



Smittevern: Vaksiner

Denne timen inneholder en detaljert presentasjon og animasjoner som viser hvordan kroppen bekjemper skadelige mikrober hver dag. Elevene vil delta i en dybdesamtale om vaksiner, og vi skal tilbakevise noen av de vanligste misoppfatningene om vaksiner.

Relevans

Folkehelse og livsmestring:

- Erfare og observere hvordan vaksiner kan forhindre spredning av infeksjoner, Oppdage betydningen av flokkimmunitet

Mat og helse

- Helse og forebygging
- Intime og seksuelle forhold
- Seksualhelse

Naturfag

- Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter
- Eksperimentelle ferdigheter og strategier
- Analyse og evaluering

Biologi

- Celler
- Helse og sykdom

Grunnleggende ferdigheter

- Lesing, skriving

Kunst og håndverk

- Grafisk kommunikasjon

Kompetansemål

Alle elever skal:

- forstå at vaksiner hjelper folk med å utvikle immunitet mot en infeksjon og bidra til å bekjempe infeksjonen.
- forstå hvorfor vaksiner er viktige for elevene nå og gjennom hele livet.
- kjenne til de viktigste sykdommene som kan forebygges med vaksiner, og hvorfor dette er viktig for unge mennesker, deriblant elever.

De fleste elever skal:

- forstå hvordan mediene, og epidemier, kan påvirke vaksinedekningen positivt og negativt.

Ressurser

Hovedaktivitet: Immunitet og vaksiner *Per klasse*

- Animasjon: <https://www.e-bug.eu/no-no/8-10-trinn-vaksiner>

- Kopi av LA1 og LA2

Per elev

- Kopi av EA1

Ekstraaktivitet 1: Elevdebattsett *Per klasse*

- Vaksinasjon (debattsett)
- Ressurser – jeg er forsker-debattsett fritt tilgjengelige fra: debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations

Ekstraaktivitet 2: Misoppfatninger om vaksiner *Per klasse*

- Kopi av PP1

- Kopi av LA3

Per elev

- Kopi av EA2

@ Nettlenker

<https://www.e-bug.eu/no-no/fordypning-8-10-trinn-vaksiner>

Forberedelser

1. Kopier opp EA1 og EA2 for hver elev.
2. Last ned de interaktive arkene med misoppfatninger om vaksiner, og klargjør animasjoner ved å gå inn på e-Bug <https://www.e-bug.eu/no-no/8-10-trinn-vaksiner>
Før timen kan du be elevene fylle ut sin egen vaksinasjonsoversikt fra e-Bug-nettstedet. Denne oversikten inneholder informasjon om alle vaksinene elevene bør ha fått. De kan snakke om dette hjemme med foreldrene sine. Vaksiner som elevene har eller ikke har tatt, er personlige og bør ikke tas opp i klassen. Elevene kan bli svært overrasket over hvor mange vaksiner de har hatt tilgang til i løpet av livet.

Stikkord

Antistoff Antigen Covid-19 HPV
Immunforsvaret Immunitet Vaksiner



Undervisningsplan



☰ Innledning

1. Gi elevene en innføring ved å forklare at de skal lære om vaksiner, og hvorfor de er så viktige. Elevene vil lære fakta, snakke om vanlige misoppfatninger og om hvilken innflytelse andre har når de tar beslutninger om vaksiner. Elevene vil lære om og hvordan mediene påvirker vaksineopptaket. I tillegg vil de lære om bivirkninger og flokkimmunitet.
2. Spør elever hva de allerede vet om vaksiner. Spørsmål som kan drøftes:
 - a. Vet dere hva en vaksinasjon er?
 - b. Hvordan virker en vaksine?
 - c. Hvilke vaksiner får barn vanligvis, og hvor gamle er de?
 - d. Hvilke vaksiner har dere fått?
 - e. Hvorfor tror du at du trenger vaksiner mot sykdommer som influensa, meslinger, kuma og røde hunder eller covid-19?
 - f. Vet elevene hva flokkimmunitet er? Be elever beskrive dette med egne ord. (Flokkimmunitetsanimasjonen <https://www.e-bug.eu/no-no/8-10-trinn-vaksiner> kan brukes hvis elevene fortsatt er forvirret når det gjelder flokkimmunitet).
3. Vær forberedt på at noen elever kan stille spørsmål ved vaksiners sikkerhet. Oppfriskningsinformasjonen for lærere i begynnelsen av pakken kan hjelpe deg med å svare på spørsmål som måtte oppstå.

Ekstraaktivitet: Vaksinedebattsett

(aktiviteten er på engelsk - følg lenke under)

- 1 Del klassen inn i maks 8 grupper. Hver gruppe vil få et debattkort.
- 2 Velg en person fra din gruppe til å lese utsagnet fra
- 3 Diskuter utsagnene fra hvert av debattkortene i klassen
- 4 Velg en person fra din gruppe til å debattkortet for hele klassen
- 5 Diskuter i klassen. Har dine synspunkter forandret seg? lese faktaene på debattkortet høyt i klassen



Hovedaktivitet: Immunitet og vaksiner

1. Be elevene se vaksineanimasjonsklippet fra e-Bug-nettstedet. Animasjonene er delt i tre klipp og omfatter immunitet og vaksiner. Veiledning for å supplere animasjonsklippene finnes i LA1.
2. Del ut en kopi av EA1 til hver elev. Elevene bør svare på spørsmålene basert på informasjonen i animasjonen. Svar finnes på LA2.

Ekstraaktiviteter: Vaksinedebattsett

1. Vaksinedebattsettet er utviklet sammen med «Jeg er forsker». Det bidrar til at vi kan snakke om et kontroversielt tema på en strukturert måte. Last ned vaksinedebattkortene gratis, kun tilgjengelig på engelsk, fra: <https://debate.imascientist.org.uk/files/2015/04/IAS-Vaccinations-All-in-one-1.pdf>

Tips: Kortene kan brukes som en tverrfaglig aktivitet innen engelsk og naturfag.

2. Det er kort med åtte karakterer. Del klassen i høyst åtte grupper, eller så mange karakterer som du vil ha med. Tildel en karakter til hver gruppe.
3. Arbeid dere gjennom hver debattrunde i samsvar med anvisningene, og oppfordr elevene til å tenke gjennom meningene sine. Strukturen viser elevene hvordan de kan bygge opp en diskusjon, og underbygge sine meninger med fakta. Sett inn inneholder lærernotater for å bidra til å gjennomføre timen effektivt.

Diskusjon

Hva er vaksinasjon?

Svar: Vaksiner er en annen måte å hjelpe immunforsvaret vårt med å beskytte oss mot skadelige sykdommer. De bruker kroppens naturlige forsvar til å bygge resistens overfor spesifikke infeksjoner og styrke immunforsvaret vårt.

Snakk om disse vanlige vaksinasjonsspørsmålene med elevene

Hvorfor er vaksinasjon viktig?

Svar: Vaksiner er en trygg og effektiv måte å forhindre sykdom på. I dag finnes det vaksiner som beskytter oss mot minst 20 sykdommer, bl.a. stivkrampe, influensa, meslinger, kusma, polio og hjernehinnebetennelse. Når vi blir vaksinert, beskytter vi ikke bare oss selv, men også folkene rundt oss. Vaksiner bidrar til å forhindre smittespredning.

Hvorfor bør jeg vaksinere meg?

Svar: Vaksiner har reddet millioner av liv. Uten vaksiner løper vi stor risiko for å bli syke og uføre på grunn av sykdommer som meslinger og hjernehinnebetennelse. Vaksiner beskytter oss og andre mot sykdom. Ikke alle kan bli vaksinert. Svært små barn, svært gamle personer og personer med alvorlig sykdom, f.eks. svekket immunforsvaret på grunn av sykdom eller behandling, avhenger av at andre blir vaksinert for å forhindre smittespredning og beskytte dem.

Hvordan virker en vaksine?

Svar: Når vaksinen injiseres i kroppen, angriper immunforsvaret den som om det var skadelige mikrober som angrep kroppen. Hvide blodlegemer, som er en del av immunforsvaret, lager mange antistoffer som fester seg til spesifikke markører på overflaten av vaksineorganismene. Disse markørene kalles antigener. Det tar immunforsvaret vårt cirka to uker å lære om vaksineorganismene. Mens dette pågår, kan vi føle oss litt trette eller bli sår i armen. Dette er fordi Immunforsvaret arbeider hardt for å drepe eller fjerne alle vaksineorganismene. Fordi vaksinen enten er en drept eller ekstremt svekket versjon av mikrobene, kan immunforsvaret vårt prosessere vaksinen, og vi blir ikke syke av den. Ved å fjerne hele vaksinen husker immunforsvaret hvordan det skal bekjempe disse mikrobene. Neste gang mikrober med de samme markørene eller det samme antigenet kommer inn i kroppen, står immunforsvaret klart til å bekjempe det før det får sjansen til å gjøre deg syk. Det betyr vi utvikler immunitet mot sykdommer.

Ekstraaktiviteter

Vaksine misoppfatninger

Vis frem de interaktive vaksinasjonsbildene ved å bruke PowerPoint fra <https://www.e-bug.eu/no-no/fordypning-8-10-trinn-vaksiner>. PowerPointen tar for seg fem vaksine misoppfatninger som unge folk kan oppleve, og gir svar basert på elevenes syn.

Involver elevene i å svare ja eller nei til hver punkt, og gå deretter gjennom bakgrunnsinformasjonen som er gitt.

Studentene skal deretter fullføre EA2 Misoppfatninger om vaksiner.

Svar på arbeidsarket er inkludert i PowerPointen.

Oppsummering

Be elevene oppsummere kunnskapen de har om alle vaksiner, og lage en infografikk for allmennheten. Dette kan brukes til å hjelpe elevene med å spre nyttig informasjon mens de deltar i nærmiljøet.





Dette arket inneholder mer informasjon for lærere og er utviklet for å brukes sammen med e-Bug-vaksineanimasjonen. Animasjonen er delt i tre klipp.

Klipp 1

Innledning:

For å forstå hvordan vaksiner virker, trenger vi først å vite hvordan immunforsvaret fungerer, og hvordan vaksiner stimulerer immunforsvaret til å beskytte mot smittsomme sykdommer. Denne korte animasjonen beskriver hvordan immunforsvaret bekjemper infeksjon, og forklarer hvordan det reagerer på en vaksine. Immunforsvaret funksjon er å skille fremmedlegemer fra stoffer som er en del av våre egne organer. Den delen, eller de delene, av fremmedlegemer som immunforsvaret gjenkjenner, er kjent som antigener. Antigener finnes på bakterier, på virus og på fremmede celler fra transfusjoner eller organtransplantater. Antigener kan også være kjemikalier som giftstoffer eller bestanddeler i vaksiner.

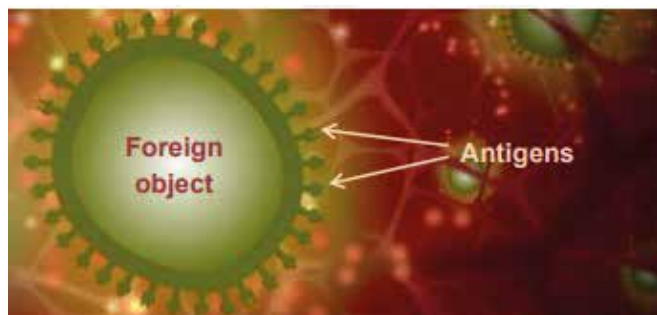
Medfødt immunitet:

Kroppens første forsvarslinje mot fremmedlegemer er de forskjellige fysiske barrierene den har for å hindre at de trenger inn. Dette omfatter tårer, magesyre, huden og små hår som heter cilia. Hver av disse barrierene har en spesialisert oppgave som blir forklart nedenfor:

- **Hud:** Huden utgjør en fysisk barriere for kroppen vår. Patogener (mikroorganismer som forårsaker sykdom) kan trenge inn gjennom denne barrieren når huden er ødelagt, irritert eller skadet av kutt og sår.
- **Tårer:** Øyet har en mekanisme der det renser seg selv ved å forflytte stoffer gjennom blinking. Fukthinnen over øyet kan fange stoffer som støv. Når vi blunker, kan vi flytte det ut i øyekroken der det kan fjernes. Tårene våre inneholder også enzymer som lysozym og amylase. De kan drepe noen bakterier og gi et ekstra beskyttelsesnivå.
- **Magesyre i magesekken:** Syren i magesekken hjelper fordøyelsen og dreper dessuten visse patogener. Patogener som ikke blir drept av denne syren, kan potensielt forårsake sykdom, f.eks. Salmonella som forårsaker matforgiftning.
- **Cilia:** Cilia er små hår langs luftveiene i nesen og lungene. Disse hårene er plassert ved siden av slimhinneceller som utskiller slim. Slimet kan fange partikler vi puster inn, bl.a. bakterier og virus. Når hårene beveger seg i nesen, stimulerer det til å nyse, og i lungene kan de forflytte slimet til halsen der det kan hostes ut eller svelges ned.

Men hvis disse barrierene blir brutt, for eksempel av bakterier som kommer inn i kroppen gjennom huden, møter antigenene store celler som heter makrofager, og som bor i huden. Ordet makrofag betyr «storeter». Hvis en makrofag gjenkjenner antigenet som noe fremmed og ikke noe «eget», omslutter den det i en prosess som heter fagocytose, og kan ødelegge det. Betennelse på stedet gjør også at det frigjøres små proteiner som heter cytokiner, og som bidrar til å regulere immunresponsen og tiltrekke seg flere makrofager fra blodomløpet til stedet. Denne første og umiddelbare reaksjonen er kjent som medfødt immunitet. Selv om den er rask, er den ikke-spesifikk. Den er den samme for alle antigener, og immunforsvaret husker ikke noe fra møtet med antigenet.

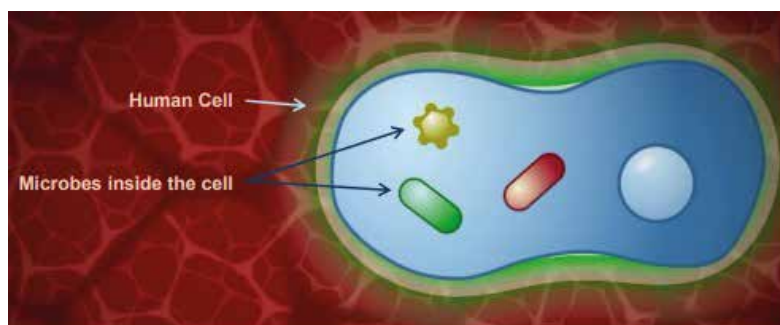




De forskjellige immunforsvarene utføres av forskjellige immunceller. Det medfødte immunforsvaret består av leukocytter og andre celler som naturlige dreperceller.

Leukocytter omfatter makrofager og nøytrofiler, og den viktigste egenskapen til disse cellene er at de kan utføre fagocytose. Fagocytose fører til at fremmedlegemene blir ødelagt ved at det nedbrutte materialet blir smeltet sammen med lysosomet. Lysosomet tilbyr krevende forhold for å drepe patogenet. Dette omfatter blant annet bruk av spesialiserte lysosomale enzymer og svært sure forhold.

Naturlige dreperceller dreper andre celler som er «stresset», f.eks. virusceller eller bakterieinfiserte celler. Dette er en avgjørende del av det medfødte immunforsvaret siden noen bakterier og virus kan komme seg inn i celler og dermed «gjemme» seg for det medfødte immunforsvaret, f.eks. *meningokokker* og *mykobakterier*.



Ervervet immunitet:

Noen ganger trenger den medfødte reaksjonen hjelp med å bli kvitt antigenet. I tillegg til fagocytose kan makrofager også frakte antigen til steder der en ervervet immunrespons kan aktiveres. Når makrofagen som bærer et antigen, kommer inn i lymfesystemet, beveger den seg mot de lymfoide organene, dvs. blant annet milten, mandlene, binyrene og Peyers plakk. Disse organene er rike på to typer spesialiserte hvite blodlegemer som heter lymfocytter. Disse lymfocytene er også kjent som B-celler og T-celler, og de distribueres på strategiske steder gjennom hele kroppen, klare til å reagere på antigener. Det er også mange B- og T-celler som sirkulerer i blodet.

Det medfødte immunforsvaret stimulerer det ervervede immunforsvaret ved å vise de ervervede immuncellene antigenet som fremmedlegemet har. Disse cellene kalles derfor antigenpresenterende celler (APC). Dendritiske celler og makrofager kan bære dette ut, og kan derfor også klassifiseres som APC. Dette skjer etter at APC har spredt seg gjennom lymfesystemet dit de spesialiserte ervervede immuncellene ligger.

Stimuleringen av lymfocytene i lymfeknutene produserer imidlertid en sterk kaskade av lymfocytaktivering siden én APC-celle kan stimulere mange B- og T-celler. T-celler er spesifikke celler som deltar i den cellemedierte reaksjonen, og B-celler er celler som deltar i væskeimmunresponsen.

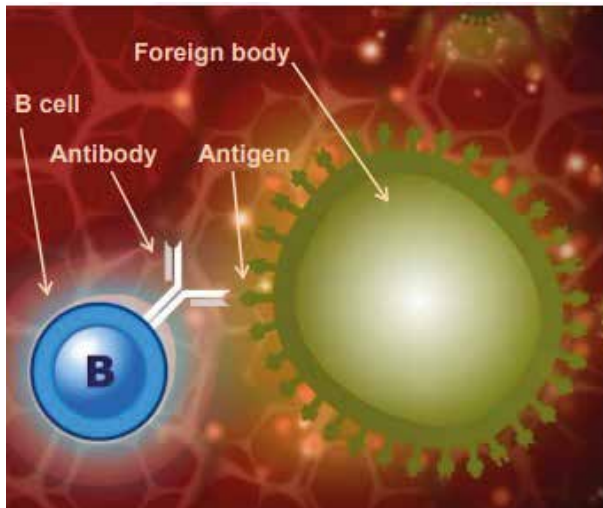




Klipp 2

B-celler og T-celler: B- og T-celler har forskjellige funksjoner. B-celler reagerer på frie antigener eller antigener som er på overflaten av organismer som sirkulerer utenfor og mellom celler i kroppen. Dette omfatter de fleste typer bakterier. Men de kan ikke gjenkjenne antigener inne i celler som virusproteiner eller visse bakterier som *meningokokker* og *Mykobakterier* som har tilpasset seg til å leve i celler og dermed gjøre det vanskelig for immunforsvaret å oppdage dem.

B-celler produserer spesifikke antistoffer ved å interagere med antigenet som presenteres av en APC. Antistoffer er en supplerende match til antigenet og stimulerer til at fremmedlegemet blir drept/fjernet.



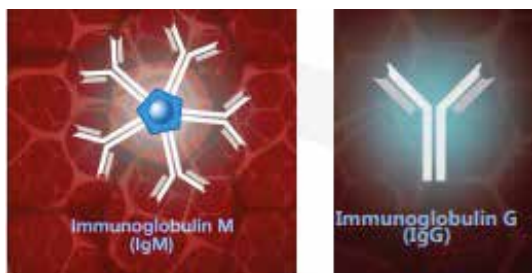
B-celler produserer antistoffer, men de fleste antigener stimulerer ikke B-celler til å produsere antistoffer uten hjelp av T-celler. Reaksjonen på disse antigenene kalles derfor T-celle-avhengig. I motsetning til B-celler kan T-celler gjenkjenne intracellulære antigener, forutsatt at de er uttrykt på celleoverflaten. T-celler produserer ikke antistoffer, men de utskiller cytokiner som påvirker andre immunceller.

Væskerrespons:

B-celler sirkulerer med et molekyl av et tredimensjonalt protein som heter antistoffer på overflaten. Antistoffene, også kjent som immunglobuliner, har antigenbindingssteder der proteinmolekylene er foldet på en slik måte at de danner en tredimensjonal spalte der bare antigener med en tilsvarende form kan binde. Det er også et bindingssted for makrofager og nøytrofiler. Den delen av antigenet som binder til antistoffene, er kjent som epitopen.

Når et av antistoffmolekylene har en overflatereseptor med nøyaktig riktig form for å gjenkjenne antigenet, binder det til det som en nøkkel i en lås. B-cellen blir deretter betydelig større og blir til plasmaceller som er antistoffer som produserer celler som kan produsere opptil 100 000 antistoffmolekyler per minutt. Antistoffmolekylene de produserer, har reseptorer med samme form som gjenkjenner antigenet i utgangspunktet, og dette er kjent som væskerresponsen. Første gang en infeksjon eller et vaksineantigen blir påstøtt, kalles antistoffene som produseres, immunglobulin M eller IgM. IgM sirkulerer som fem sammenbundne molekyler med i alt ti bindingssteder for rask og effektiv binding til antigenet. Hvis det samme antigenet påstøtes igjen, skifter antistoffklassen til immunglobulin G (IgG). Dette er kjent som klasseskifte. Klasseskifte betyr at antistoffenes generelle struktur forandrer seg bortsett fra antigenbindingsdomenet som forblir det samme for å passe med antigenet.





Når et antigen binder til et antistoff, kan det skje tre ting:

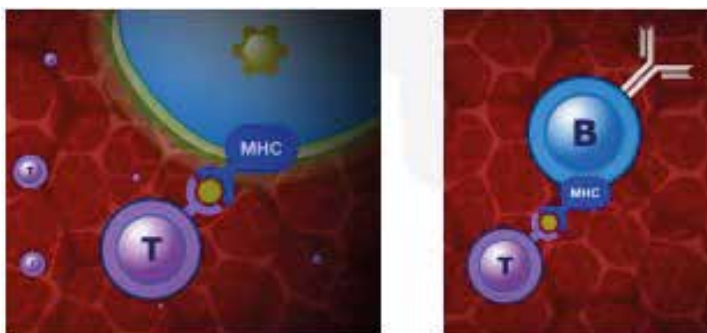
1. Bindingen av antistoffet til antigenet vil immobilisere fremmedlegemet og nøytralisere det. Dette er tilfelle for giftstoffer og andre skadelige stoffer.
2. Antistoffene omgir fremmedlegemet, som kan immobilisere det klart til fagocytose av en celle som en makrofag. Immunoglobulin G (IgG).
3. Komplementsystemet er aktivert. Komplementsystemet er en viktig del av væskerresponsen. Etter at antistoffer har bundet til fremmedlegemet, kan komplementsystemet feste seg. Komplementsystemet består av komplementmolekyler, dvs. proteiner som har proteaseaktivitet og kan bryte ned andre proteiner.

Bindingen av komplementmolekyler produserer en proteasekaskade der det ene komplementmolekylet bryter ned det neste og aktiverer dets proteaseaktivitet, slik at det kan bryte det neste komplementmolekylet osv. Resultatet av kaskaden er at det produseres molekyler som kan tiltrekke seg andre immunceller til stedet og dessuten øke den vaskulære permeabiliteten, slik at immuncellene kommer seg lett til stedet via vaskulaturen. Noen komplementmolekyler kan gjenkjenne karbohydratmolekyler på overflaten av bakterier uten behov for antistoffbinding, og noe komplementbinding kan faktisk medføre drap ved å forstyrre bakteriens plasmamembran..

Cellemediert immunitet:

Når celler inneholder intracellulære antigener, blir litt av antigenet båret til celleoverflaten ved hjelp av molekyler som er en del av det store histokompatibilitetskomplekset eller MHC. T-celler kan gjenkjenne en kombinasjon av MHC-molekylet og antigenet. Når T-cellene binder til MHC-antigenkomplekset, blir de aktiverte T-cellene større, og de multipliserer seg og utskiller cytokiner som deretter kan påvirke andre immunceller i nærheten og andre giftige molekyler som granulysin. Granulysin frambringer apoptose i den infiserte cellen ved å lage hull i membranen. Hullene gjør da at uregulert ion, vann og molekyl kan komme inn i cellen og forårsake cytolyse (osmotisk lyse av cellen).

Det er forskjellige typer T-celler, bl.a. celler som kan ødelegge en infisert celle kjent som cytotoksiske T-celler. En annen type, kjent som hjelper-T-celler, kan stimulere B-celler til å produsere antistoff. Når et antigen binder til antistoffreseptoren på en B-celle, blir litt av antigenet også tatt opp i cellen og presentert for B-celleoverflaten av et MHC-molekyl. Dette MHC-antigenkomplekset gjenkjennes av en T-celle, vanligvis en T-hjelpercelle, som utskiller cytokiner. I så fall bistår cytokinene B-cellene med å spre seg og danne identiske celler som produserer det samme antistoffet.





MHC-plattformer kan også ha antigener som indikerer en svulstcelle. Til en viss grad kan immunforsvaret gjenkjenne unormale celler og fjerne dem ved å frambringe apoptose.

Klipp 3

Hukommelsesreaksjon:

Noen av B-cellene stimuleres av T-cellene til å bli igjen som hukommelsesceller og huske møtet med antigenantistoffet. Når hukommelsescellene møter på antigenet igjen, enten som en naturlig infeksjon eller i en oppfølgingsdose med vaksine, produseres antistoffer med riktig spesifisitet mye raskere og i større antall enn hva som var tilfelle den første gangen. I motsetning til den første reaksjonen der kortvarig IgM blir laget, produserer antistoffet hovedsakelig IgG som varer lenger. Hver gang hukommelsescellene møter det samme antigenet, forsterkes immunresponsen. Fordi et patogen, eller en vaksine, kan inneholde mange forskjellige antigener, stimuleres mange forskjellige B-celler samtidig, og mange forskjellige antistoffer kan produseres. Immunforsvaret vårt har en enorm kapasitet og kan lage milliarder av forskjellige antistoffer. Hvis forskjellige vaksiner gis samtidig, produseres forskjellige antistoffer samtidig også. På en lignende måte som B-celler blir det også laget T-hukommelsesceller som følge av det første møtet med antigenet. Når disse T-hukommelsescellene møter på antigenet igjen, kan de reagere raskere og mer effektivt. De spesifikke væske-, celle- og hukommelsesreaksjonene er kjent som ervervet eller adaptiv immunitet.

Vaksiner:

Vaksinasjon stimulerer immunreaksjonene som nettopp ble beskrevet, men gjør altså dette uten de risikoene som er knyttet til selve sykdommen. Det virker ved å stimulere til dannelsen av en gruppe hukommelses-B-celler og hukommelses-T-celler som skaper antigenspesifikke reaksjoner som er raske nok til at sykdom forebygges hvis og når antigenet møtes. Det stimulerer også til produksjon av et antigenspesifikt antistoff, deriblant IgG, som vedvarer etter vaksinasjonen og gir et tidlig forsvar mot infeksjon. Kunnskap om hvordan vaksiner virker sammen med immunforsvaret gjør det mulig å forstå vaksineplanen bedre.

Når en person er vaksinert, er prosessene i immunforsvaret som stimuleres til å kopiere naturlig immunitet, antigengjenkjenning, antistoffproduksjon og dannelsen av en hukommelsesreaksjon. Alt dette skjer uten sykdomsprogresjon. Vaksinen vil inneholde sykdommens antigen, eller en toksoid (en inaktiv versjon av et giftstoff) hvis den aktuelle sykdommen skyldes et giftstoff som difteri eller stivkrampe. I noen tilfeller kan vaksinen gis via nesesyndrom som barneinfluensavaksinen. Da tas vaksinen opp via neseslimhinnen.

Antigenene i vaksinen gjenkjennes deretter av immunforsvaret som beskrevet tidligere, og tas opp av APC, og APC transporteres til lymfeknutene. Antigenet blir deretter presentert for B-celler som gjør at antistoffer blir produsert og hukommelses-B-celler og hukommelses-T-celler blir generert. Hvis den som blir vaksinert, deretter kommer i kontakt med det faktiske patogenet som bærer det samme antigenet, stimuleres en hukommelsesreaksjon som fører til at patogenet blir fjernet uten at sykdommen utvikler seg.

Vi får oppfriskningsvaksiner for å holde antallet sirkulerende antistoffer på et høyt nivå. Hvis vi ikke tar disse vaksinene, kan hukommelsesreaksjonen bli svekket og føre til at vi får sykdommen.

Når det gjelder influensa, får vi vaksiner hvert år eller hver sesong fordi influensaviruset kan endre antigenene sine på overflate, slik at vi trenger en ny vaksine for de nye antigenene.

Denne forandringen i antigener kan oppstå på én av to måter: antigenshift og antigendrift. Antigenshift skjer når to eller flere forskjellige virusstammer kombineres til et nytt virus. Dette skjer hvis en person er smittet med forskjellige virus på én gang. Antigendrift skjer når antigenet på viruset gradvis forandrer seg over tid på grunn av en forandring i genmaterialet i viruset. Dette kan forekomme hvis genmaterialet gjennomgår en mutasjon.





Hva er flokkimmunitet, og hvorfor er det viktig?

En liten andel mennesker i alle befolkningsgrupper reagerer ikke på vaksiner og forblir ubeskyttet selv om de er vaksinert. Personer med alvorlig nedsatt immunforsvar kan dessuten ikke motta levende vaksiner. Derfor er disse personene avhengig av ikke å bli smittet i utgangspunktet. Hvis et tilstrekkelig antall personer er vaksinert i befolkningen, smitter ikke infeksjoner som kan forebygges med vaksine fordi de fleste er immune. Personer som er mottakelige, er derfor indirekte beskyttet av at disse immune personene finnes. Dette er kjent som flokkimmunitet. Det må være en høy vaksinasjonsgrad i befolkningen for å oppnå og bevare flokkimmunitet og beskytte dem som ikke kan vaksineres.



References:

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





Immunforsvaret- svar

1. Vi har forskjellige typer fysiske barrierer for å hindre at en mikroorganisme invaderer oss. Nevn tre av disse barrierene, og forklar hvordan de er spesialisert for å forhindre smitte.

Alle tre av følgende: Hud, cilia/hår (i nese/hals/lunger), tårer, magesyre. Huden er en fysisk barriere for kroppen vår. Patogener (mikroorganismer som forårsaker sykdom) kan trenge inn gjennom denne barrieren når huden er ødelagt, irritert eller skadet. Tårer: Øyet har en mekanisme der det renser seg selv ved å forflytte stoffer gjennom blinking. Fukthinnen over øyet kan fange stoffer som støv. Når vi blunker, kan vi flytte det ut i øyekroken der det kan fjernes. Tårene våre inneholder også enzymer som kalles lysozym og amylase. De kan drepe noen bakterier og gi et ekstra beskyttelsesnivå. Magesyre i magesekken: Syren i magesekken hjelper fordøyelsen og dreper dessuten visse patogener. Patogener som ikke blir drept av denne syren, kan potensielt forårsake sykdom, f.eks. Salmonella som forårsaker matforgiftning. Cilia: Cilia er små hår langs luftveiene i nesen og lungene. Disse hårene er plassert ved siden av slimhinneceller som utskiller slim. Slimet kan fange partikler vi puster inn, bl.a. bakterier og virus. Når hårene beveger seg i nesen, stimulerer det til å nyse, og i lungene kan de forflytte slimet til halsen der det kan hostes ut eller svelges ned.

2. Hvis en mikroorganisme ikke blir fjernet fra kroppen av den medfødte responsen (fagocyttesresponsen), hva skjer da?

Den medfødte immunresponsen klarer ikke alltid å fjerne en infeksjon. Hvis dette skjer, aktiveres den ervervede/adaptive immuniteten. Makrofagene som har tatt opp antigenet, kan også transportere antigenet til steder der en ervervet immunrespons kan aktiveres. Når makrofagen som bærer et antigen, kommer inn i lymfesystemet, sirkulerer den mot de lymfoide organene, dvs. blant annet milten, mandlene, binyrene og Peyers plakk. Disse organene er rike på to typer spesialiserte hvite blodlegemer som heter lymfocytter. Disse lymfocytterne er også kjent som B-celler og T-celler, og de distribueres på strategiske steder gjennom hele kroppen, klare til å reagere på antigener. Det er også mange B- og T-celler som sirkulerer i blodet.

3. *Legionella pneumophila* er en bakterie som forårsaker legionærsykdom. Hos mennesker er den omsluttet av makrofager, men kan unnsnippe de normale mekanismene som makrofager bruker til å drepe den. Den kan derfor leve inne i makrofagen og bruke næringsstoffene sine til å holde seg i live.

- a) Hvorfor kan ikke B-celler gjenkjenne *L. pneumophila*-antigenene?
B-celler kan ikke gjenkjenne intracellulære antigener siden de reagerer på frie antigener. Frie antigener finnes utenfor våre egne celler eller på overflaten av organismer som sirkulerer rundt i kroppen. L. pneumophila er et intracellulært patogen eller mikroorganisme og viser derfor ikke et fritt antigen mot immunforsvaret.
- b) Hvordan ville immunforsvaret identifisere *L. pneumophila*, og hvordan fjernes det fra kroppen?
Antigenet fra L. pneumophila kan vises på en MHC-molekyl på overflaten av den infiserte cellen. Det betyr at det kan identifiseres av immunforsvaret. MHC-molekyler på våre egne celler gjenkjennes av cytotoxiske T-celler. Når T-cellen er identifisert, kan den frigjøre cytokiner for å påvirke andre celler i immunforsvaret.
- c) Hvorfor ville noen med mangel på T-celler være mer utsatt for intracellulær mikroorganismefeksjon?
T-celler er avgjørende for å identifisere en intracellulær infeksjon. Uten dem er det ikke sikkert immunforsvaret klarer å identifisere og ødelegge disse intracellulære patogenene, og de kopierer og sprer seg til andre celler. Noen eksempler er blant annet: virus, mykobakterier og meningokokkbakterier.





Immunforsvaret– svar

4. Når den ervervede immunresponsen startes, kan plasmaceller (lymfocytter) produsere antistoffer. Forklar hvorfor antistoffer bare vil virke mot ett antigen.

år reseptorene på B-celleoverflaten gjenkjenner frie antigener, stimuleres de til å bli plasmaceller (lymfocytter) som lager antistoff. Antistoffenes proteinmolekyler er foldet på en slik måte at de danner en tredimensjonal spalte der bare antigener med en tilsvarende form kan binde.

5. Cytokiner har mange roller i immunforsvaret. Kan du ut fra animasjonen beskrive to måter som cytokiner hjelper kroppen å bekjempe infeksjon på?

To av følgende:

Cytokiner kan:

- *Hjelpe oss med å regulere den medfødte immunresponsen og trekke flere makrofager fra blodomløpet til infeksjonsstedet.*
- *T-celler produserer ikke antistoffer, men de kan utskille cytokiner som påvirker andre immunceller.*
- *Når T-cellene binder til MHC-antigenkomplekset, blir de aktiverte T-cellene større, og de multipliserer seg og utskiller cytokiner som deretter kan påvirke andre immunceller i nærheten.*
- *Når et antigen binder til antistoffreseptoren på en B-celle, blir litt av antigenet også tatt opp i cellen og presentert for B-celleoverflaten av et MHC-molekyl. Dette MHC-antigenkomplekset gjenkjennes av en T-celle, vanligvis en T-hjelpercelle, som utskiller cytokiner. I så fall bistår cytokinene B-cellene med å spre seg og danne identiske celler som produserer det samme antistoffet.*

6. *Clostridium botulinum* er en bakterie som produserer botulinumnevrotoksinet. Dette er vanligvis kjent i legemiddelindustrien som botox. Det er botuliniumtoksinet som er dødelig siden det forårsaker slapp lammelse hos mennesker og dyr. *Clostridium botulinum*, som produserer det, regnes imidlertid ikke som farlig selv. Immunforsvaret kan gjenkjenne toksiner og mikroorganismer.

- a) Hvordan gjenkjenner immunforsvaret giftstoffer og fjerner dem?

Immunforsvaret bruker væskerresponsen fra den adaptive immuniteten til å bli kvitt giftstoffer. Dette omfatter binding av et antistoff mot giftstoffet/antigenet, og det kan immobiliseres og nøytraliseres.

- b) Hvorfor ville en vaksine for *Clostridium botulinum*-bakterien ikke bli regnet som en effektiv vaksine mot botuliniumtoksinet?

Giftstoffet er den dødelige komponenten. Uten giftstoffet anses ikke bakterien som farlig. En vaksine mot giftstoffet virker fordi den kan stimulere immunforsvaret til å produsere antistoffer mot giftstoffet og dermed forebygge skadevirkningene ved sykdommen.





Immunforsvaret – svar

7. Hvilken funksjon har følgende celler:

a) Cytotoksiske T-celler?

Cytotoksiske T-celler kan gjenkjenne intracellulære antigener og drepe infiserte celler.

b) Hjelper-T-celler?

Hjelper-T-celler deltar i T-celleavhengige reaksjoner. De kan bidra til å stimulere B-celler til å spre seg, og de kan også hjelpe dem til å bli plasmaceller.

c) Plasmaceller?

Plasmaceller er avledet av B-celler. Når en B-celle gjenkjenner et fritt antigen, kan den bli en plasmacelle. Disse plasmacellene er antistoffproduserende celler og er derfor store.

8. Forklar hvorfor vaksiner beskytter forebyggende mot infeksjon.

Vaksiner viser antigenet for en bestemt infeksjon for immunforsvaret, slik at spesifikke antistoffer kan produseres uten at sykdommen utvikler seg hos personen. Hvis en person får sykdommen naturlig, hjelper ikke en vaksine siden de spesifikke antistoffene allerede vil være produsert. Vaksiner gir oss kunstig immunitet, mens sykdom vil gi naturlig immunitet. Det er farlig å få sykdommen, så det er tryggere å vaksinere seg.

9. Forklar hvordan en vaksine fører til en hukommelsesreaksjon i immunforsvaret.

En vaksine inneholder antigenmateriale/antigener for en mikroorganisme/sykdom. Dette fører til at plasmacellene/B-cellene som supplerer/samsvarer med antigenet fra vaksinen, produserer antistoffer. Antistoffene som blir produsert i en hukommelsesreaksjon, er immunglobulin G (IgG), så de blir lenge i kroppen. Noen av B-cellene og T-cellene som er med på å identifisere antigenet fra vaksinen, blir til hukommelsesceller som vil gi en raskere immunrespons neste gang antigenet møtes.

10. Flokkimmunitet oppstår når en vesentlig andel av befolkningen er vaksinert mot en sykdom.

Hva kan skje hvis vaksinasjonsgraden skulle falle i en befolkning for følgende vaksiner? (Hint: Tenk på overføringsmetodene. Meslinger sprer seg ved berøring og i luften gjennom smittsomme dråper fra smittede personer, og kolera er en vannbåren sykdom).

a) Meslinger

Hvis vaksinasjonsgraden skulle falle for meslingervaksiner, kunne det oppstå sporadiske utbrudd siden meslinger kan overføres mellom uvaksinerte og mottakelige personer i luften eller gjennom kontakt med en smittet person.

b) Kolera

Akkurat som meslinger er lav vaksinasjonsgrad for kolera i land der kolera er et stort helseproblem, og det kan føre til utbrudd. Flokkimmunitet er fortsatt viktig. Men siden kolera er en vannbåren sykdom, kan det fortsatt ramme personer som er uvaksinert selv om de har kontakt med personer som har vært vaksinert.





Vaksine misoppfatning – svar

1. Naturlig immunitet er bedre enn ervervet immunitet

Usant. Naturlig immunitet oppstår når vi blir utsatt for den aktuelle sykdommen. Selv om det kan forhindre at en person får infeksjonen igjen, kan vedkommende likevel bli veldig syk, slite med langsiktige helseplager, eller i noen tilfeller risikere å dø. Ervervet immunitet gjennom vaksinasjon fører ikke til den samme risikoen.

2. Nålen vil gjøre vondt

Sant. Du kan få et risp i armen, men dette vil forsvinne veldig raskt. Noen ganger vil du kjenne at armen er øm etter vaksinen, men det er fordi kroppen jobber hardt for å drepe eller fjerne alle vaksineorganismene. Det er denne prosessen som gir deg immunitet mot fremtidig sykdom.

3. Du vil få bivirkninger av vaksinen

Noen ganger. Bivirkninger er veldig sjeldne og avhenger av hvilken vaksine som settes. En øm arm eller en følelse av trøtthet kan være vanlig fordi kroppen jobber med å lage antistoffene som er nødvendige for å bekjempe vaksinen. Bivirkninger er svært nøye overvåket, og en vaksine vil ikke bli godkjent dersom risikoen for negative bivirkninger er større enn fordelene.

4. Sykdommene vi blir vaksinert for, er så sjeldne at jeg ikke vil få sykdommen

Usant. Sykdommer vi vaksineres mot er sjeldne fordi vi har vaksiner. Vaksiner har vært vellykket fordi det har redusert forekomsten av sykdommer som for eksempel polio, meslinger, og nå COVID-19. Men, hvis folk slutter å vaksinere seg mot disse sykdommene, vil vi miste flokkimmuniteten vår og antall personer som smittes vil øke. Dette er grunnen til at det er så viktig å ta vaksinene som legen din anbefaler, for å sikre at du beskytter deg selv og andre.

5. Vaksiner er ikke trygge

Usant. Vaksiner går gjennom en streng prosess med forsøk i laboratorier, på dyr og på mennesker, for å sjekke at de er effektive og for å overvåke bivirkninger. Alle vaksiner som leveres i Norge må være godkjent av Legemiddelverket som sørger for at alle medisiner og vaksiner oppfyller strenge krav. Når de er godkjent fortsetter helsemyndighetene med å overvåke bivirkninger av vaksinene slik at de kan reagere raskt hvis det er bevis som tyder på at en vaksine ikke lenger er trygg.





Immunforsvaret

1. Vi har forskjellige typer fysiske barrierer for å hindre at en mikroorganisme invaderer oss. Nevn tre av disse barrierene, og forklar hvordan de er spesialisert på å hindre smitte.
2. Hvis en mikroorganisme ikke fjernes fra kroppen med den medfødte immunresponsen (når kroppens fagocytter reagerer for å bli kvitt patogenet), hva skjer da?
3. *Legionella pneumophila* er en bakterie som forårsaker legionærsykdom. Hos mennesker er den omsluttet av makrofager, men kan unnsnippe de normale mekanismene som makrofager bruker til å drepe den. Den kan derfor leve inne i makrofagen og bruke næringsstoffene sine til å holde seg i live.
 - a) Hvorfor kan ikke B-celler gjenkjenne *L. pneumophila*-antigenene?
 - b) Hvordan ville immunforsvaret identifisere *L. pneumophila*, fjernes det fra kroppen?
 - c) Hvorfor ville noen med mangel på T-celler være mer utsatt for intracellulær mikroorganismefeksjon?
4. Når den ervervede immunresponsen startes, kan plasmaceller (lymfocytter) produsere antistoffer. Forklar hvorfor antistoffer bare vil virke mot ett patogen.
5. Cytokiner har mange roller i immunresponsen. Kan du ut fra animasjonen beskrive to måter som cytokiner hjelper kroppen å bekjempe infeksjon på?





Immunforsvaret

6. *Clostridium botulinum* er en bakterie som produserer botulinum-nevrotoksin (nervegift). Dette er vanligvis kjent i medisinsk industri som Botox. Det er botulinumtoksinet som er dødelig, da det forårsaker lammelse hos mennesker og dyr. *Clostridium botulinum* som produserer toksinet, anses imidlertid ikke som farlig i seg selv. Immunforsvaret kan gjenkjenne giftstoffer så vel som mikroorganismer.
- Hvordan gjenkjenner og fjerner Immunforsvaret giftstoffer?
 - Hvorfor vil en vaksine mot *Clostridium botulinum* bakterien ikke anses som like effektiv som en vaksine mot botulinum toksinet?
7. Hva er funksjonen til følgende celler:
- Cytotoksiske T-celler?
 - Hjelpe-T-celler?
 - Plasmaceller (lymfocytter)?
8. Forklar hvorfor vaksiner er forebyggende for å beskytte mot infeksjon.
9. Forklar hvordan en vaksine resulterer i en hukommelsesrespons i immunforsvaret.
10. Flokkimmunitet oppstår når en betydelig andel av befolkningen er vaksinert mot en sykdom. Hva kan skje hvis vaksinasjonsratene skulle falle i en populasjon for følgende vaksiner? (Tips: tenk på overføringsmetodene deres. Meslinger spres ved berøring og i luften gjennom smittsomme dråper fra infiserte mennesker, og kolera er en vannbåren sykdom).
- MMR
 - Kolera





Misoppfatninger om vaksiner

Arbeidsark

Tilbakevis disse vanlige misoppfatningene om vaksiner etter diskusjonen i klassen. Skriv ned nøyaktig informasjon om hvert av følgende problemer.

1. Naturlig immunitet er bedre enn ervervet immunitet.
2. Nålen vil gjøre vondt.
3. Du vil få bivirkninger av vaksinen.
4. Sykdommene vi blir vaksinert for, er så sjeldne at jeg ikke vil få sykdommen.
5. Vaksiner er ikke trygge.

