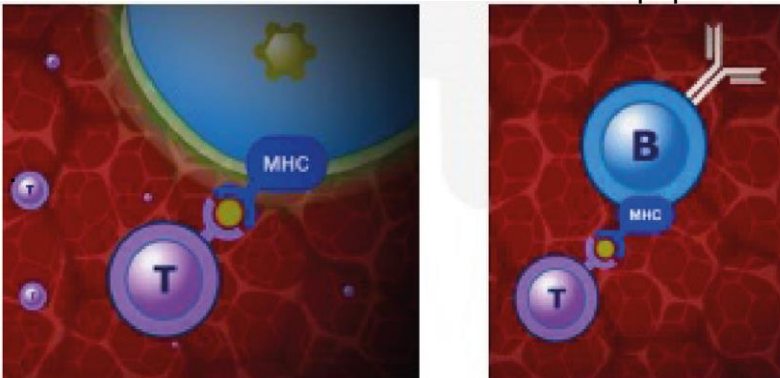
FA1 - Ficha de Apoio

A ligação de moléculas complemento produz uma cascata de proteases pela qual uma molécula complemento quebra a próxima, assim por diante, ativando a sua atividade de protease. O resultado da cascata é a produção de moléculas que podem atrair outras células imunes para o local e também aumentar a permeabilidade vascular para que as células imunes possam chegar facilmente ao local através da vasculatura. Algumas moléculas de complemento podem reconhecer moléculas de carboidratos à superfície das bactérias sem a necessidade de ligação a anticorpos e algumas ligações do complemento podem realmente induzir a morte por rotura da membrana plasmática da bactéria.

Imunidade mediada por células:

Quando as células contêm antígenos intracelulares, uma parte do antígeno é transportada para a superfície celular usando moléculas que fazem parte do complexo principal de histocompatibilidade ou MHC. As células T podem reconhecer uma combinação da molécula do MHC e do antígeno. Quando as células T se ligam ao complexo MHC-antígeno, as células ativadas aumentam, multiplicam-se e segregam citocinas, que podem então afetar outras células imunes próximas e outras moléculas tóxicas como a granulicina. A granulicina induz apoptose na célula infetada gerando buracos na membrana. Os buracos então promovem a entrada desregulada de iões, água e moléculas na célula causando citólise (lise osmótica da célula).

Existem vários tipos de células T. Entre os quais estão os que podem destruir uma célula infetada conhecida como células T citotóxicas. Outro tipo, conhecido como células T auxiliares, pode ajudar e estimular as células B a produzir anticorpos. Quando um antígeno se liga ao recetor de anticorpo numa célula B, uma parte do antígeno também é absorvida pela célula e é apresentada à superfície da célula B por uma molécula de MHC. Este complexo MHC-antígeno é reconhecido por uma célula T, geralmente uma célula T auxiliar, que segrega citocinas. Neste caso, as citocinas auxiliam as células B a proliferar para formar células idênticas, produzindo o mesmo anticorpo. As plataformas MHC também podem montar antígenos que indicam uma célula tumoral. Até certo ponto, o sistema imunitário pode reconhecer células anormais e eliminá-las induzindo a apoptose.





FA1 - Ficha de Apoio

Clipe 3:

Resposta da memória:

Algumas das células B são estimuladas pelas células T para permanecerem como células de memória e reter a memória do encontro antígeno-anticorpo. Quando as células de memória encontram o antígeno novamente, seja como uma infeção natural ou em uma dose de reforço, os anticorpos da vacina com a especificidade correta são produzidos muito mais rapidamente e em maior número do que durante a primeira resposta. Ao contrário da primeira resposta quando se produz IgM de curta duração, o anticorpo produzido é principalmente IgG que persiste mais tempo. Cada vez que as células de memória encontram o mesmo antígeno, a resposta imune é potenciada. Como um patógeno, ou uma vacina, pode conter muitos antígenos diferentes, muitas células B diferentes são estimuladas ao mesmo tempo e podem ser produzidos muitos anticorpos diferentes. A capacidade do nosso sistema imunitário é enorme e pode produzir bilhões de anticorpos diferentes. Se vacinas diferentes forem administradas ao mesmo tempo, também serão produzidos anticorpos diferentes ao mesmo tempo. De maneira semelhante às células B, também existem células T de memória produzidas como resultado do primeiro encontro com o antígeno. Quando essas células T de memória encontram o antígeno novamente, são capazes de responder de forma mais rápida e eficaz. As respostas humorais específicas, mediadas por células e de memória são conhecidas como imunidade adquirida ou adaptativa.

Vacinas:

A vacinação estimula as respostas imunes que acabámos de descrever, mas o mais importante é que o faz sem os riscos da própria doença. Funciona por estimulação de um conjunto de células B e T de memória que, se e quando o antígeno for encontrado posteriormente, produzirá respostas específicas ao antígeno com rapidez suficiente para evitar o desenvolvimento da doença. Também estimula a produção de anticorpos específicos para o antígeno, incluindo IgG, que persiste após a vacinação e fornece defesa precoce contra a infeção. O conhecimento de como as vacinas funcionam com o sistema imunitário permite entender o calendário de vacinação com maior clareza.

Quando um indivíduo é vacinado, os processos no sistema imunitário que são estimulados para imitar a imunidade natural são o reconhecimento de antígenos, a produção de anticorpos e a formação de uma resposta de memória. Tudo isto ocorre sem progressão da doença. A vacina irá conter o antígeno da doença, ou um toxoide (uma versão inativa de uma toxina) se a doença em questão for causada por uma toxina como a difteria ou o tétano. Em alguns casos, a vacinação pode ser administrada através de gotas ou um spray nasal, o que significa que a vacina é absorvida pelo revestimento nasal.

Os antígenos na vacina são então reconhecidos pelo sistema imunitário, conforme descrito anteriormente, e captados pelas células apresentadoras do antígeno (antigen-presenting cells – APC), e a APC viaja e é transportada para os gânglios linfáticos. O antígeno é então apresentado às células B que geram a produção de anticorpos e gerações de células B e T de memória. Se o indivíduo a ser vacinado entrar em contacto com o patógeno real portador do mesmo antígeno, é estimulada uma resposta de memória, resultando na eliminação do patógeno sem ocorrência da doença.



FA1 – Ficha de Apoio

As vacinas de reforço são dadas para manter os números de anticorpos circulantes em níveis elevados. Se forem perdidos, a resposta da memória pode ser enfraquecida e resultar na possibilidade de contrair a doença.

No caso da gripe, as vacinas anuais/sazonais são administradas porque o vírus *influenza* é capaz de alterar os seus antígenos na sua superfície, resultando na necessidade de uma vacinação diferente para os diferentes antígenos.

Essa mudança nos antígenos pode surgir de duas formas: pela mudança antigénica e deriva antigénica. A mudança antigénica acontece quando duas ou mais estirpes diferentes de vírus se combinam para formar um novo vírus. Isto ocorre se um indivíduo estiver infetado com vírus diferentes ao mesmo tempo. A deriva antigénica acontece quando o antígeno do vírus muda gradualmente ao longo do tempo devido a uma mudança no material genético dentro do vírus. Isto pode ocorrer se o material genético sofrer uma mutação.

O que é imunidade de grupo e porque é importante?

Uma pequena percentagem de pessoas em todas as populações não responde às vacinas e permanece desprotegida apesar da vacinação. Além disso, pessoas com o sistema imunitário gravemente comprometido não podem receber vacinas vivas. Portanto, primeiramente, estas pessoas não podem ser expostas à infeção e são dependentes dessa condição. Se um número suficiente de pessoas for vacinado na população, as infeções evitáveis por vacina não serão capazes de se transmitir com sucesso porque a maioria das pessoas é imune. Portanto, as pessoas suscetíveis ficam indiretamente protegidas pela presença de indivíduos imunes. Isto é conhecido como imunidade de grupo. Devem ser mantidos na população altos níveis de cobertura de vacinação, para alcançar e preservar a imunidade de grupo e proteger aqueles que não podem ser imunizados.



Referências:

Gessner, B.D., Feikin, D.R. (2014) *Vaccine preventable disease incidence as a complement to vaccine efficacy for setting vaccine policy*. *Vaccine* 30;32(26):3133-8

Malech, H.L., Deleo, F.R., Quinn, M.T. (2014) *The role of neutrophils in the immune system: an overview*. *Methods Mol Biol*. 1124:3-10

McIntyre, W.J., Tami, J.A. (1992) *Introduction to immunology*. *Pharmacotherapy* 12(2 Pt 2):2S-10S Web link Pasupuleti, M., Schmidtchen, A., Malmsten, M. (2012) *Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system*. *Crit Rev Biotechnol*. 32(2):143-71

Storey, M., Jordan, S. (2008) *An overview of the immune system*. *Nurs Stand*. 23(15-17):47-56



Ficha sobre o Sistema Imunitário - Respostas

1. Temos vários tipos de barreiras físicas para evitar a invasão de um microrganismo. Indica três dessas barreiras e explica como são especializadas para prevenir a infeção.

Qualquer um dos três seguintes: Pele, Cílios/pelos em [nariz/garganta/pulmões], Lágrimas, Ácido gástrico/estômago. A pele fornece uma barreira física para o nosso corpo. A entrada através desta barreira de patógenos (microrganismos causadores de doenças) pode ocorrer quando a pele está quebradiça/irritada/danificada. Lágrimas: O olho possui um mecanismo de limpeza próprio pelo movimento de substâncias através do piscar de olhos. A película de humidade sobre o olho pode reter substâncias como o pó e, ao piscar, pode movê-lo para os cantos do olho, onde pode ser removido. As nossas lágrimas também contêm enzimas, chamadas lisozima e amilase, que podem matar algumas bactérias, proporcionando outro nível de proteção. Ácido gástrico no estômago: O ácido no estômago não ajuda apenas a fazer a digestão, também pode matar alguns patógenos. Os patógenos que não são mortos por esse ácido podem causar doenças, como a Salmonela, que causa intoxicação alimentar. Cílios: Os cílios são pequenos pelos encontrados ao longo das vias aéreas no nosso nariz e pulmões. Esses pelos estão localizados próximos às células da mucosa que segregam muco. O muco pode prender partículas que inalamos, incluindo bactérias e vírus. O movimento dos pelos no nariz estimula os espirros e nos pulmões podem mover o muco para a garganta, onde pode ser tossido ou engolido.

2. Se um microrganismo não for eliminado do corpo pela resposta inata (resposta fagocitária), o que acontece a seguir?

A resposta imunitária inata nem sempre pode eliminar uma infeção. Se tal acontecer, é ativada a imunidade adquirida/adaptativa. Os macrófagos que absorveram o antigénio também podem transportar o antigénio para locais onde uma resposta imune adquirida pode ser ativada. Quando o macrófago portador de um antigénio entra no sistema linfático, circula em direção aos órgãos linfóides que incluem o baço, as amígdalas, adenóides e placas de Peyer. Estes órgãos são ricos em dois tipos de glóbulos brancos especializados chamados linfócitos. Também conhecidos como células B e células T. Estes linfócitos estão distribuídos em locais estratégicos por todo o corpo e prontos para responder aos antigénios. Existem também muitas células B e T a circular no sangue.



Ficha sobre o Sistema Imunitário - Respostas

3. A *Legionella pneumophila* é uma bactéria que causa a doença do Legionário. Em humanos, é "engolida" por macrófagos, mas é capaz de escapar dos mecanismos normais que os macrófagos usam para a eliminar. É, portanto, capaz de viver dentro do macrófago e usar os seus nutrientes para se manter viva.

Qual o motivo para as células B não reconhecerem os antígenos da *L. pneumophila*?

As células B não podem reconhecer antígenos intracelulares, pois respondem a antígenos livres. Os antígenos livres são encontrados fora das nossas próprias células ou à superfície de organismos que circulam pelo nosso corpo. A bactéria *L. pneumophila* é um patógeno/microrganismo intracelular e, portanto, não apresenta um antígeno livre ao sistema imunitário.

Como o sistema imunitário poderia identificar a *L. pneumophila* e como é removida do corpo?

O antígeno da *L. pneumophila* pode ser exibido numa molécula de MHC à superfície da célula infetada. Isto significa que pode ser identificado pelo sistema imunitário. As moléculas de MHC nas nossas próprias células são reconhecidas por células T citotóxicas. Uma vez identificada, a célula T pode libertar citocinas para influenciar outras células do sistema imunitário.

Porque alguém com deficiência de células T estaria mais propenso a uma infeção por microrganismos intracelulares?

As células T são cruciais na identificação de uma infeção intracelular. Sem elas, o sistema imunitário pode falhar a identificar e destruir estes patógenos intracelulares, os quais seriam capazes de replicar-se e disseminar para outras células. Alguns exemplos incluem: vírus, micobactérias e bactérias meningocócicas.

4. Após iniciada a resposta imune adquirida, os plasmócitos (um dos tipos de linfócitos) podem produzir anticorpos. Explique porque os anticorpos só serão eficazes contra um antígeno.

Quando os recetores à superfície da célula B reconhecem antígenos livres, estes são estimulados para se tornarem plasmócitos (linfócitos) que produzem anticorpos. As moléculas de proteína dos anticorpos são dobradas de forma a formar uma fenda tridimensional, à qual apenas os antígenos de uma forma correspondente se podem ligar.



Ficha sobre o Sistema Imunitário - Respostas

5. As citocinas têm muitos papéis na resposta imune. A partir da animação, podes descrever duas maneiras pelas quais as citocinas ajudam o corpo a combater infeções?

Dois dos seguintes:

As citocinas podem:

- Ajudar a regular a resposta imune inata e atrair macrófagos adicionais da corrente sanguínea para o local da infeção.
- As células T não produzem anticorpos, mas podem segregar citocinas que influenciam outras células imunes.
- Quando as células T se ligam ao complexo MHC-antígeno, as células T ativadas aumentam, multiplicam e segregam citocinas, as quais podem afetar outras células imunes próximas.
- Quando um antígeno se liga ao recetor de anticorpo numa célula B, uma parte do antígeno também é absorvida pela célula e é então apresentada à superfície da célula B por uma molécula de MHC. Esse complexo MHC-antígeno é reconhecido por uma célula T, geralmente uma célula T auxiliar, que segrega citocinas. Neste caso, as citocinas auxiliam as células B a proliferar para formar células idênticas, produzindo o mesmo anticorpo.

6. O *Clostridium botulinum* é uma bactéria que produz a neurotoxina botulínica, comumente conhecido na indústria médica como Botox. É a toxina botulínica que é letal, pois causa paralisia flácida em humanos e animais. O *Clostridium botulinum* que a produz, no entanto, não é considerado perigoso por si só. O sistema imunitário pode reconhecer toxinas, bem como microrganismos.

- a) Como é que o sistema imunitário reconhece e elimina toxinas?
O sistema imunitário usa a resposta humoral da imunidade adaptativa para eliminar toxinas. Isto envolve a ligação de um anticorpo à toxina/antígeno, podendo ser imobilizado e neutralizado.
- b) Qual o motivo porque uma vacina contra a bactéria *Clostridium botulinum* não seria considerada tão eficaz como uma vacina contra a toxina botulínica?
A toxina é o componente letal. Sem a toxina a bactéria não é considerada perigosa. Uma vacina contra a toxina é eficaz porque pode estimular o sistema imunitário a produzir anticorpos contra a mesma, evitando assim os efeitos nocivos da doença.



Ficha sobre o Sistema Imunitário - Respostas

7. Qual é a função das seguintes células:

a. Células T citotóxicas?

As células T citotóxicas podem reconhecer antígenos intracelulares e matar células infetadas

b. Células T auxiliares?

As células T auxiliares estão envolvidas em respostas dependentes de células T. Podem ajudar a estimular as células B a proliferar e também ajudá-las a tornar-se células plasmáticas.

c. Células plasmáticas?

As células plasmáticas são derivadas das células B. Quando uma célula B reconhece um antígeno livre, pode tornar-se uma célula plasmática. Essas células plasmáticas são células produtoras de anticorpos e, portanto, são grandes em tamanho.

8. Explica porque as vacinas são preventivas na proteção contra infeções.

As vacinas mostram o antígeno para uma infeção particular ao sistema imunitário, para que anticorpos específicos possam ser produzidos sem que a doença se desenvolva no indivíduo. Se um indivíduo contrair a doença naturalmente, uma vacina não ajudará, pois, os anticorpos específicos já terão sido produzidos. As vacinas fornecem imunidade artificialmente, enquanto uma doença concede imunidade natural. Contrair a doença é potencialmente perigoso. Assim sendo, a vacinação é mais segura.

9. Explica como uma vacina resulta numa resposta de memória do sistema imunitário.

Uma vacina contém material antigénico/antígenos para um microrganismo/doença. Isto resulta na produção de anticorpos pelos plasmócitos/células B que são complementares/correspondentes ao antígeno da vacina. Os anticorpos produzidos numa resposta de memória são IgG/imunoglobulina G, de modo que persistem muito tempo no corpo. Algumas das células B e células T envolvidas na identificação do antígeno da vacina diferenciam-se/mudam para células de memória, as quais criarão uma resposta imune mais rápida na próxima vez que encontrarem o antígeno.



Ficha sobre o Sistema Imunitário - Respostas

10. A imunidade de grupo surge quando uma percentagem significativa da população é vacinada contra uma doença. O que poderia acontecer se as taxas de vacinação caíssem numa população para as seguintes vacinas? (Dica: pensa nos seus métodos de transmissão. O sarampo é transmitido pelo toque e pelo ar através de gotículas contagiosas de pessoas infetadas e a cólera é uma doença transmitida pela água).

a) Sarampo

Se as taxas de vacinação caírem para as vacinas contra o sarampo, surtos podem ocorrer, pois o sarampo pode passar entre indivíduos não vacinados e suscetíveis através do ar ou do contacto com uma pessoa infetada.

b) Cólera

Assim como o sarampo, a diminuição das taxas de vacinação para a cólera em países onde a cólera é um grande problema de saúde pode resultar em surtos. A imunidade grupo ainda é importante; no entanto, como a cólera é uma doença transmitida pela água, pode afetar pessoas não vacinadas mesmo que estejam perto de pessoas que foram vacinadas.



Conceitos Errados sobre Vacinas - Respostas

1. A imunidade natural é melhor do que a imunidade adquirida.
Falso. A imunidade natural ocorre quando exposta à doença real. Embora possa impedir que um indivíduo contraia a infeção novamente, o indivíduo pode ficar muito doente, sofrer efeitos de saúde a longo prazo ou, em alguns casos, arriscar a morte. A imunidade adquirida através da vacinação não traz estes riscos.
2. A agulha vai doer.
Verdadeiro. Podes ter de aguentar um arranhão afiado, mas isso desaparece muito rápido. Por vezes sentirás um braço dolorido após a vacinação, mas tal ocorre porque o corpo está a trabalhar arduamente para matar ou eliminar todos os organismos da vacina. Este, é o processo que fornece a imunidade individual contra doenças futuras.
3. Terás efeitos colaterais da vacinação.
Às vezes. Os efeitos colaterais são muito raros e dependem da vacina que está a ser recebida. Um braço dolorido ou sensação de cansaço podem ser comuns, pois o corpo está a trabalhar para produzir os anticorpos necessários para combater a vacina. Os efeitos colaterais são controlados com muito cuidado e a vacinação não será aprovada se os riscos de efeitos colaterais negativos superarem os benefícios.
4. As doenças para as quais somos vacinados são tão raras que não vou contrair a doença.
Falso. As doenças para as quais somos vacinados são raras devido às vacinas. A vacinação reduziu com sucesso a prevalência de doenças fatais, incluindo a poliomielite, o sarampo e, agora, o COVID-19, entre muitas outras. No entanto, se as pessoas deixarem de ser vacinadas para essas doenças, perderemos a nossa imunidade de grupo e o número de pessoas infetadas aumentará. É por isto que é tão importante tomar as vacinas recomendadas pelo teu médico e garantir a tua proteção e dos outros.
5. As vacinas não são seguras.
Falso. As vacinas passam por um rigoroso processo de testes em laboratórios, em animais e em humanos para verificar se são eficazes e examinar os efeitos colaterais. Todas as vacinas que circulam em Portugal têm que ser aprovadas pelo INFARMED (Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P.) que garante que todos os medicamentos e vacinas cumprem padrões rigorosos. Após aprovadas, as autoridades de saúde continuam a supervisionar os efeitos colaterais das vacinas e podem responder rapidamente se houver alguma evidência que sugira que uma vacina deixou de ser segura.



Ficha de Trabalho sobre o Sistema Imunitário

1. Temos vários tipos de barreiras físicas para evitar a invasão de um microrganismo. Indica três dessas barreiras e explica como são especializadas para prevenir a infeção.
2. Se um microrganismo não for eliminado do corpo pela resposta imune inata (quando os fagócitos do corpo respondem para eliminar o patógeno), o que acontece a seguir?
3. A *Legionella pneumophila* é uma bactéria que causa a doença do Legionário. Em humanos, é engolida por macrófagos, mas é capaz de escapar dos mecanismos normais que os macrófagos usam para a eliminar. É, portanto, capaz de viver dentro do macrófago e usar os seus nutrientes para se manter viva.
 - a) Qual o motivo de as células B não reconhecerem os antígenos da *L. pneumophila*?
 - b) Como o sistema imunitário identificaria a *L. pneumophila* e como é removida do corpo?
 - c) Qual o motivo de alguém com deficiência de células T ser mais propenso à infeção por microrganismos intracelulares?
4. Após iniciada a resposta imune adquirida, os plasmócitos (um dos tipos de linfócitos) podem produzir anticorpos. Explica porque os anticorpos só serão eficazes contra um patógeno.
5. As citocinas têm muitos papéis na resposta imune. A partir da animação, podes descrever duas formas pelas quais as citocinas ajudam o corpo a combater infeções?



Ficha de Trabalho sobre o Sistema Imunitário

6. O *Clostridium botulinum* é uma bactéria que produz a neurotoxina botulínica. Isto é comumente conhecido na indústria médica como Botox. É a toxina botulínica que é letal, pois causa paralisia flácida em humanos e animais. O *Clostridium botulinum* que o produz, no entanto, não é considerado perigoso por si só. O sistema imunitário pode reconhecer toxinas, assim como microrganismos.

- a) Como o sistema imunitário reconhece e elimina as toxinas?

- b) Porque uma vacina contra a bactéria *Clostridium botulinum* não seria considerada tão eficaz como uma vacina contra a toxina botulínica?

7. Qual é a função das seguintes células:

- a) Células T citotóxicas?

- b) Células T auxiliares?

- c) Células plasmáticas?

8. Explica porque as vacinas são preventivas na proteção das infeções.

9. Explica como uma vacina resulta em uma resposta de memória no sistema imunitário.

10. A imunidade de grupo surge quando uma percentagem significativa da população é vacinada contra uma doença. O que poderia acontecer se as taxas de vacinação caíssem numa população para as seguintes vacinas? (Dica: pensa nos seus métodos de transmissão. O sarampo é transmitido pelo toque e pelo ar através de gotículas contagiosas de pessoas infetadas, e a cólera é uma doença transmitida pela água).

- a) MMR

- b) Cólera



Ficha de Trabalho de Conceitos Errados sobre Vacinas

Após o debate em sala de aula, elimina estes conceitos errados habituais sobre vacinas. Anota informações precisas sobre cada uma das seguintes questões:

A imunidade natural é melhor do que a imunidade adquirida.

A agulha vai doer.

Vais ter efeitos colaterais da vacinação.

As doenças para as quais somos vacinados são tão raras que não vou contrair a doença.