

Immunförsvaret

- Skydd mot infektionssjukdomar orsakade av patogener

Delas in i 3 olika nivåer: 1:a 2:a 3:e

De två första tillhör medfött icke-specifika immunförsvaret

- Skiljer inte mellan patogener

3:e nivån är adaptiv & specifika försvaret

Indelningen är förenklad då nivåerna samspelar & samverkar

Hinner bekämpa patogen innan sjuk = immun

Igenkänning

Ryggradsdjurs celler har komplex av "igenkänningsmolekyler" (ej röda blodkroppar)
↳ MHC (Major histocompatibility Complex)

• Var individ har personlig "ID-kod" på celler

Hos människa kallas: HLA (Human Leukocyte Antigen)

↳ Gör att organtransplantationer försäkras

Icke-specifika försvaret → 1:a försvarsnivån

Fysiska & biokemiska barriärer

Huden Svår barriär att ta sig genom

Yttre hudceller fyllda m. keratin → hårda

Talg- & svettkörtlar ger ämnen som hämmar bakterietillväxt

↳ pH hålls lågt genom "giftiga" ämnen

↳ Hic har lysosymer (protein) som angriper

bakteriers cellväggar → bakterierna lyseras (öppnas & dö)

Nyttiga bakterier skapar konkurrens + spjälka fettämnen i talg → lågt pH i hud då fettsyror bildas

Slemhinnor = Slemtäta kroppsvägar

Slemmet produceras av epitelceller

Hindrar epithävnad från att torka & spricka

I vagina finns sekret m. lågt pH (hämmar bakterier)

Magsäcken patogener oskadliggörs av peptin & saltsyra

Tarmar Epitelceller byts ut snabbt
→ bakterier som sitter på epitel avlägsnas

I ögon finns tårvätska m. lysosymer

2:a försvarsnivån (icke-specifika försvaret)

Infektion: patogener tar sig in & börjar föröka sig

Icke-specifika vita blodkroppar

Finns i blod & lymfa

- Kan ta sig ut i vävnader ↔ flera kan ta sig genom porer i kapillärer

Förflyttas genom kemotaxi → rör sig mot högre koncentration av kemiska ämnen
↳ ofta ämnen som frigörs från patogen/angripna celler

Flera är antigenpresenterare → fagocyterar patogen, bryter ned & visar upp fragment för specifikt immunförsvar

Granulocyter

- Kornig cellplasma  innehåller vesiklar m. enzym (som bryter ned patogener)

Neutrofila granulocyter

Stor andel av vita blodkroppar

Fagocyterar bakterier & encelliga svampar

Kemotaxi

Eosinofila granulocyter

Liten andel

Auger enzymer som förstör flercelliga parasiter

Basofila granulocyter

Utsöndrar histamin → (där man drabbats av infektion)

↳ kapillärernas porer förstörs & blodkärl vidgas

→ blodflöde & vita blodkroppars tillgänglighet ökar

Monocyter & makrofager

Monocyter

- Vita blodkroppar

Bildas i benmärg från samma stamceller som granulocyter

Finns i blod ca 1 dygn

→ vandrar till vävnader & mognar till makrofager

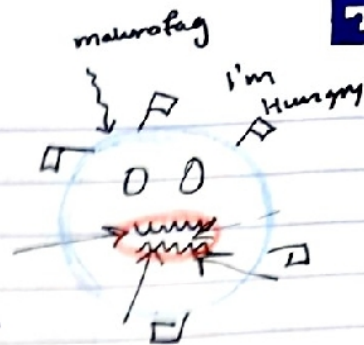
Makrofager slukar patogener & död vävnad (fagocytos)

- Effektiva "långlivade" (mer än granulocyter)

Chemotaxi

Ämnen som lockar vita blodkroppar till infekterat ställe

Antigenpresenterar



Dendritiska celler

grenliknande utskott

Hudens & slemhinnors vävnader

Fagocyterar patogener & flyttar till lymflunator

→ Här är de antigenpresenterar

→ visar upp för lymfocyter (presenterar MHC)



Mastceller

Överallt i kroppen mest i lung- & tarmslemhinnor

Aktiverad mastcell kan vid allergisk reaktion frisätta inflammatoriska ämnen

Utsöndrar histamin

→ slemhinnor svullnar & luftvägar dras ihop

Ökad mängd mastceller vid: äderförkallning, ledgångsreumatism & cancer

Skyddar mot patogener

Evolutionärt mycket gamla



Lymfocyter

• 3:e nivå

Vita blodkroppar

kan anpassas efter behov

NK-celler "Natural killer"

Dödar infekterade celler genom utlösning av apoptos (prog. celledöd)

Hittar infekterade celler via MHC på cellens yta

Dödar tumörceller m. avvikande MHC → viktigt mot cancer

Apoptos: Cellkärnan bryts ned & cellskelett spjälkas

→ cellinnehåll fragmenteras & delas upp i bläsor

⇒ fagocyterande blodkroppar slukas

Inflammation

Uppstår vid mekanisk skada eller en infektion
- Icke-specifik försvarsreaktion

Sätts igång av cytokiner (signalämnen) från mastceller / fagocyter
Histamin är cytokin (basofila gr. & mastceller)

→ Utvidgade blodkärl → fler blodplättar + fibrinogen

M. blod kurr vita blodkroppar

Rödhet orsakas av ökat blodflöde

Storre porer → mer blodvätska trycks ut → ömmande svullnad

→ Lättare för vita att komma ut

Vid längre tids inflammation ansamlas döda fagocyter ⇒ var

Feber

Icke-specifikt försvar

Feber framkallas av pyrogener (ämnen som bildas av fagocyter & vissa bakterier)

Kroppens termostat i hypothalamus höjs

38° < hämmas bakteriers & virus förstoring + immunförsvar snabbare

43° < kroppsegna celler dör

45° < koagulerar proteiner

Interferoner

skydd mot virus

↓
Signalämnen (protein) som sprids från infekterade celler
Fäster vid mottagarcellers membran & stimulerar så protein mot virusförstoring bildas

Aktiverar NK-celler & makrofager

Komplementproteiner

Är del av icke-specifikt men komplement till specifikt

Förekommer som lösleliga molekyler i blodet

Kan aktiveras vid kontakt m. patogen

↓
Aktiva kan

fr bakterier att lysa

→ Fästa till patogen, så upptäcks av fagocyter

→ locka fagocyter till patogener

Specifika immunförsvaret (3:e försvarsn.)

- Adaptiva försvaret => förvärvat försvaret

Aktiveras då infektion börjar få fäste

Sköts huvudsakligen ^{i lymfsystemet} av lymfocyter

Till lymfsystem räknas: lymfkärl, lymfknutar & lymfatiska vävnad

Lymfocyter tillhör de mest avancerade cellerna

Styr i stor utsträckning immunsystemets

Övriga funktioner

↓
i: thymus, mjälte,
halsmandlar & blindtarm

2 grupper

→ B-lymfocyter

B från bursa

T-lymfocyter

mognar i thymus

Antigener & antikroppar

Antigener: molekyler som lymfocyter identifierar som främmande & utlöser försvarsreaktioner då T-lymfocyt receptor fäster

Antikroppar: Bildas av B-lymfocyter & passar på olika antigener

B-lymfocyter

B-lymfocyter har receptorer som passar specifika antigener

• Många B-lymfocyter umr aldrig till användning

När B-lymfocyters ~~en~~ receptorer känner igen antigen:

Aktiveras B-lymfocyter & delar sig (klon bildas)

Celldifferentiering ger upphov till → minnescell

Plasmacell sprider sedan fria antikroppar

OBS! Krävs även att T-hjälpar-celler identifierar samma gen för aktivering

Antikroppar

B-lymfocytens plasmaceller bildar fria antikroppar
(1000st / 1 cell)

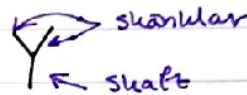
Detta eliminerar ofta patogen

Minnescellerna har lång livslängd $\Rightarrow$ immunitet mot sjukdom

Nästa gång samma patogen kommer: aktiveras produktion av antikroppar
Immun mot sjukdom: då patogen elimineras innan insjuknande

Byggnad

Antikropp är Y-formad



Skänklarna binds till patogens antigener

Byggs av proteiner tillhörande globuliner

~~Antikropparna~~ kallas även: immunoglobiner (Ig)

Patogener dödas

Antikroppar kan klumpa ihop patogener

$\rightarrow$ Kan sitta i vägen

Kan klä in virus, så de ej kan angripa celler

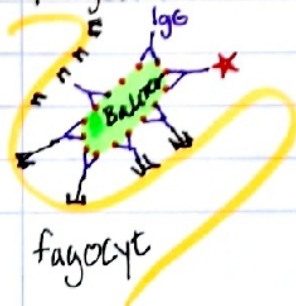
Gör det lättare för fagocyter att hitta patogener (när antikropp sitter på)

Kan aktivera komplementprotein som kan döda patogen

Finns antikroppar för olika ändamål

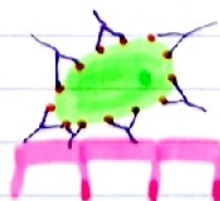
IgG

- Skaft kan bindas till receptorer på fagocyter & komplementproteiner
- $\Rightarrow$ effektivt försvar på patogen täckt m. IgG



IgA

- Mot bakterier på slemhinnor
- $\Rightarrow$ när täta IgA får de inget fäste & kan "sköljas bort"



T-Lymfocyter

T-mördarceller

- Dödar celler som innehåller patogener
- Kroppens celler har proteinkomplex MHC-I på yta
- MHC-I kan binda fragment av proteiner som bildas i cellen
 - ⇒ visar vilka protein som bildas i cellen
- Detsamma då cell innehåller patogen
- T-mördarceller har receptorer mot vissa MHC-I & antigen
 - ⇒ om ^{aktiv}binds anger mördaren ämnen som dödar cellen

Bildas miljontals T-mördare m. olika form på receptorer (inaktiva)
cirkulerar i kroppen & flesta dör efter några dagar utan används

Inaktiv T-mördare möter inficerande cell som passar receptor

↓
T-mördare förklarar sig

↓
Aktiva T-mördare + minnes-T-mördarceller

↓
dödar celler

↓
långlivande & ge immunitet
mot patogen

T-mördare skyddar mot cancer
då tumörceller visar upp avvikande MHC-I

T-hjälparceller

Form av T-lymfocyt som fagocyter presenterar antigener för
Styr aktivitet hos makrofager, B-lymfocyter samt T-mördarceller

Aktivering av T-hjälpare

- Antigenpresenterande celler har MHC-II
- ↳ visar upp fragment av patogenprotein efter fagocytos
- Bildas dagligen många olika T-hjälpare
- ngn har receptorer som passar → T-hjälpare förökas & bildar klon
 - differentiering till minnesceller & aktiva celler
- Aktiva T-hjälpare börjar jobba mot patogen
- & minnesceller som snabbt kan bilda aktiva vid behov.

B-lymfocyter behöver T-hjälpare

B-lymfocyter har MHC-II

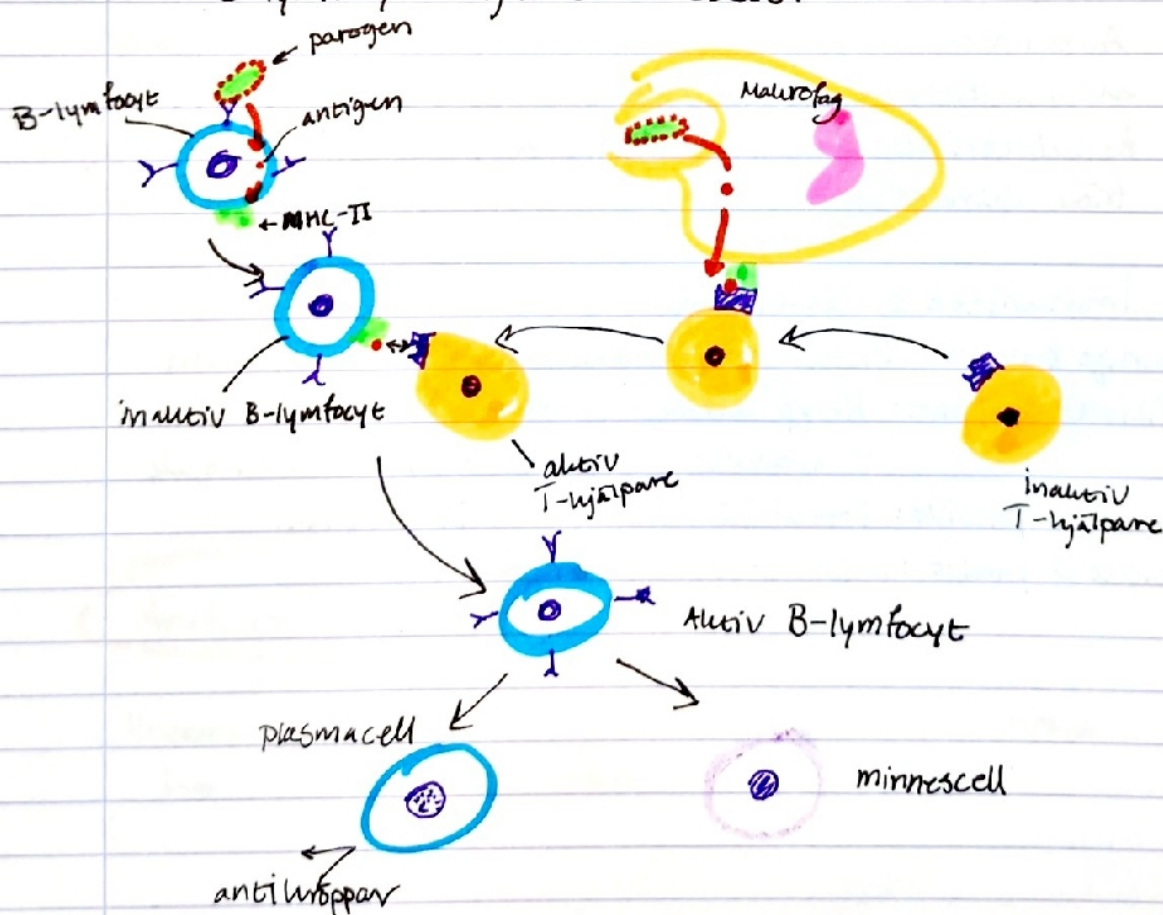
När B-lymfocyters receptorer binder till patogen slukas detta
& antigen visas upp

Om makrofager/dendritiska celler har slukat samma larm

dessa visa upp samma patogen → viss sort T-hjälpare aktiveras

När aktiva T-hjälpare m. rätt receptorer binds till

B-lymfocyt börjar dessa delas.



T-hjälparceller

T-hjälpare aktiverar T-mördare genom cytolinerna
Cytolinerna lockar också fagocyter till platser
m. patogener

HIV angriper T-hjälparceller & kan då ruinera
immunförsvaret. => vad som händer HIV ger AIDS

Variation

viligt bland receptorer för att
kunna hindra patogeners framfart

Autoimmuna sjukdomar

ibland händer att antigen på kroppens celler passar in
på receptorer

B-lymfocyter m. detta måste elimineras

T-lymfocyter som gör detta tvingas begå självmord i thymus

Autoimmuna sjukdomar beror på brister i borttagning
av missbildade lymfocyter

Regulatoriska t-celler kan döda immunceller som angriper
frisk vävnad

Immunitet & Vaccination

Naturligt & aktivt: Bildas B- & T-minnesceller efter infektion

Artificiellt & aktivt: Kropp utsätts genom vaccinering för antigen
=> aktiverar immunförsvaret utan att bli sjuk

Naturligt & passivt: Foster får antikroppar från mamman.

Artificiellt & passivt: Injicerar färdiga antikroppar

Allergier

- Överreaktion från immunförsvar för ngt borde vara tolerant mot

Vanligast: IgE-förmedlad allergi / atopisk allergi

IgE-antikroppar bildas mot proteiner i ofarliga ämnen
dessa ofarliga antigener = allergener

Vid första kontakt m. allergen sker sensibilisering

= B-lymfocyter bildar IgE-antikroppar som fäster

på ~~gr~~ basofila granulocyter & mastceller

⇒ senare kontakt utsöndrar histamin → allergiska symptom

Hösnuva

← Pollenallergi

- Ofarlig allergi

- Irriterade ögon & rinnande näsa

Lindra besvär m. antihistaminer

Nässelfeber

Histamin frigörs i huden → utslag

Kan framkallas av födoämnen

Astma

- Inflammation i luftvägarna = svårt att andas

↓
Allergisk
Barn

→ Ikke-allergisk
Behandling
Vuxna

Anafylaktisk chock

Histamin får blodkärl att vidgas så mycket att de släpper ut vätska

↳ livshotande blodtrycksfall