

Het immuunsysteem: je vecht zonder het te weten en men weet niet alles over het verweer (4,5).

De bedenkingen rond corona en Covid-19 zijn als volgt geordend:

- 1) Infodemie en extended version
- 2) Complottheorie
- 3) Onderzoek heeft uitgewezen, dat...
- 4) Het immuunsysteem (aangeboren)
- 5) Het immuunsysteem (verworven)
- 6) Vaccinatie en anti-vaxxers
- 7) Verschil tussen resistentie tegen antibiotica en inefficiëntie van vaccins.

Als je wil praten over het hot item vaccins en vaccinatie (6), dan moet je dit plaatsen in het menselijk verweer (het immuunsysteem).

Dit is een **systemisch verweer** (verspreid over gans het menselijk lichaam). Het reageert tegen alles wat vreemd en dus bedreigend kan zijn. Het is, zoals de hele menselijke biochemie, complex en verweven en voor een groot stuk niet verstaan.

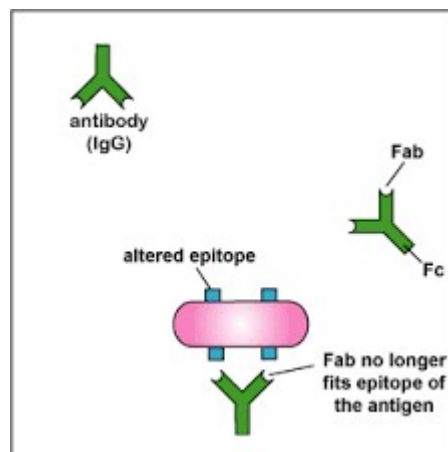
Het werkt met cellen (cellulaire immuniteit) en eiwitten (humorale immuniteit).

Het maakt op een vernuftige manier onderscheid tussen wat vreemd is en wat lichaamseigen.

Er wordt een “zero tolerance policy” gehanteerd.

Al wat vreemd is: “val aan”; wat lichaamseigen: “laat met rust”. Elke vreemde structuur wordt vernietigd en onthouden.

Een **antigen** is een motief (op virus, bacterie,...) waartegen een reactie start en antilichaam-eiwitten worden gevormd. Men zegt dat antigen en antilichaam complementair zijn en passen als een “sleutel-slot”-fitting. (Figuur 1).



Figuur 1: Sleutel-slot-fitting tussen antigen en antilichaam. Sleutel met **antigen-bindend fragment** (Fab) past niet op een gewijzigd motief (“altered epitope”).

Wat lichaamseigen is, wordt met rust gelaten. Dit is niet absoluut, want soms is er een reactie tegen lichaamseigen structuren (auto-antigenen). Het gevolg is auto-immunreactie en -aandoeningen.

Voorbeelden hiervan zijn **MS** (multiple sclerose) en **RA** (rheumatoid arthritis).

Het verweer is opgebouwd uit drie verdedigingslinies met tal van barrières en spelers:

- een resem **fysisch-chemische remmen** (linie 1)
- de “**natural killer(NK)-cellen**” en de **fagocyten** zijn de voortroepen van het witte leger (witte bloedcellen of **leucocyten**) (linie 2);
- de “special forces”: B- en T-lymfocyten. Dit zijn ook weer witte bloedcellen (linie 3).

Linie 1 en 2 noemt men het **niet-specifiek of aangeboren** verweer. Ongeacht welke indringer is er een rem. In de derde linie (**specifiek of verworven**) wordt het verweer specifiek gericht op het betrapte antigen. En er bouwt zich een geheugen op tegen de bestreden motieven. Hier speelt vaccinatie op in.

Het niet-specifiek en het specifiek verweer worden in dit stuk samen behandeld, omdat ze op elkaar inspelen. Het gevecht gebeurt in het lichaam op tal van slagvelden: lymfeklieren, lymfevaten, bloedbaan en weefsel.

Bloed is de rode lichaamsvloeistof in de bloedbanen met drie soorten cellen: de witte (leucocyten), de rode (erythrocyten) en de bloedplaatjes (trombocyten). Cytien zijn altijd cellen, cytologie is de leer van cellen.

Plasma is de heldere bloedvloeistof zonder de cellen.

Serum is de vloeistof, die overblijft na de stollen van het bloed. In de bloedkoek zitten de drie soorten cellen en de stollingseiwitten. De bovenstaande lichtgele vloeistof is het serum.

Serum is nagenoeg hetzelfde lichaamsvocht als plasma, maar niet helemaal. Maar wie maakt hierom ?



Figuur 2: Cellen in het bloed.

1. De eerste linie

Hier speelt de huid en de slijmvliezen in ogen, neus en spijsvertering. Dit is een eerste drempel rond de menselijke vesting. Hoornlaagcellen in de huid bevatten weinig water en zijn nagenoeg ondoordringbaar (tenzij na kwetsuren). Afschilfering van de huid wimpelt de aangelande bacteriën met de glimlach weg. Trilhaartjes in de slijmlaag drijven de vastgekleefde bacteriën elegant naar buiten. Ze krijgen een fluim achterna.

De **zuurtegraad** van de maag ontrolt zeer veel eiwitten van de indringers en de enzymen in de maag verknippen ze verder. Gal in het spijsverteringsstelsel doodt ontsnapte bacteriën.

De **gezonde flora** (bacteriën van divers pluimage, **microbioom** genoemd) maken, via hun aanwezigheid, de indringer diets dat ze niet welkom zijn. Dit is het tweede luik van de eerste linie.

Het derde deel van het eerste front is de **uitstoot van de lichaamsvochten**: plassen, snuiten, tranende ogen, hoesten, diarree en braken. Op deze wijze worden de indringers teruggestuurd. Tranen wassen je ogen zuiver, speeksel spuwt ongewenste gasten naar buiten. Talgklieren met hun vette talg beletten hechting op de huid.

Dit alles vormt een stevige reeks aan fysisch-chemische kraaienpoten en boobytraps. Stevige burcht, deze eerste vesting, denk je. Maar niets in ondoordringbaar. Ook al zorgen de bloedplaatjes voor de stolling bij kwetsuur en belemmeren ze de toegang van micro-organismen.

Samengevat:

- drie linies en een eerste linie met drie luiken: *fysische drempels
*zuurtegraad en darmflora
*uitstoot van vocht
- drie linies: * de eerste twee zijn aangeboren
*derde linie is verworven en werkt met: +humoraal deel (eiwitten)
+cellulaire vleugel

2. De tweede linie

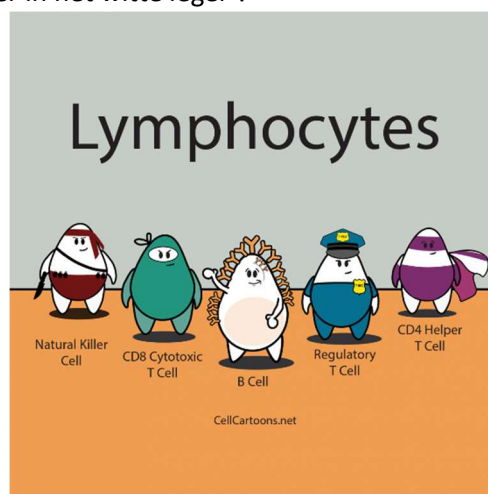
Deze vormt, samen met de eerste linie, de **aangeboren immuniteit** genoemd of het **niet-specifiek verweer**. Ongeacht welke indringer, hij wordt op dezelfde wijze aangepakt. No paseran !

De eerste werkers zijn de natuurlijke killercellen (Figuur 3).

Deze scherpschutters van het verweer schieten hun kogels ("perforines") in bacteriën of beginnende tumorcellen. Ze spatten open en de brokstukken worden opgeruimd.

Een ander soort cellen zijn de **fagocyten** ("vreetcellen"). Ze zijn een soort "pacmannetjes", die de indringers "ruiken". Ze plooiën zich rond de bacteriën en vernietigen ze. Hierbij komen interleukines vrij in de bloedbaan. Deze sturen een trigger naar de hersenen: "indringer gesignaleerd!". Je krijgt koorts. De hogere temperatuur levert een versneld metabolisme op. De hartslag verhoogt en de witte bloedcellen worden met hogere snelheid door de bloedbaan gepompt. Algemene mobilisatie van het immuunsysteem !

Welke troepen zitten er verder in het witte leger ?



Figuur 3: Het witte leger (de lymfocyten).

-de **neutrofielen**. Ze leggen vaak het bijltje in de strijd. De brokstukken vindt men terug in de pus ("etter").

-de **macrofagen**. Deze grote cellen verlaten soms de bloedbaan en gaan patrouilleren in naburig weefsel om ongewenste gasten te bestrijden.

-de **eosinofielen** en de **mestcellen**.

-de **dendritische cellen**. Met hun tentakels grijpen ze de indringers en verhakselen hun prooi. Als triomf presenteren ze de brokstukken aan de rest van het immuunleger. Ze worden daarom ook **antigen-presenterende cellen** (APC) genoemd. Het volgende front weet dan, dat ze tegen deze motieven antilichamen moeten vormen.

Al deze cellen communiceren met elkaar via eiwitten, die men **cytokines** noemt. Een groep van eiwitten, die cellen ("cyten") in beweging zetten ("kinetiek").

Hierop volgt dan het proces van ontsteking (inflammatie) met de symptomen: roodheid, warmte, opzwellling en pijn.

3. De derde linie

a) Humorale verworven immuniteit

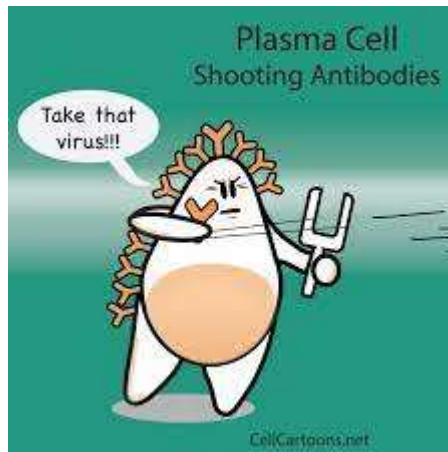
En dan komt de derde falanx in actie . Dit is de **specifiek of verworven** immuunrespons. Weerom zijn hier witte bloedcellen van dienst. Het zijn de lymfocyten, met hierin de **B- en T-lymfocyten**. Dit zijn de "special forces". Het grote verschil met het aangeboren verweer is dat de verworven weerstand slimmer wordt door meegemaakte infecties. Je kan dit verweer opwekken door vaccinaties.

In deze derde linie heeft men een opdeling in: een **humorale** flank en een **cellulair** verweer. Humoraal komt van het Latijnse woord "lichaamssap".

Gespecialiseerde witte bloedcellen (**B-lymfocyten**) groeien vanuit stamcellen in het beenmerg. Ze onderscheiden via een vernuftig contactsysteem lichaamseigen van lichaamsvreemde cellen. Enkel deze laatste worden aangepakt. Ze circuleren in het bloed en het lymfevocht en bij contact maken ze antistoffen (antilichamen) aan tegen de vreemde antigenen.

Antigenen zitten op virussen, bacteriën, schimmels of op eigen cellen, die ziek zijn (kankercellen). Ze krijgen hierbij hulp van de NK-cellen en de dendritische cellen, die het antigen presenteren. Deze pronken met hun buit en de B-lymfocyten herkennen ze. De sleutel past op het slot en gegarandeerd vuurwerk !

Sommige B-lymfocyten worden echte antilichaamfabriekjes (B-effector- of plasmacellen). Ze kunnen tot 2000 antistoffen per seconde maken (Figuur 4).



Figuur 4: B-lymfocyten ontwikkelen zich tot plasma-cellen, producenten van antilichamen.

Andere B-lymfocyten plaatsen de gevormde antilichamen in hun membranen en onthouden het motief. De B-memory-cells zitten zeer lang in het menselijk lichaam met deze voelsprietten in hun buitenkant, wachtend op een volgende aanval van dezelfde aard.

De antilichamen binden op de motieven op het uiterlijk van de bedreiger. Deze worden geremd en kunnen niet meer binnendringen. (Figuur 5). Bovendien gaan ze samenklonteren en worden door het opruimsysteem herkend en vernietigd. Dit is een samenwerking tussen deze derde en de vorige tweede linie.

Gevormde antilichamen kunnen soms ook passief een bescherming geven aan een ander organisme. Via placenta en moedermelk geeft de vrouw antilichamen aan foetus en kind. Dit is een belangrijk voordeel van het geven van borstvoeding.

Bij bepaalde infecties gaat het antigeen een beetje veranderen. Dit gebeurt vaak via mutatie van het genetisch materiaal van het binnendringend organisme. De B-cellen herkennen dit uiterlijk niet meer en een nieuwe immuniteit tegen deze variant moet worden opgebouwd.

b) Cellulaire verworven immuniteit

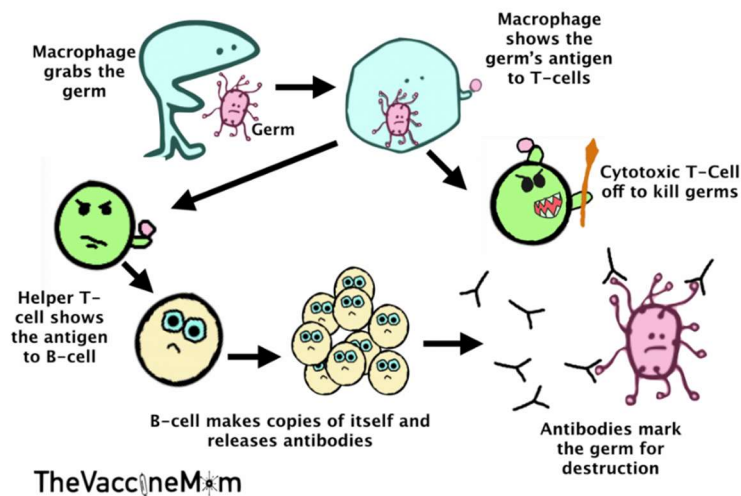
Het tweede deel van de derde linie-verdediging is de **cellulaire immuniteit**. Hoofdrolspelers hier zijn de **T-lymfocyten**.

Dit zijn multi-taskers: ze initiëren ontstekingen, ze roepen de macrofagen op en mobiliseren andere T-cellen. Het zijn de regelneven in het immuunsysteem.

Er zijn drie belangrijke soorten T-cellen: de **TR**-cellen (de regelneven), de T-helpercellen (**Th**) en de cytotoxische cellen (**Tc**). Helpers kunnen niet doden, maar communiceren met de B-cellen. Ze geven de boodschap door aan Tc-cellen en killercellen en deze kunnen de antigenen vermoorden. Th-cellen bevatten CD4-eiwitten in hun membraan en hierop landt het HIV.

Figuur 5 toont de diverse cellulaire spelers in het verweer.

Adaptive Immune System (in a nutshell)



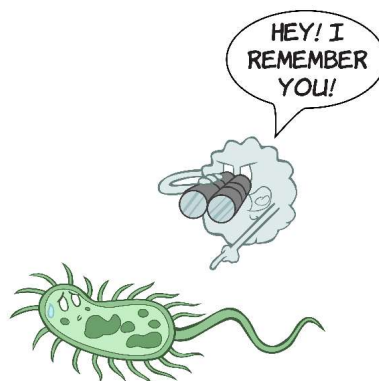
Figuur 5: Specifiek of verworven immuunsysteem.

Communicatie is hier van levensbelang en dit gebeurt via boodschapper-eiwitten, celmembraanvoelsprietten en een dubbele controle. Het is immers noodzakelijk een duidelijke onderscheid te maken tussen lichaamseigen en lichaamsvreemd. Gebeurt dit niet dan ontspoorde immuniteit in hypersensitiviteit (allergie) of auto-immuniteit.

Hypersensitiviteit kan variëren van de ernstige variant (anafylactische shock) naar vertraagde overgevoeligheid (vb. contact-allergie tegen nikkel).

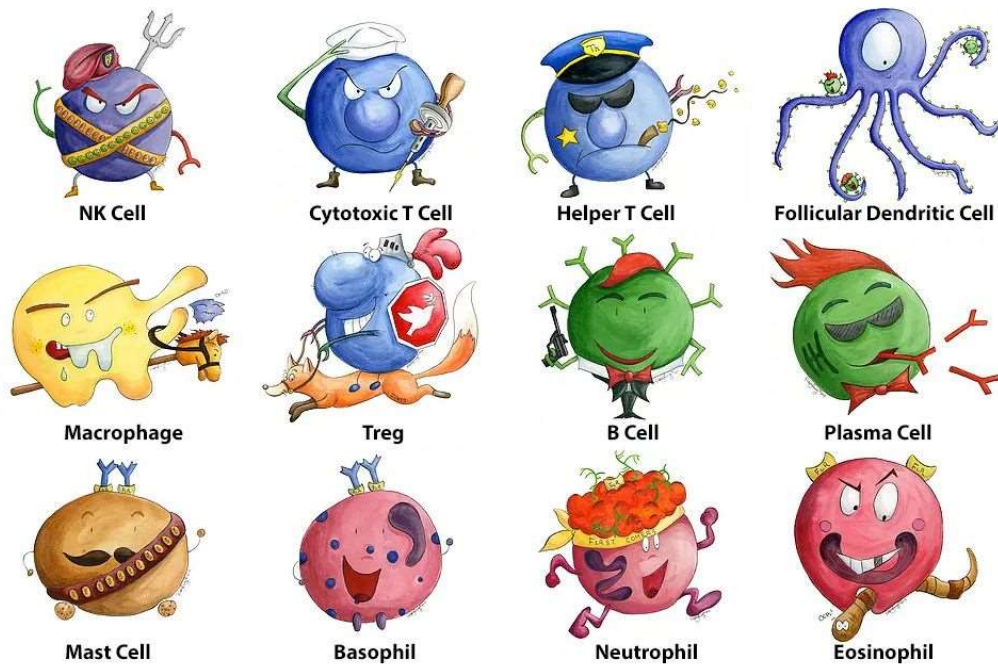
Auto-immuniteit kan het gevolg zijn van gekende of onbekende oorzaken. Voorbeelden van ongekende oorzaak (primaire auto-immuniteit) zijn multiple sclerose en reumatoid artritis.

Als gevolg van een doorgemaakte ziekte bouwt het immuunsysteem een geheugen op voor de geziene antigenen. Hierdoor blijven lange tijd B- en T-geheugencellen in het lichaam achter en levert een immuun-zijn op.

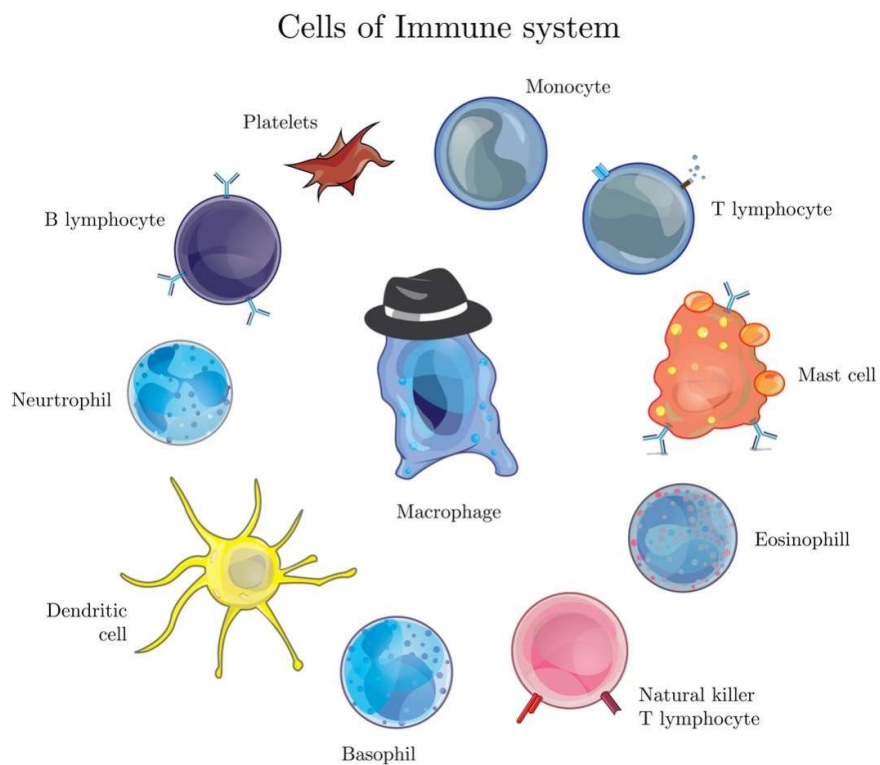


Figuur 6: Geheugencellen circuleren lange tijd in het menselijk lichaam en herkennen reeds geziene motieven.

Figuur 7 geeft een idee van de immuun-spelers en hun rol. Terwijl figuur 8 een meer realistisch beeld geeft van de belangrijkste cellen met hun vorm.



Figuur 7: de cellen in het immuunsysteem en hun actie.



Figuur 8: de cellen van het immuunsysteem met een idee omtrent hun vorm.

Het immuunsysteem:

1) is aanwezig in gans het lichaam (systemisch);

- 2) maakt een **onderscheid** tussen vreemde structuren ("aanvallen!") en lichaamseigen motieven ("afblijven!");
- 3) is deels **aangeboren** en voor een groot stuk **verworven**;
- 4) spreekt met cellen (breed gamma aan witte bloedcellen) en eiwitten (cytokines en immunoglobulines of antilichamen).
- 5) kan ontsporen:
 - a) tekort schieten (**immuundeficiëntie**, vb. Aids: "acquired immune deficiency syndrome")
 - b) overactief worden tegen "onschuldige" motieven (**allergie**)
 - c) door zich tegen lichaamseigen structuren te keren (**auto-immuunaandoeningen**)
- 6) daar moet je rekening mee houden bij:
 - a) **transfusie** van bloed (ABO- motieven en Rhesis-antigenen op de rode bloedcellen)
 - b) **transplantatie** van cellen in een orgaan (HLA-antigenen op celmembranen) van "graft" naar "host"
 - c) **kanker** (lichaamseigen cellen, die transformeren in bedreigende woekergroei)
- 7) heeft een **geheugen**
- 8) kan je **gebruiken**, amper misbruiken
 - a) **passief** (door injectie van kant en klare antilichamen). De enige actieve reflex is je mouw opstropen en de spuit ontvangen
 - b) **actief** (door te vaccineren, zie deel 6: vaccins en anti-vaxxers)
 - c) in de **immuun-diagnostiek** gebruikt men specifieke zoekertjes (antilichamen) bij het opsporen van antigenen of omgekeerd antigenen om specifieke antilichamen op te zoeken.
 - d) in de **immuun-therapie** worden deze monoclonale (MAB's) antilichamen gebruikt om eiwitten, die men niet wenst te zien werken, te blokkeren. Anderzijds kan men deze magische kogels gebruiken om hierop een celdodende stof te binden en ze selectief af te leveren op een doelwitcel.

4. Gebruik van het immuunsysteem

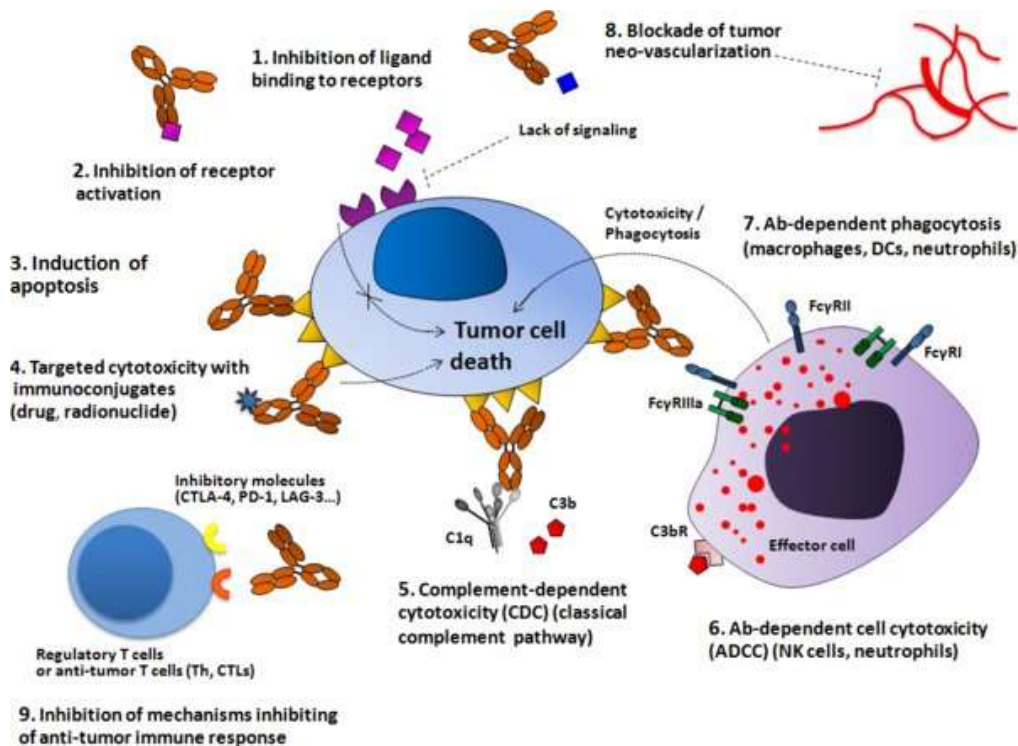
- a) Passief (antiserum)
- b) Actief (vaccinatie)
- c) Immune-diagnostiek (immuno-assays)
- d) Immune-therapie

Omwille van het actueel belang van immunotherapie in de behandeling van kanker (**tumor immunologie**) is het interessant de verschillende benaderingen samen te brengen.

Het gebruik van monoclonale antilichamen (gericht tegen één epitoom en gemaakt door één soort B-cel) kan hier geplaatst worden.

Mab staat voor "**M**onoclonal **antib**odies". Als je ergens een geneesmiddel onder ogen krijgt met uitgang **-mab**, weet dan dat het gaat om een specifiek antilichaam, gericht tegen een bepaald motief en met de bedoeling deze te hinderen of uit te schakelen.

Figuur 9 vat de variabele inbreng van monoclonale antilichamen in het hinderen en afslachten van kankercellen samen.



Figuur 9: Variabele aangrijpingspunten van Mab's in de strijd tegen kanker(cellen).

Aangrijpingspunt 1 en 2: vele liganden (vaak hormonen) binden op receptoren in de membraan van cellen en zetten een proces van celdeling in gang. Door het gebruik van Mab's kan men ofwel de ligand (1) of de receptor (2) binden en dit proces hinderen.

Aangrijpingspunt 3 tot 7: door de binding van de antilichamen op tumor-specifieke antigenen kan een proces van apoptose (geprogrammeerde celdood) gestart worden (3). Vergeet het moeilijk woord.

Men kan op deze antilichamen cytostatica of radioactieve stralers binden. Ze worden dan selectief geleverd op kankercellen (4)

De binding van het antilichaam trekt andere factoren in het bloed aan (complement-eiwitten) en er start een proces van celperforatie en een leeglopen van de cel (5).

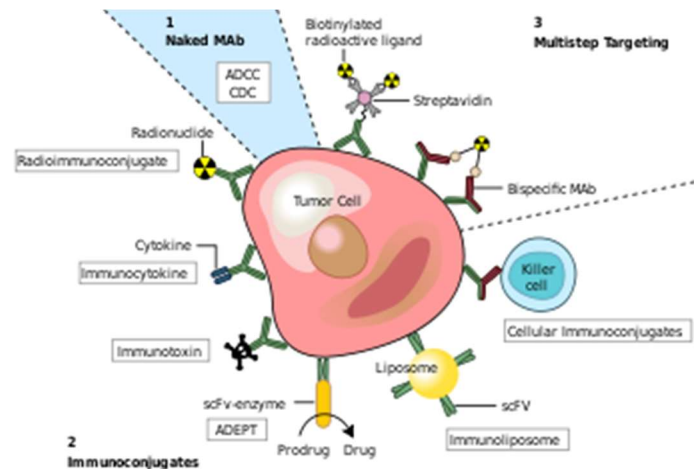
Verder zal deze binding er voor zorgen dat NK-cellen en neutrofielen ter plaatse hun celdodende inhoud in de kankercel pompen (6).

Makrofagen en neutrofielen kunnen, na binding op de cellen bezet met een antilichaam, door fagocytose een opvreten van de cel geven (7).

Aangrijpingspunt 8: door antilichamen te gebruiken als remmers op bloedvataanmaak in de tumormassa gaan de cellen in de tumor in zuurstofnood komen en afsterven. Men noemt dit *angiogenese-remming*. Lap daar heb je te weer !

Aangrijpingspunt 9: motieven op anti-tumorcellen kunnen er voor zorgen dat de aanval op kankercellen niet gebeurt. Door met Mab's deze motieven te bedekken, valt de rem weg. Men kan de efficiëntie nog verhogen, door een combinatie van twee antilichamen te gebruiken (één tegen het PD-1 en één tegen het CTLA-4 motief). Dit is het zogenaamd inspelen op de **immuno-checkpoints** (aanvallen of afblijven). Een uitgebreid artikel in het laborantentijdschrift van België is op aanvraag verkrijgbaar.

Figuur 10 vat op therapie-niveau de drievoudige aanpak van een kankercel samen.



Figuur 10: drievoudige aanpak van een kankercel door Mab's.

Men kan de Mab's als naakte antilichamen gebruiken (Deel 1: "naked Mab").

Maar men kan ze ook koppelen op een radioactieve stof of een toxine (cytostaticum) of een cytokine, dat de immuuncellen aantrekt.

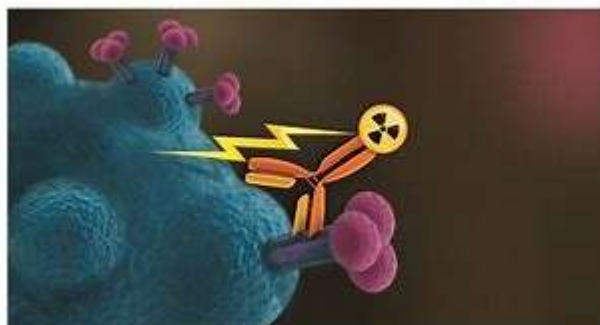
Een andere strategie is het koppelen aan een enzym, dat een prodrug in het eigenlijk, werkend geneesmiddel omzet. Het gegeven middel in zijn inactieve vorm (en mogelijk ook minder toxisch) wordt alleen geactiveerd (en celtoxisch) op de plaats waar de tumorcellen, bedekt met het conjugaat, zitten.

Het enzym kan (verpakt in een liposoom-vetdruppel) via membraanfusie in de kankercel komen. Ook kan een antilichaam een brug maken tussen een killer-cel en een kankercel.

Dit zijn allemaal voorbeelden van **immunoconjugaten**.

Een derde vorm is de **multistep targeting**. Hierbij kunnen bispecifieke antilichamen ingezet worden met bindplaats op kankercel en bindplaats op een radioisotoop. Men kan ook een antilichaam, gekoppeld op streptavidine laten binden en dan een biotine-gelabelde isotoop toevoegen. Streptavidine en biotine hebben een zeer sterke kleefkracht voor elkaar. Streptavidine heeft vier bindingsplaatsen voor biotine. Dit geeft aanleiding tot het dumpen van vier radioactieve elementen op één plaats.

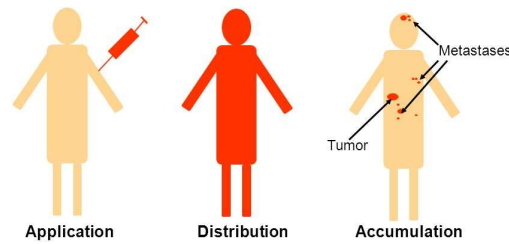
Figuur 11 illustreert de actie van een radio-immunoconjugaat.



Figuur 11 : Actie van een radio-immunoconjugaat.

Het gebruik van de conjugaten omschrijft men plastisch als “magic bullets” (Figuur 12).

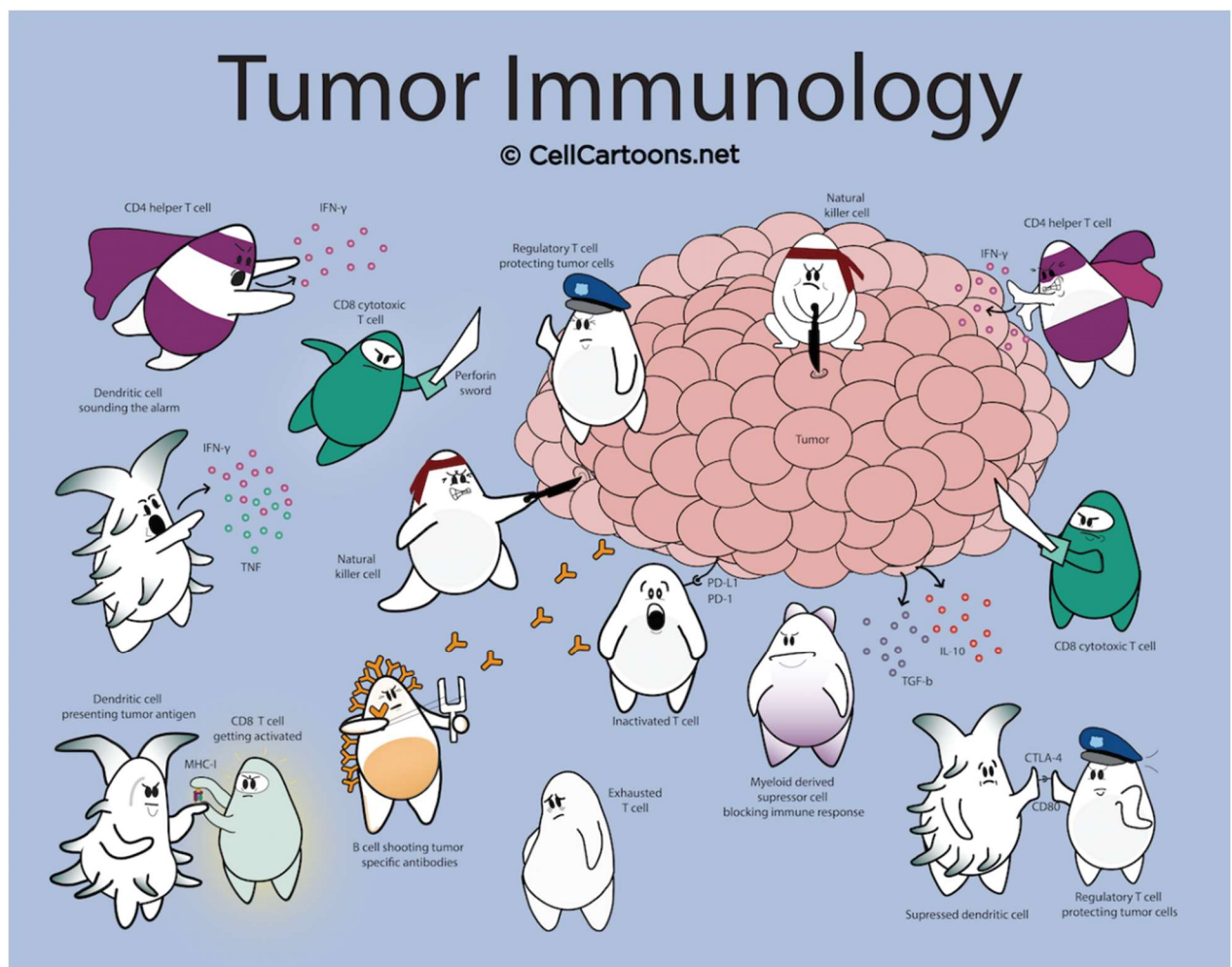
„Magic Bullet“ Approach



Kantonsspital Basel
Universitätskliniken

Figuur 12: Magische kogels, die selectief accumuleren op tumorcellen (zowel primaire, als secundaire tumoren=metastasen).

Figuur 13 illustreert hoe complex de leer van de tumor immunologie is. Inzicht hierin leert ons ze te bespelen (zie hierboven met de Mab's).



Figuur 13: de spelers in de tumor-immunologie.

Hoe meer men achterhaalt hoe complexer het is, niet alleen in dit deelgebied van de immunologie. Dit maakt dat elk lineair verband leggen tussen feit 1 en gevolg 1 onverantwoord simplistisch is en wetenschappelijk onverantwoord.

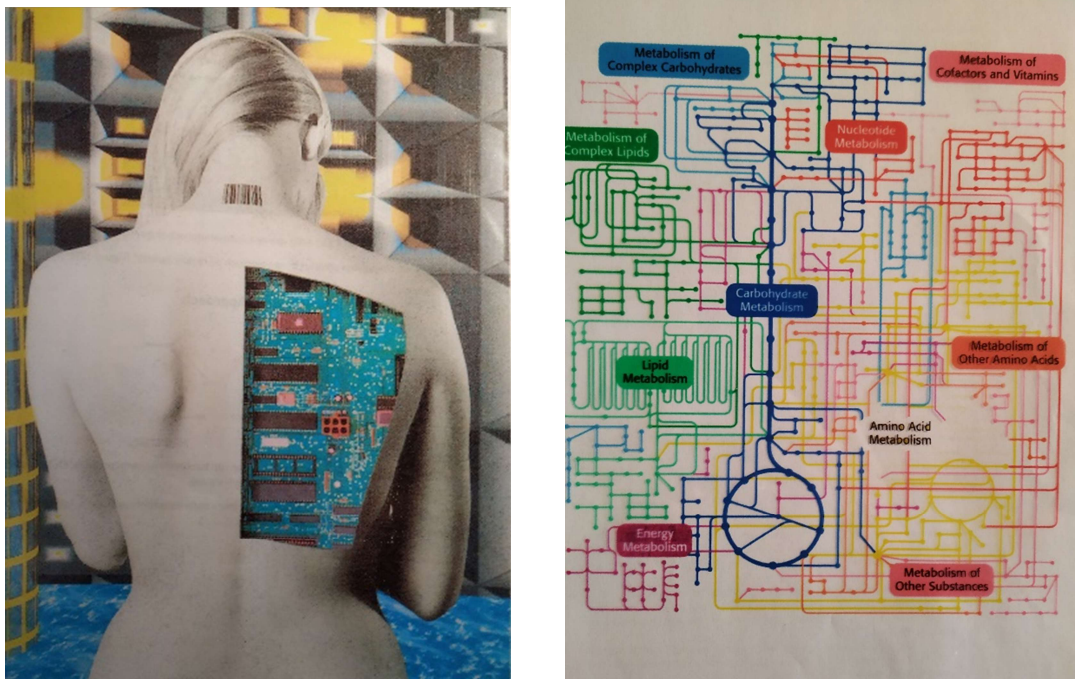
Weerom komt hier naar voor dat er antagonistische processen spelen: stimuleren en remmen. Er zijn Th (helper)-cellen en Ts (suppressor) cellen.

Dit zorgt voor een immuun-balans, niet te veel en niet weinig.

Andere voorbeelden van antagonistische processen in het menselijk lichaam zijn:

- groeifactoren en tumor suppressor-eiwitten
- hormonen met antagonistische actie (insuline en adrenaline)
- stollen en lysis in het bloed (stollingseiwitten en fibrinolytische enzymen)

De mens zit inderdaad uitgebalanceerd en complex in elkaar (Figuur 14).



Figuur 14: De mens is een complex wezen.

Het leven is bloedstollend mooi, maar trombotisch bedreigend.

Life is a thin line between love and hate !

In de biochemie is reeds veel verstaan, maar niet alles begrepen. Met meer inzicht komen er andere nog onbegrepen processen aan het licht. Het is lijk de Russische poppetjes.

Om dit te illustreren volgt hier het voorbeeld van de interactie tussen het HIV-virus en de T4-cel van de mens.

Het virus heeft een landingseiwit gp120 dat sleutel-slot-fittend past op het CD4-eiwit in de membraan van de menselijke immuuncel. Door membraanversmelting komt het erfelijk materiaal van het virus (hier RNA) in de T4-cel en deze maakt het virus aan. De cel spat open en het virus kan opnieuw andere T4-cellen gaan invaderen. Het aantal helpercellen (T4) neemt af en de balans tussen helper- en

suppressor-cellen is verstoord. Het evenwicht slaat door in de richting van immuunonderdrukking. Men wordt immuundeficiënt, vandaar de naam AIDS (“acquired immune deficiency syndrome”). Dit is een voorbeeld van de antagonistische processen, die spelen in de menselijke biochemie.

Vooraleer men wist dat het ging om een virale oorzaak noemde men de ziekte GRID (“gay related immune deficiency”). Later werd de oorzaak achterhaald en men kreeg meer en meer inzicht. Zo ontdekte men verder dat er mensen waren, die immuun bleken voor HIV-besmetting. Men zag dat er een tweede interactie nodig was om het binnendringen te veroorzaken. Deze personen hadden een mutatie in de beide genen, die coderen voor een CCR5-eiwit. Hierin ontbraken tweendertig letters in de boodschap. Het gebrekkig eiwit plooit anders en vervult zijn kleeffunctie niet. De virus komt niet binnen en er is geen aanmaak van nieuwe virusdeeltjes.

Eén, dit illustreert dat elke nieuwe ontdekking een andere verbergt.

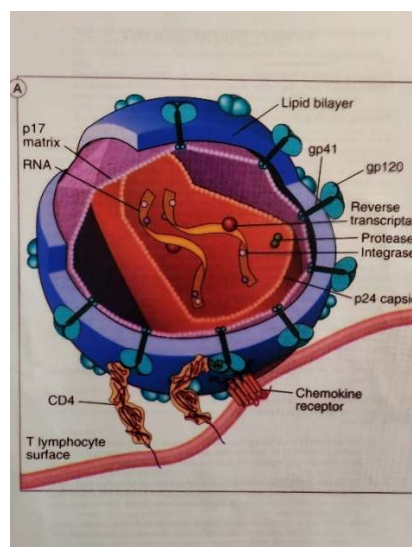
Twee, inzicht maakt dat er dan weer toepassingen komen, al of niet toegelaten.

Hier situeert zich het voorval van de niet toegelaten manipulatie van geslachtscellen via de Crispr-Cas techniek door de Chinese onderzoeker He Jiankui. Hij manipuleerde de bevruchte eicel met deze zeer selectieve, plaatsgerichte ingreep. Hij paste het CCR5-gen aan met weghalen van de 32 (basen)letters. Tijdens de inplanting van deze bevruchte en gemanipuleerde eicel ontwikkelde zich een embryo met in alle cellen het foutieve gen. Het kind kreeg op die wijze een aangeboren immuniteit tegen HIV.

Wie meer wil weten over het beest “Crispr Cas” kan terecht bij het toegankelijk boek van Hetty Helsmoortel “De geknipte genen” (Borgerhoff en Lamberigts; ISBN 9789463931526).

De wetenschapper werd uit de universiteit verwijderd en kreeg gevangenisstraf opgelegd. Soms moet je als wetenschapper de sprong wagen. Alleen, wanneer is de tijd daar rijp voor? Was He Jiankui wat prematuur? Was hij een held of een gek? Wie betaalt voor de schade die de gemanipuleerde kinderen en hun nageslacht als zou blijken dat er andere gevolgen zouden zijn?

Soms blijkt de grens tussen Nobelprijsgenialiteit en onverantwoorde roekeloosheid flinterdun.



Figuur 15: De landing van het HIV-virus op de membraan van de T4-cel (lymfocyt met helperfunctie). Het landingseiwit gp120 bindt op het CD4-membraaneiwit van de helpercel.

Om de hechting beter te maken en te zorgen dat het erfelijk materiaal van de virus in de cel komt, blijkt nog eens een interactie nodig met een CCR5-eiwit (chemokine co-receptor type 5) in de T4-cel.

Het lichaam zit zo ingenieus in elkaar en daarom blijft er voorlopig veel niet begrepen. Maar dat maakt het mooi en anders dan wetten in de fysica of oplosbaarheden van chemische verbindingen. Het oplosbaarheidsproduct van AgCl is al jaar en dag 10^{-18} . Boring story. Dit zal het afsluitend stuk zijn in de reeks van biochemische beschouwingen.

Harry Robberecht Dr Sc.
UA, departement farmaceutische wetenschappen
Dienst Bromatologie