



Key Stage 4

# Infectiepreventie en beheersing (IPC): Vaccinaties

## Les 7: Vaccinaties

Deze les bestaat uit een gedetailleerde presentatie en heeft animaties die laten zien hoe het lichaam dagelijks schadelijke microben bestrijdt. De leerlingen zullen deelnemen aan een diepgaande discussie over vaccinaties, met inbegrip van het ontcrachten van een aantal misvattingen over vaccins.

### Leerdoelen

#### Alle leerlingen:

- Begrijpen dat vaccinaties mensen helpen om immuniteit op te bouwen tegen (een) infectie(s) en helpen om infecties te bestrijden.
- Begrijpen waarom vaccins belangrijk zijn voor leerlingen nu en tijdens de rest van hun leven.
- De belangrijke ziekten begrijpen die door vaccinaties worden voorkomen en waarom deze belangrijk zijn voor jonge mensen, met inbegrip van de leerlingen.

#### De meeste leerlingen zullen:

- Begrijpen hoe de media en epidemieën, de acceptatie van vaccins positief en negatief kunnen beïnvloeden.

### Koppelingen curriculum

#### PHSE/RHSE

- Gezondheid en preventie
- Intieme en seksuele relaties
- Seksuele gezondheid

#### Natuurwetenschappen

- Wetenschappelijk denken
- Experimentele vaardigheden en strategieën
- Analyse en evaluatie

#### Biologie

- Cellen
- Ziekte en gezondheid

#### Engels

- Lezen
- Schrijven

#### Kunst en Design

- Grafische communicatie



# Les 7: Vaccinaties

## Benodigde leermiddelen

### Hoofdactiviteit: Immuniteit en vaccinaties werkblad

#### Per klas

- Animation [e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations](http://e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations)
- Kopie van TS1 en TS2

#### Voor elke leerling

- Kopie van SW1

### Uitbreidingsactiviteit 1: Debatspel leerlingen

#### Per klas

- Debatspel vaccinaties
- Hulpmiddelen – "I'm a scientist" (Ik ben een wetenschapper) debatspellen zijn gratis beschikbaar via [:debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations](http://debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations)

### Uitbreidingsactiviteit 2: Misvattingen over vaccins

#### Per klas

- Kopie van PP1
- Kopie van HPV Feitenblad gratis beschikbaar via [www.gov.uk/government/publications/hpv-vaccine-vaccination-guideleaflet](http://www.gov.uk/government/publications/hpv-vaccine-vaccination-guideleaflet) Copy of TS3

#### Per leerling

- Kopie van SW2

## Ondersteunende materialen

- TS1 Docentbladen Animatievideo Antwoorden
- TS2 Immuunsysteem Werkblad docenten antwoorden
- TS3 Vaccin Misvattingen Werkblad
- SW1 Immuunsysteem werkblad
- SW2 Vaccin misvattingen
- SH1 Ik ben een wetenschapper debatspellen (beschikbaar via [:debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations](http://debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations))

## Vorbereiding geavanceerd

1. Kopie van SW1 en SW2 voor elke leerling
2. Download de interactieve PowerPoint-dia's over misvattingen over vaccinaties en bereid de animaties voor die je kunt vinden op de e-Bug website [e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations](http://e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations).
3. Voor je begint met de les kun je de leerlingen vragen om hun eigen gepersonaliseerde vaccinatietijdlijn in te vullen die je kunt vinden op de e-Bug website Deze tijdlijn geeft de bijzonderheden van alle vaccinaties die de leerlingen hebben gehad; ze kunnen dit thuis met hun ouders bespreken. Immunisaties die de leerlingen wel of niet hebben gehad zijn persoonlijk en moeten niet klassikaal worden besproken. Misschien verbaast het de leerlingen hoeveel immunisaties ze tijdens hun leven al hebben gehad of hadden kunnen krijgen.



# Les 7: Vaccinaties

## Kernwoorden

Antilichaam

Antigen

COVID-19

HPV

Immuunsysteem

Immunitet

Vaccins

## Gezondheid en Veiligheid

Zoek advies bij CLEAPPS voor veilige microbiologische praktijk in het klaslokaal.

[www.cleapps.org.uk](http://www.cleapps.org.uk)

## Weblinks

<https://e-bug.eu/nl-NL/vaccinaties-ks4>

# Introductie

1. Geef de leerlingen een introductie en leg uit dat ze gaan leren over vaccinaties en waarom die zo belangrijk zijn. De leerlingen zullen feiten leren, veel voorkomende misvattingen bespreken en de invloed van anderen bij het maken van beslissingen over vaccinaties. De leerlingen zullen leren waarom en hoe groot de invloed van de media is op het aantal mensen dat zich laat vaccineren, de resulterende aantallen gevallen van ziekte en kudde-immuniteit.
2. Vraag de leerlingen wat ze al weten over vaccinaties. Vragen die je kunt bespreken zijn bijvoorbeeld:
  - a. Weet je wat een vaccin is?
  - b. Hoe werkt een vaccin?
  - c. Welke vaccinaties krijgen kinderen gewoonlijk en op welke leeftijd?
  - d. Welke vaccinaties heb jij gehad?
  - e. Waarom denk je dat je vaccinaties nodig hebt tegen ziekten zoals griep, mazelen, de bof en rode hond of tegen COVID-19?
  - f. Weten de leerlingen wat kudde-immuniteit is? Vraag de leerlingen om het in hun eigen woorden te beschrijven. (Je kunt de animatie over kudde-immuniteit op [e-bug.eu/eng/KS4/lesson/Vaccinations](https://e-bug.eu/eng/KS4/lesson/Vaccinations) website gebruiken als het nog niet duidelijk is voor de leerlingen wat kudde-immuniteit is).
3. Bereid je erop voor dat leerlingen de veiligheid van vaccins in twijfel kunnen trekken. De opfriscursus voor docenten aan het begin van elk lespakket kan je helpen om eventuele vragen te beantwoorden.

## Activiteit

### Hoofdactiviteit: Immuniteit en vaccinaties werkblad

1. Vraag de leerlingen om de animatievideo over immunisatie te bekijken via de e-Bug website. De animaties zijn verdeeld over drie clips en behandelen immuniteit en vaccinaties. Richtlijnen met aanvulling op de animatievideo's kun je vinden in TS1.
2. Geef elke leerling een kopie van SW1. De leerlingen moeten de vragen beantwoorden op basis van de informatie die gegeven wordt in de animatie. De antwoorden staan in TS2.

## Bespreking

Bespreek de vragen over vaccinaties met de klas.

### Wat is een vaccinatie?

**Antwoord:** Vaccinaties zijn een manier om ons immuunsysteem te helpen om ons tegen schadelijke ziekten te beschermen. Ze gebruiken de natuurlijke verdedigingsmechanismen van het lichaam om weerstand op te bouwen tegen bepaalde infecties en helpen om ons immuunsysteem sterker te maken.

### Waarom moet ik gevaccineerd worden?

**Antwoord:** Vaccins hebben miljoenen levens gered. Zonder vaccins lopen we ernstig risico op ziekte of een handicap door ziekten zoals mazelen en meningitis. Vaccinaties beschermen niet alleen onszelf tegen ziekten, maar voorkomen ook dat anderen de ziekte krijgen. Niet iedereen kan gevaccineerd worden. Erg jonge baby's of erg oude mensen en mensen met ernstige

aandoeningen, zoals een verzwakt immuunsysteem door ziekte of behandeling, zijn ervan afhankelijk dat andere mensen zich laten vaccineren om de verspreiding van een infectie te voorkomen en die mensen te beschermen.

### **Waarom is een vaccinatie belangrijk?**

**Antwoord:** Vaccins zijn een veilige en effectieve manier om te voorkomen dat we ziek worden. Tegenwoordig zijn er vaccins die ons beschermen tegen ten minste 20 ziekten waaronder tetanus, influenza, mazelen, bof, polio en meningitis. Als we gevaccineerd zijn beschermen we niet alleen onszelf maar ook de mensen om ons heen. Vaccins helpen om de verspreiding van infecties te voorkomen.

### **Hoe werkt een vaccin?**

**Antwoord:** Als het vaccin geïnjecteerd wordt in ons lichaam dan valt het immuunsysteem het aan alsof schadelijk microben het lichaam aanvallen. Witte bloedcellen, een deel van ons immuunsysteem, maken heel veel antilichamen aan die zich vastmaken aan speciale markers op het oppervlak van de vaccinorganismen. Deze markers worden antigenen genoemd. Het duurt ongeveer twee weken voordat ons immuunsysteem de organismen in het vaccin leert kennen en terwijl dit gebeurt, kunnen we ons een beetje moe voelen of een zere arm hebben. Dit is omdat het immuunsysteem hard aan het werk is om alle organismen van het vaccin te doden of te verwijderen. Omdat het vaccin dode microben bevat of een sterk verzwakte versie van de microben, kan ons immuunsysteem alle cellen van het vaccin doden en zal het je niet ziek maken. Door het hele vaccin succesvol te verwijderen zal het immuunsysteem zich herinneren hoe het die microben moet bestrijden. De volgende keer dat microben die dezelfde markers/antigenen dragen het lichaam binnendringen, is het immuunsysteem klaar om ze te bestrijden voordat ze de kans hebben om je ziek te maken. Dit betekent dat je immuniteit op kunt bouwen tegen ziekten.

## **Uitbreidingsactiviteiten**

### **Uitbreidingsactiviteit: Debatspel vaccinaties**

1. Het debatspel, dat werd ontwikkeld in samenwerking met "I'm a scientist" (Ik ben een wetenschapper), maakt een gestructureerd gesprek mogelijk over een controversieel onderwerp. Download het vaccinatie-debatspel gratis van [debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations](http://debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations).
2. Er zijn 8 karakterkaarten. Verdeel de klas in maximaal acht groepjes of zo veel karakters als je wilt behandelen. Wijs aan elke groep een karakter toe.
3. Werk door elke ronde van de gesprekken volgens de instructies en moedig de leerlingen aan om hun meningen te onderzoeken. De structuur laat zien hoe de leerlingen een gesprek voeren en versterkt hun mening met feiten. De aantekeningen voor de docent zitten in de set en helpen je om de lessen effectief in te richten en te geven.

## **Consolidatie van het geleerde**

Vraag de leerlingen om wat ze geleerd hebben over vaccinaties te consolideren door een infographic voor het bredere publiek te maken. Dit kan gebruikt worden om de leerlingen te helpen om nuttige informatie te verspreiden terwijl ze zich bezighouden met hun lokale gemeenschap.



Dit blad geeft aanvullende informatie voor docenten en is bedoeld om te worden gebruikt als aanvulling op de e-Bug animatie over vaccinaties. De animatie is verdeeld in 3 clips.

### Clip 1

#### Introductie:

Om te begrijpen hoe vaccins werken moeten we eerst weten hoe het immuunsysteem werkt en hoe vaccins het immuunsysteem stimuleren om bescherming te bieden tegen infectieuze ziekten. Deze korte animatie beschrijft hoe het immuunsysteem infecties bestrijdt en legt uit hoe het reageert op een vaccin. De functie van het immuunsysteem is om een onderscheid te maken tussen vreemde substanties en substanties die deel uitmaken van ons eigen lichaam. Het onderdeel, of de onderdelen van een vreemde stof die worden herkend door het immuunsysteem worden antigenen genoemd. Antigenen zijn aanwezig op bacteriën, virussen en op vreemde cellen van bloedtransfusies of orgaantransplantaties. Antigenen kunnen ook chemicaliën zijn zoals giftige stoffen of bestanddelen of vaccins.

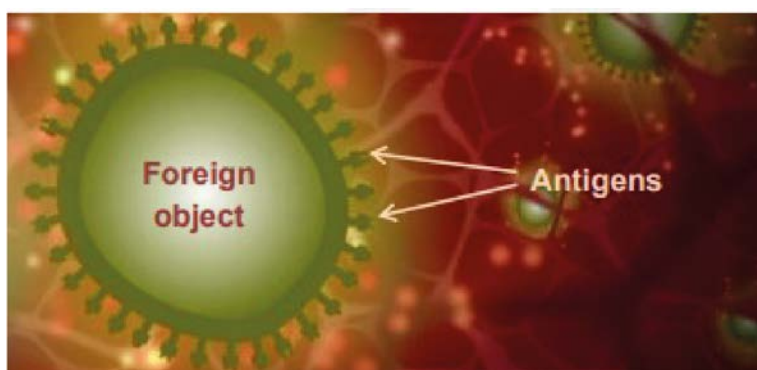
#### Aangeboren immuniteit

De eerste lijn van verdediging van het lichaam tegen een vreemde substantie is de variëteit aan fysieke barrières die het heeft om toegang te voorkomen. Dit zijn onder meer tranen, maagzuur, de huid en kleine haartjes die cilia worden genoemd. De specialisatie van elk van deze barrières wordt hieronder uitgelegd:

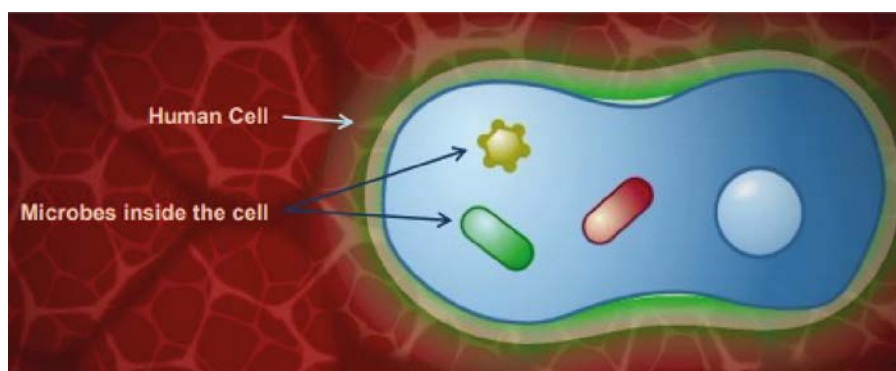
- Huid: De huid vormt een fysieke barrière voor ons lichaam. Pathogenen (micro-organismen die ziekten veroorzaken) kunnen binnendringen in ons lichaam als de huid gebroken is, geïrriteerd of beschadigd door snijwonden of andere wonden.
- Tranen: Het oog heeft een mechanisme om zichzelf te reinigen door de beweging van stoffen door te knippen. Het laagje vloeistof over het oog kan substanties zoals stof vangen en door te knippen wordt het naar de hoek van het oog getransporteerd waar het kan worden verwijderd. Onze tranen bevatten ook enzymen zoals lysozyme en amylase die sommige bacteriën kunnen doden en zo een extra bescherming vormen.
- Maagzuur in de maag: Het zuur in onze maag helpt niet alleen om eten te verteren maar doodt ook sommige pathogenen. Pathogenen die niet door het zuur worden gedood kunnen mogelijk ziekte veroorzaken, zoals Salmonella dat voedselvergiftiging kan veroorzaken.
- Cilia: Cilia zijn de kleine haartjes die je kunt vinden in de ademhalingswegen in onze neus en longen. Deze haartjes bevinden zich naast slijmvliescellen die slijm afscheiden. Het slijm kan de deeltjes vangen die we inhaleren waaronder bacteriën en virussen. De beweging van de haartjes stimuleert de neus om te niezen en in de longen kunnen ze het slijm naar de keel bewegen waar het kan worden uitgehooft of doorgeslikt.



Maar als deze barrières worden doorbroken, bijvoorbeeld doordat een bacterie toegang verkrijgt tot het lichaam via de huid, dan komen de antigenen grote cellen tegen die macrofagen worden genoemd die in de huid wonen. Het woord macrofaag betekent "grote eter". Als een macrofaag het antigeen herkent als iets vreemds, en niet van het lichaam zelf, dan omhult het dit in een proces dat fagocytose heet en vernietigt het. Een ontsteking op die plek zorgt er ook voor dat kleine proteïnen worden vrijgegeven die cytokinen worden genoemd en die helpen om de immuunrespons te reguleren en nog meer macrofagen aan te trekken uit de bloedsomloop naar die locatie. De eerste en onmiddellijke respons wordt "aangeboren immuniteit" genoemd. Hoewel het snel is, is het niet specifiek. Het is hetzelfde voor alle antigenen en het immuunsysteem behoudt geen herinnering aan de ontmoeting met het antigeen.



De verschillende verdedigingsmechanismen van het immuunsysteem worden uitgevoerd door een verscheidenheid aan immuuncellen. Het aangeboren immuunsysteem bestaat uit leukocyten en andere cellen zoals natuurlijke killercellen. Leukocyten zijn onder meer macrofagen en neutrofielen en de belangrijkste eigenschap van deze cellen is het vermogen tot fagocytose. Fagocytose resulteert in de vernietiging van vreemde substanties door het fuseren van het verteerde materiaal met het lysosoom. Het lysosoom vormt een dodelijk omgeving om het pathogeen te doden met onder meer gespecialiseerde lysosoom enzymen die zeer zure omstandigheden creëren. Natuurlijke killercellen doden andere cellen die gestrest zijn zoals virale, en met bacteriën geïnfecteerde cellen. Dit is een essentieel onderdeel van het natuurlijk immuunsysteem omdat sommige bacteriën en virussen kunnen binnendringen in cellen en zo verborgen blijven voor het aangeboren immuunsysteem, zoals *meningokokken* en *mycobacteriën*.





### Verworven immuniteit:

Soms is de aangeboren respons niet voldoende om het antigeen te doden. Naast fagocytose, kunnen macrofagen antigenen ook transporteren naar plaatsen waar een verworven immuunrespons kan worden geactiveerd. Wanneer de macrofaag die een antigeen bij zich draagt in het lymfatisch systeem terechtkomt, dan beweegt het naar de lymfoïde organen zoals de milt, de amandelen, de adenoïden en de eilandjes van Peyers. Deze organen zijn rijk aan twee typen gespecialiseerd witte bloedlichamen die lymfocyten worden genoemd. Ook wel bekend als B-cellen en T-cellen worden deze lymfocyten op strategische plaatsen in het lichaam verspreid, klaar om te reageren op antigenen. Er zijn ook heel veel B- en T- cellen die in het bloed circuleren.

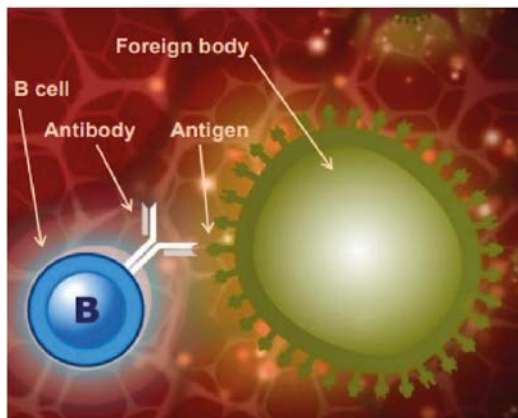
Het aangeboren immuunsysteem stimuleert het verworven immuunsysteem door de verworven immuuncellen het antigeen te laten zien dat het vreemde lichaam heeft. Deze cellen worden daarom antigeen-presenterende cellen genoemd (APC). Dendritische cellen en macrofagen kunnen deze functie vervullen en worden dus ook geclassificeerd als APC. Dit gebeurt als de APC door het lymfatische systeem is gereisd naar waar de gespecialiseerde verworven immuuncellen zich ophouden.

De stimulatie van de lymfocyten in de lymfeklieren produceert echter een krachtige stroom van lymfocytenactivering omdat een APC-cel heel veel B- en T-cellen kan activeren. T-cellen zijn specifieke cellen die betrokken zijn bij de cel-gestuurde respons en B-cellen zijn cellen die betrokken zijn bij de humorale immuunrespons.

### Clip 2:

B-cellen en T-cellen: B-cellen en T-cellen hebben verschillende functies. B-cellen reageren op vrije antigenen of antigenen zich op het oppervlak van organismen bevinden die buiten en tussen de cellen van het lichaam rondzwerven. Hieronder vallen ook de meeste soorten bacteriën. Maar ze kunnen geen antigenen herkennen die zich in de cellen bevinden, zoals virale proteïnen of bepaalde bacteriën, zoals *meningokokken* en *mycobacteriën*, die zich hebben aangepast om in de cellen te leven en daardoor detectie door het immuunsysteem moeilijker te maken.

B-cellen produceren specifieke antilichamen door te reageren met het antigeen dat gepresenteerd wordt door een APC. Antilichamen vormen een aanvullende overeenkomst voor het antigeen en stimuleren de vernietiging/verwijdering van de vreemde stof.





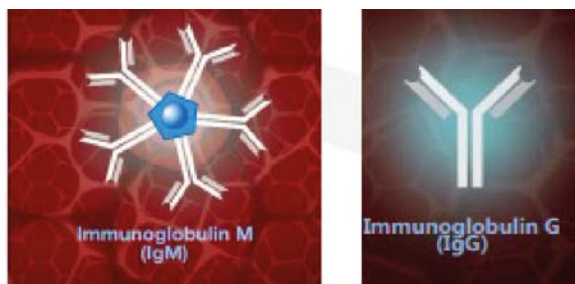


B-cellen maken antilichamen, maar de meeste antigenen stimuleren B-cellen niet om antilichamen te produceren zonder de hulp van T-cellen. De respons op deze antigenen wordt daarom T-cel afhankelijk genoemd. Anders dan B-cellen kunnen T-cellen antigenen herkennen die zich binnen cellen bevinden, tenminste als die zich aan het oppervlak van de cel laten zien. T-cellen maken geen antilichamen, maar ze scheiden cytokinen uit die andere immuuncellen beïnvloeden.

Humorale respons:

B-cellen circuleren met een molecuul van een 3-dimensionaal proteïne, een antilichaam, op hun oppervlak. De antilichamen, ook wel immunoglobulinen genoemd, hebben antigeen-bindende plekken waar de proteïnemoleculen zo gevouwen zijn dat ze een 3-dimensionale spleet vormen waarin alleen antigenen met een overeenkomstige vorm passen en kunnen worden gebonden. Er is ook een bindingsplaats voor macrofagen en neutrofielen. Het deel van het antigeen dat zich aan de antilichamen bindt wordt de epitoot genoemd.

Als een van de antilichaam moleculen een oppervlakte-receptor heeft met precies de juiste vorm om het antigeen te herkennen, dan bindt het zich eraan als een slot met een sleutel. De B-cellen worden dan aanmerkelijk groter om een antilichaam producerende cellen plasmacel te worden, die wel 100.000 antilichaammoleculen per minuut kunnen produceren. De antilichaammoleculen die ze produceren hebben receptoren met dezelfde vorm die het antigeen in de eerste plaats herkend heeft, en dit is bekend als de humorale respons. De eerste keer dat een infectie of antigeen van een vaccin wordt ontdekt, wordt er een antilichaam geproduceerd dat immunoglobuline M of IgM wordt genoemd. IgM circuleert als vijf moleculen die zijn samengebonden met een totaal van tien bindingsplaatsen voor snel en effectief binden aan een antigeen. Als dit hetzelfde antigeen opnieuw tegenkomt, verandert de antilichaamklasse in een immunoglobuline G (IgG). Dit staat bekend als 'class switching', Class switching betekent dat de structuur van de antilichamen verandert, behalve het antigeen bindende deel dat hetzelfde blijft om zich aan het antigeen te kunnen blijven binden.



Als een antigeen zich aan een antilichaam bindt dan kunnen er drie dingen gebeuren:

1. De binding van het antilichaam zal de vreemde substantie immobiliseren en neutraliseren. Dit is het geval voor toxines en andere schadelijke stoffen.
2. De antilichamen omcirkelen de vreemde substantie, waardoor het geïmmobiliseerd raakt, klaar voor de fagocytose door bijvoorbeeld een macrofaag. Immunoglobuline G (IgG)
3. Het complementaire systeem wordt geactiveerd. Het complementaire systeem is een belangrijk deel van de humorale respons. Nadat zich antilichamen aan het vreemde lichaam binden, kan het complementaire systeem zich binden. Het complementaire systeem bestaat uit complementaire moleculen, proteïnen met een protease activiteit, d.w.z. dat ze andere proteïnen kunnen afbreken.

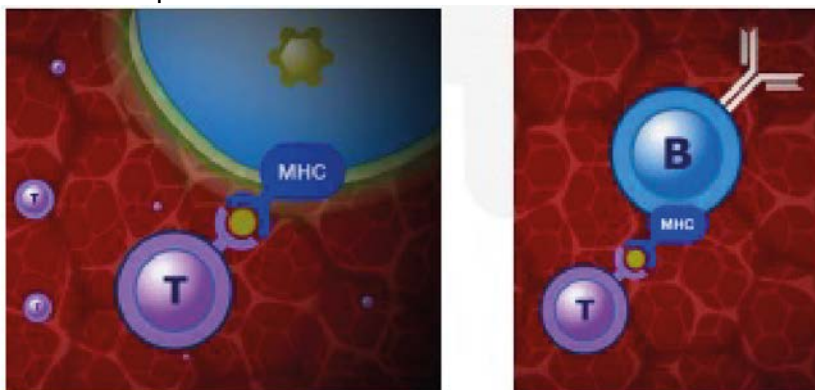


De binding van de complementaire moleculen produceert een kettingreactie van protease waarbij een complementair molecuul het volgende afbreekt en zo de protease-activiteit daarvan activeert om het volgende complementaire molecuul af te breken en zo verder. Het resultaat van de kettingreactie is de productie van moleculen die andere immuuncellen aan kunnen trekken naar die plek en ook de doorlatendheid van de bloedvaten kunnen vergroten zodat de immuuncellen gemakkelijk naar die plek kunnen komen door het bloedvatstelsel. Sommige complementaire moleculen kunnen koolhydraatmoleculen herkennen aan het oppervlak van bacteriën zonder de noodzaak voor antilichaam-binding en sommige complementaire bindingen kunnen de bacterie zelfs doden door het plasmamembraan van de bacterie te ontregelen.

### Cel-gemedieerde immuniteit:

Als cellen intracellulaire antigenen bevatten dan wordt een deel van het antigeen naar het oppervlak van de cel bewogen met behulp van moleculen die deel uitmaken van het 'major histocompatibility complex' of MHC. T-cellen kunnen een combinatie van het MHC-molecuul en het antigeen herkennen. Wanneer de T-cellen zich aan het MHC-antigeencomplex binden, raken de geactiveerde cellen vergroot, vermeerderen zich en scheiden cytokinen af die dan andere immuuncellen in de buurt beïnvloeden en andere toxische moleculen zoals granulycine. Granulycine activeert apoptose in de geïnfecteerde cel door gaten te maken in het celmembraan. De gaten zorgen dan voor een ongeregeerd binnendringen van ionen, water en moleculen in de cel waardoor cytolyse wordt veroorzaakt (osmotische lysis van de cel).

Er zijn verschillende T-cellen zoals T-cellen die een geïnfecteerde cel kunnen vernietigen ook bekend als cytotoxische T-cellen. Een andere soort, bekend als helper T-cellen, kunnen helpen en B-cellen stimuleren om antilichamen te produceren. Als een antigeen zich bindt aan de antilichaam-receptor op een B-cel, dan wordt een deel van het antigeen opgenomen in de cel en wordt dan gepresenteerd aan het oppervlak van de B-cel door een MHC-molecuul. Dit MHC-antigeencomplex wordt herkend door een T-cel, gewoonlijk een T-helper cel, die cytokinen afscheidt. In dit geval helpen de cytokinen de B-cel om zich te vermeerderen en identieke cellen te vormen die hetzelfde antilichaam produceren.



MHC-platforms kunnen ook antigenen aanmaken die een tumorcel aanwijzen. In een bepaalde mate kan het immuunsysteem abnormale cellen herkennen en opruimen door het starten van apoptose.



### Clip 3:

#### Geheugenrespons:

Enkele B-cellen worden gestimuleerd door de T-cellen om te dienen als geheugencellen en om de herinnering te bewaren aan de antigeen-antilichaam ontmoeting. Wanneer de geheugencellen het antigeen opnieuw ontmoeten, hetzij als een natuurlijke infectie, of in een booster dosis van een vaccin, dan worden er veel sneller antilichamen met de juiste eigenschappen geproduceerd en in veel grotere hoeveelheden dan tijdens de eerste respons. In tegenstelling tot de eerste respons, toen kortlevende IgM werden aangemaakt, is het antilichaam dat wordt aangemaakt vooral IgG, dat zich langer handhaaft. Elke keer dat de geheugencellen hetzelfde antigeen tegenkomen wordt de immuunrespons versterkt. Omdat een pathogeen of een vaccin veel verschillende antigenen kan bevatten, worden veel B-cellen tegelijkertijd gestimuleerd en kunnen er veel verschillende antilichamen worden geproduceerd.

De capaciteit van ons immuunsysteem is enorm en het kan miljarden verschillende antilichamen aanmaken. Als er verschillende vaccins tegelijkertijd worden gegeven, worden er tegelijkertijd meerdere verschillende antilichamen aangemaakt. Op vergelijkbare wijze als B-cellen, worden er ook T-geheugencellen aangemaakt als resultaat van de eerste ontmoeting met het antigeen. Wanneer deze T-cellen het antigeen opnieuw ontmoeten, zijn ze in staat om sneller en effectiever te reageren. De specifieke humorale, cel-gestuurde en geheugenresponsen zijn ook wel bekend als verworven, of adaptieve, immuniteit.

#### Vaccinaties:

De vaccinatie stimuleert de immuunrespons die zonet beschreven werd, maar nog belangrijker, het doet dit zonder risico op de ziekte zelf. Het werkt door een voorraad B- en T-geheugencellen te maken die, als hetzelfde antigeen later weer wordt ontmoet, een antigeen-specifieke respons stimuleert die snel genoeg is om te voorkomen dat de ziekte zich ontwikkelt. Het stimuleert ook de productie van antigeenspecifieke antilichamen, met inbegrip van IgG, die blijven bestaan na het vaccin en een eerste, vroege bescherming bieden tegen infectie. De kennis over hoe het immuunsysteem reageert op vaccins stelt ons in staat om de vaccinwerking beter te begrijpen.

Als een persoon wordt gevaccineerd dan zullen de processen in het immuunsysteem gestimuleerd worden om de natuurlijke immuniteit na te bootsen door de herkenning van antigenen, de productie van antilichamen en de vorming van een geheugenrespons. Dit gebeurt allemaal zonder ziekteprogressie, Het vaccin bevat het antigeen van de ziekte, of een toxoïde (een inactieve versie van een toxine) als de betreffende ziekte veroorzaakt wordt door een toxine zoals difterie of tetanus.

In sommige gevallen kan het vaccin worden toegediend via een neusspray zoals bij een griepvaccin voor kinderen, wat betekent dat het vaccin wordt opgenomen via het slijmvlies van de neus.

De antigenen in het vaccin worden dan herkend door het immuunsysteem als hierboven beschreven en worden opgenomen door APC en de APC wordt dan naar de lymfeklieren geleid. Het antigeen wordt dan gepresenteerd aan B-cellen doe de productie van antilichamen starten en de generatie van geheugen B- en T- cellen. Als de persoon die gevaccineerd is daarna in contact komt met et werkelijke pathogeen dat hetzelfde antigeen heeft, dan wordt er een geheugenrespons geactiveerd die resulteert in het verwijderen van het pathogeen zonder dat de ziekte zich kan manifesteren.



Boostervaccinaties worden gegeven om het aantal circulerende antilichamen op een hoog niveau te houden. Als ze gemist worden, dan kan de geheugenrespons verzwakt raken en kan dit resulteren in het zich manifesteren van de ziekte bij deze persoon.

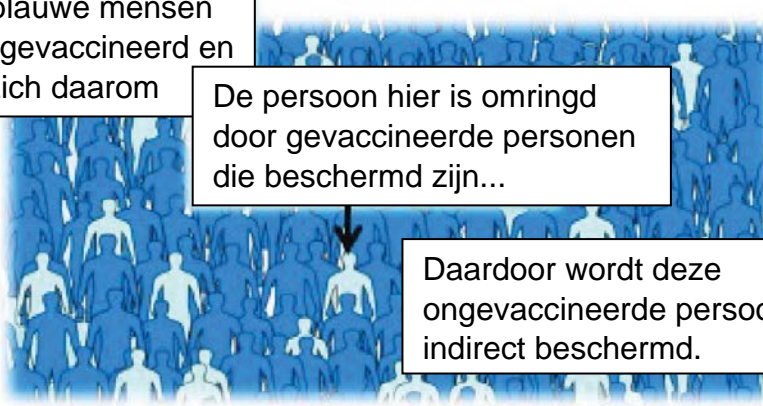
In het geval van griep, worden jaarlijkse/seizoensvaccinaties toegediend omdat het influenzavirus in staat is om de antigenen op zijn oppervlak te veranderen waardoor een ander vaccin noodzakelijk wordt voor de andere antigenen.

Deze verandering in de antigenen kan zich op twee manieren manifesteren, als 'antigene shift' en als 'antigene drift'. Antigene shift is het proces waarbij twee of meer verschillende strengen van het influenza virus zich combineren tot een nieuw subtype griepvirus. Dit doet zich voor als een persoon tegelijkertijd geïnfecteerd wordt met verschillende virussen. Antigene drift is het proces waarbij het influenzavirus zich langzaam maar zeker door natuurlijke mutatie van het genetisch materiaal binnenin het

De lichtblauwe mensen zijn niet gevaccineerd en voelen zich daarom

De persoon hier is omringd door gevaccineerde personen die beschermd zijn...

Daardoor wordt deze ongevaccineerde persoon indirect beschermd.



Wat is kudde-immuniteit en waarom is het belangrijk?

Een klein deel van de mensen in elke populatie reageren niet op vaccins en blijven onbeschermd ondanks de vaccinatie. Daarnaast zijn er mensen die ernstig immuno-incompetent zijn en die helemaal geen levend vaccin kunnen verdragen. Daarom zijn deze mensen er afhankelijk van dat ze helemaal niet mogen worden blootgesteld aan de infectie. Als een voldoende aantal mensen in de populatie gevaccineerd zijn dan kunnen infecties die voorkomen kunnen worden door vaccinatie niet succesvol worden overgedragen omdat de meeste mensen immuun zijn. Daarom worden mensen die vatbaar zijn indirect beschermd door de aanwezigheid van deze geïmmuniseerde mensen Dit staat bekend als "kudde-immuniteit" De hoge niveaus van vaccindekking

Referenties:

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



## Immuunsysteem Werkblad - Antwoorden

1. We hebben verschillende soorten fysieke barrières om binnendringen door micro-organismen tegen te gaan. Benoem drie van deze barrières en leg uit hoe ze gespecialiseerd zijn om infecties te voorkomen.

Elke drie van de volgende: Huid, Cilia/haartjes in [neus/keel/longen], traanvocht, maagzuur. De huid vormt een fysieke barrière voor ons lichaam. Pathogenen (micro-organismen die ziekten veroorzaken) kunnen binnendringen in ons lichaam als de huid gebroken is/ of beschadigd door snijwonden of andere wonden. Traanvocht: Het oog heeft een mechanisme om zichzelf te reinigen door de beweging van stoffen door te knippen. Het laagje vloeistof over het oog kan substanties zoals stof vangen en door te knippen wordt het naar de hoek van het oog getransporteerd waar het kan worden verwijderd. Onze tranen bevatten ook enzymen zoals lysozyme en amylase die sommige bacteriën kunnen doden en zo een extra bescherming vormen. Maagzuur in de maag: Het zuur in onze maag helpt niet alleen om eten te verteren maar doodt ook sommige pathogenen. Pathogenen die niet door het zuur worden gedood kunnen mogelijk ziekte veroorzaken, zoals Salmonella dat voedselvergiftiging kan veroorzaken. Cilia: Cilia zijn de kleine haartjes die je kunt vinden in de ademhalingswegen in onze neus en longen. Deze haartjes bevinden zich naast slijmvliescellen die slijm afscheiden. Het slijm van de deeltjes die we inhaleren waaronder bacteriën en virussen vangen. De beweging van de haartjes stimuleert de neus om te niezen en in de longen kunnen ze het slijm naar de keel bewegen waar het kan worden uitgehoest of doorgeslikt.

2. Als een micro-organisme niet wordt verwijderd van het lichaam door de aangeboren respons (fagocyten respons), wat er gebeurt er dan?

De aangeboren immuunrespons kan een infectie niet altijd verwijderen. Als dat gebeurt wordt de verworven/adaptieve immuniteit geactiveerd. De macrofagen die het antigeen hebben opgenomen kunnen het antigeen ook transporteren naar plaatsen waar een verworven immuunrespons kan worden geactiveerd. Wanneer de macrofaag die een antigeen bij zich draagt in het lymfatisch systeem terechtkomt, dan beweegt het naar de lymfoïde organen zoals de milt, de amandelen, de adenoïden en de eilandjes van Peyers Deze organen zijn rijk aan twee typen gespecialiseerd witte bloedlichamen die lymfocyten worden genoemd. Ook wel bekend als B-cellen en T-cellen worden deze lymfocyten op strategische plaatsen in het lichaam verspreid, klaar om te reageren op antigenen. Er zijn ook heel veel B- en T- cellen die in het bloed circuleren.



## Immuunsysteem Werkblad - Antwoorden

3. *Legionella pneumophila* is een bacterie die de veteranenziekte veroorzaakt. Bij mensen wordt het overspoeld met macrofagen maar kan het de normale mechanismen die macrofagen gebruik om het te doden ontwijken. Het is daarom in staat om in de macrofagen te leven en de voedingsstoffen daarvan te gebruiken om in leven te blijven.

- a. Waarom kunnen B-cellen het *L. pneumophila* antigeen niet herkennen?

B-cellen kunnen intracellulaire antigenen niet herkennen omdat ze alleen reageren op vrije antigenen. Vrije antigenen worden gevonden buiten onze eigen cellen of op het oppervlak van organismen die in ons lichaam rondzwerven. *L. Pneumophila* is een intercellulair pathogeen/micro-organisme en laat dus geen vrij antigeen zien aan het immuunsysteem.

- b. Hoe zou het immuunsysteem *L.Pneumophila* kunnen herkennen en hoe wordt het verwijderd uit het lichaam?

Het antigeen van *L.Pneumophila* kan worden weergegeven op een MHC-molecuul op het oppervlak van de geïnfecteerde cel. Dit betekent dat het kan worden geïdentificeerd door het immuunsysteem. MHC-moleculen op onze eigen cellen worden herkend door cytotoxische T-cellen. Eenmaal geïdentificeerd kan de T-cel cytokinen vrijgeven om de andere cellen van het immuunsysteem te activeren.

- c. Waarom zou iemand met een gebrek aan T-cellen meer kans hebben om een intracellulaire infectie met micro-organismen te krijgen?

T-cellen zijn cruciaal voor het identificeren van een intracellulaire infectie. Zonder deze cellen kan het immuunsysteem deze intracellulaire pathogenen niet herkennen en vernietigen en zouden ze in staat zijn om zich te vermeerderen en te verspreiden naar andere cellen. Voorbeelden hiervan zijn: virussen, mycobacteriën en meningokokken.

4. Wanneer de verworven immuniteitsrespons wordt geactiveerd kunnen de plasmacellen (lymfocyten) antilichamen produceren. Leg uit dat de antilichamen alleen effectief zijn tegen één antigeen.

Wanneer de receptoren op het oppervlak van de B-cel vrije antigenen herkennen, dan worden ze gestimuleerd om plasmacellen te worden (lymfocyten) die antilichamen maken. De proteïnemoleculen zijn zo gevouwen zijn dat ze een 3-dimensionale spleet vormen waarin alleen antigenen met een overeenkomstige vorm passen en kunnen worden gebonden.



## Immuunsysteem Werkblad - Antwoorden

5. Cytokinen vervullen veel rollen in de immuunrespons. Kun je met behulp van de animatie twee manieren beschrijven waarop cytokinen het lichaam helpen om een infectie te bestrijden?

Twee van de volgende:

Cytokinen kunnen:

- Helpen om de immuunrespons te reguleren en extra macrofagen aantrekken uit de bloedsomloop naar de locatie van de infectie.
- T-cellen maken geen antilichamen, maar ze scheiden cytokinen uit die andere immuuncellen beïnvloeden.
- Als de T-cellen zich aan het MHC-antigeen complex binden, worden de geactiveerde cellen groter, vermeerderen zich en scheiden cytokinen af die dan andere cellen van het immuunsysteem in de buurt beïnvloeden.
- Als een antigeen zich bindt aan de antilichaam-receptor op een B-cel, dan wordt een deel van het antigeen opgenomen in de cel en gepresenteerd aan het oppervlak van de B-cel door een MHC-molecuul. Dit MHC-antigeencomplex wordt herkend door een T-cel, gewoonlijk een T-helper cel, die cytokinen afscheidt. In dit geval helpen de cytokinen de B-cel om zich te vermeerderen en identieke cellen te vormen die hetzelfde antilichaam produceren.

6. *Clostridium botulinum* is een bacterie die het neurotoxine botuline produceert. Dit is gewoonlijk in onder andere de medische industrie ook wel bekend als Botox. Het is het botulinetoxine dat dodelijk is omdat het acute slappe verlamming veroorzaakt in mensen en dieren. Het *Clostridium botulinum* dat het produceert wordt op zichzelf echter niet als gevaarlijk aangeduid. Het immuunsysteem kan de toxines net zo goed identificeren als micro-organismen.

a) Hoe herkent het immuunsysteem de toxines en hoe ruimt het die op? Het immuunsysteem gebruikt de humorale respons van de adaptieve immuniteit om de toxines op te ruimen. Hiervoor is nodig dat een antilichaam aan het toxine/antigeen wordt gebonden waardoor het kan worden geïmmobiliseerd en geneutraliseerd.

b) Waarom zou een vaccin het voor het *Clostridium botulinum* bacterie niet beschouwd kunnen worden als een effectief vaccin tegen het botulinetoxine?

Het toxine is een dodelijk component. Zonder het toxine worden het bacterie niet als gevaarlijk beschouwd. Een vaccin tegen het toxine is effectief omdat het het immuunsysteem kan stimuleren om antilichamen tegen het toxine te produceren en daardoor de schadelijke effecten van de ziekte kan voorkomen.



## Immuunsysteem Werkblad - Antwoorden

7. Wat is de functie van de volgende cellen:

- a. Cytotoxische T-cellen?  
Cytotoxische T-cellen kunnen intracellulaire antigenen herkennen en geïnfecteerde cellen doden
- b. Helper T-cellen?  
Helper T-cellen zijn betrokken bij T-cel afhankelijke responsen. Ze kunnen helpen om B-cellen te stimuleren zich te vermeerderen en ze ook helpen om plasmacellen te worden.
- c. Plasmacellen?  
Plasmacellen zijn afgeleid van B-cellen. Wanneer een B-cel een vrij antigeen herkent kan het een plasmacel worden. Deze plasmacellen produceren antilichamen en zijn dus groot.

8. Leg uit waarom vaccins preventief werken bij het beschermen tegen infecties.

Vaccins laten voor een bepaalde infectie het antigeen zien aan het immuunsysteem zodat er specifieke antilichamen kunnen worden geproduceerd zonder dat de ziekte zich in die persoon ontwikkelt. Als een persoon de ziekte op een natuurlijke manier opdoet zal een vaccin niet helpen omdat de specifieke antilichamen al geproduceerd zijn. Vaccins bieden kunstmatige immuniteit terwijl een ziekte een natuurlijk immuniteit zal geven. Het opdoen van de ziekte is mogelijk gevaarlijk dus is een vaccinatie veiliger.

9. Leg uit hoe een vaccin een geheugenrespons teweeg brengt in het immuunsysteem.

Een vaccin bevat antigeenmateriaal/antigeen van een micro-organisme/ziekte. Dit resulteert in het aanmaken van antilichamen door de plasmacellen/B-cellen die een complementaire overeenkomst bieden voor het antigeen van het vaccin. De antilichamen die geproduceerd worden bij een geheugenrespons zijn IgG/immunoglobuline G, dus ze blijven lang aanwezig in het lichaam. Sommige van de B- en T-cellen die betrokken zijn bij het identificeren van het antigeen van het vaccin differentiëren/veranderen tot geheugencellen die een snellere immunerespons uitlokken de volgende keer het antigeen wordt opgemerkt.





## Immuunsysteem Werkblad - Antwoorden

10. Kudde-immuniteit treedt op als er een beduidend deel van de populatie gevaccineerd is tegen een ziekte. Wat kan er gebeuren als de vaccinatie-aantallen zouden afnemen in een populatie voor de volgende vaccins? (Tip: denk aan de methoden van overdracht. Mazelen verspreiden zich door aanraking en in de lucht door besmette druppeltjes van geïnfecteerde mensen en cholera is een watergedragen ziekte.

a) Mazelen

Als de vaccinatie-aantallen voor mazelen zouden dalen, kunnen er sporadisch uitbraken voorkomen omdat de mazelen zich door de lucht kunnen verspreiden tussen ongevaccineerde en vatbare personen of door contact met een geïnfecteerde persoon.

b) Cholera

Net als mazelen kunnen verminderde aantal gevaccineerden in landen waar cholera een belangrijk gezondheidsprobleem is resulteren in een of meerdere uitbraken. Kudde-immuniteit is nog steeds belangrijk, maar omdat cholera een watergedragen ziekte is kan het nog steeds mensen besmetten die niet gevaccineerd zijn, zelfs als diegenen onder mensen zijn die wel gevaccineerd zijn.



# Misvattingen over vaccins

## - Antwoorden

1. Natuurlijke immuniteit is beter dan verworven immuniteit.  
Niet waar Natuurlijk immuniteit doet zich voor als men wordt blootgesteld aan de daadwerkelijke ziekte. Hoewel het kan voorkomen dat een persoon de infectie opnieuw krijgt, kan de persoon wel heel erg ziek worden, lange termijn gezondheidseffecten ervaren en kan in sommige gevallen overlijden. Verworven immuniteit door vaccinatie heeft deze risico's niet.
2. De naald zal een beetje pijn doen.  
Waar. Misschien voel je een sterke prik, maar die zal heel erg snel overgaan. Soms voelt je arm na een vaccinatie een beetje pijnlijk, maar dat is omdat het lichaam aan het werk is om alle vaccinatie-organismen te doden of te elimineren. Het is dit proces dat de persoon immuniteit verleent voor die ziekte in de toekomst.
3. Je krijgt bijverschijnselen van de vaccinatie.  
Soms. Bijwerkingen zijn erg zeldzaam en afhankelijk van het vaccin dat wordt gegeven. Een zere arm of een beetje moe voelen terwijl het lichaam bezig is om de vereiste antilichamen aan te maken om het vaccin te bestrijden. Bijwerkingen worden heel zorgvuldig gecontroleerd en een vaccin wordt niet goedgekeurd als het risico op ongewenste bijwerkingen niet opweegt tegen de voordelen.
4. De ziekten waartegen we worden gevaccineerd zijn zo zeldzaam dat ik die ziekte niet zal krijgen.  
Niet waar De ziekten waarvoor we worden gevaccineerd zijn juist zeldzaam door die vaccinaties. Vaccinatie heeft succesvol het optreden van fatale ziekten verminderd, waaronder polio, mazelen en tegenwoordig, COVID-19. Maar als mensen stoppen met zich te laten vaccineren tegen deze ziekten, dan verliezen we onze kudde-immuniteit en zal het aantal geïnfecteerde mensen weer toenemen. Dat is waarom het zo belangrijk is om de vaccinaties te nemen die worden aangeraden door je dokter om jezelf en anderen te beschermen.
5. Vaccins zijn niet veilig  
Niet waar Vaccins worden rigoureuus getest in laboratoria op dieren en op mensen om te controleren dat ze effectief zijn en om mogelijke bijwerkingen te monitoren. Alle vaccins die in het VK worden geleverd moeten zijn goedgekeurd door de Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA) die ervoor zorgt dat alle medicijnen en vaccins aan strenge normen voldoen. Eenmaal goedgekeurd staan de vaccins nog steeds onder toezicht van volksgezondheidsfunctionarissen voor bijwerkingen, zodat ze snel in kunnen grijpen als er bewijs is om te suggereren dat een vaccin niet langer veilig is.



# Immuunsysteem Werkblad

1. We hebben verschillende soorten fysieke barrières om binnendringen door micro-organismen tegen te gaan. Benoem drie van deze barrières en leg uit hoe ze gespecialiseerd zijn om infecties te voorkomen.
2. Als een micro-organisme niet uit het lichaam wordt verwijderd door de natuurlijke immuunrespons (als de fagocyten van het lichaam reageren om het pathogeen te elimineren), wat gebeurt dan als volgende?
3. *Legionella pneumophila* is een bacterie die de veteranenziekte veroorzaakt. Bij mensen wordt het overspoeld met macrofagen maar kan het de normale mechanismen die macrofagen gebruik om het te doden ontwijken. Het is daarom in staat om in de macrofagen te leven en de voedingsstoffen daarvan te gebruiken om in leven te blijven.
  - a) Waarom kunnen B-cellen het *L. pneumophila* antigeen niet herkennen?
  - b) Hoe zou het immuunsysteem *L. Pneumophila* kunnen herkennen en hoe wordt het verwijderd uit het lichaam?
  - c) Waarom zou iemand met een gebrek aan T-cellen meer kans hebben om een intracellulaire infectie met micro-organismen te krijgen?
4. Wanneer de verworven immuniteitsrespons wordt geactiveerd kunnen de plasmacellen (lymfocyten) antilichamen produceren. Leg uit dat de antilichamen alleen effectief zijn tegen één antigeen.
5. Cytokinen vervullen veel rollen in de immuunrespons. Kun je met behulp van de animatie twee manieren beschrijven waarop cytokinen het lichaam helpen om een infectie te bestrijden?



# Immuunsysteem Werkblad

6. *Clostridium botulinum* is een bacterie die het neurotoxine botuline produceert. Dit is gewoonlijk in onder andere de medische industrie ook wel bekend als Botox. Het is het botulinetoxine dat dodelijk is omdat het acute slappe verlamming veroorzaakt in mensen en dieren. Het *Clostridium botulinum* dat het produceert wordt op zichzelf echter niet als gevaarlijk aangeduid. Het immuunsysteem kan toxines net zo goed herkennen als micro-organismen.

a) Hoe herkent het immuunsysteem de toxines en hoe ruimt het die op?

b) Waarom zou een vaccin het voor het *Clostridium botulinum* bacterie niet beschouwd kunnen worden als een effectief vaccin tegen het botulinetoxine?

7. Wat is de functie van de volgende cellen:

a) Cytotoxische T-cellen?

b) Helper T-cellen?

c) Plasmacellen (lymfocyten)

8. Leg uit waarom vaccins preventief werken bij het beschermen tegen infecties.

9. Leg uit hoe een vaccin een geheugenrespons teweeg brengt in het immuunsysteem.

10. Kudde-immuniteit treedt op als er een beduidend deel van de populatie gevaccineerd is tegen een ziekte. Wat kan er gebeuren als de vaccinatie-aantallen zouden afnemen in een populatie voor de volgende vaccins? (Tip: denk aan de methoden van overdracht. Mazelen verspreiden zich door aanraking en in de lucht door besmette druppeltjes van geïnfecteerde mensen en cholera is een watergedragen ziekte.)

a) BMR (Bof, mazelen, rode hond)

b) Cholera



# Misvattingen over vaccins

## Werkblad

Ontkracht na de bespreking in je klas de volgende misvattingen over vaccins. Schrijf de juiste informatie op over elk van de volgende onderwerpen.

1. Natuurlijke immuniteit is beter dan verworven immuniteit.
2. De naald zal een beetje pijn doen.
3. Je krijgt bijverschijnselen van de vaccinatie.
4. De ziekten waartegen we worden gevaccineerd zijn zo zeldzaam dat ik die ziekte niet zal krijgen.
5. Vaccins zijn niet veilig

# SW3 – Sjabloon vaccinatietijlijn



Vaccinatietijlijn

