

HET IMMUUNSYSTEEM



De belangrijkste functie van het immuunsysteem is ons te beschermen tegen infecties die veroorzaakt worden door bacteriën, virussen, parasieten of schimmels. Daarnaast speelt het immuunsysteem ook een rol in het herkennen en doden van zieke lichaamscellen, zoals kankercellen. In het immuunsysteem werken een groot aantal cellen en moleculen samen om ons lichaam te verdedigen.

In het immuunsysteem onderscheiden we de aangeboren immuniteit die over het algemeen uit een reeks vooraf geprogrammeerde reacties op ziekteverwekkers bestaat die niet veranderen tijdens de levensloop van het organisme. In de evolutie is dit de oudste vorm van immuniteit. Het adaptieve immuunsysteem, waarbij de immunreactie aan de ziektekiem wordt aangepast, verscheen pas met de komst van kraakbeenachtige vissen. Het immunologisch geheugen vormt een uniek aspect van het adaptieve immuunsysteem: bij een tweede contact met een ziektekiem zullen we ons sneller en beter kunnen gaan verdedigen.

Het immuunsysteem bestaat uit een aantal cellen, organen en eiwitten die samenwerken om het lichaam tegen externe bedreigingen te beschermen. Als één van de componenten van het immuunsysteem ontbreekt of niet goed functioneert met als gevolg een verhoogde vatbaarheid voor infecties, spreken we van een immuundeficiëntie.

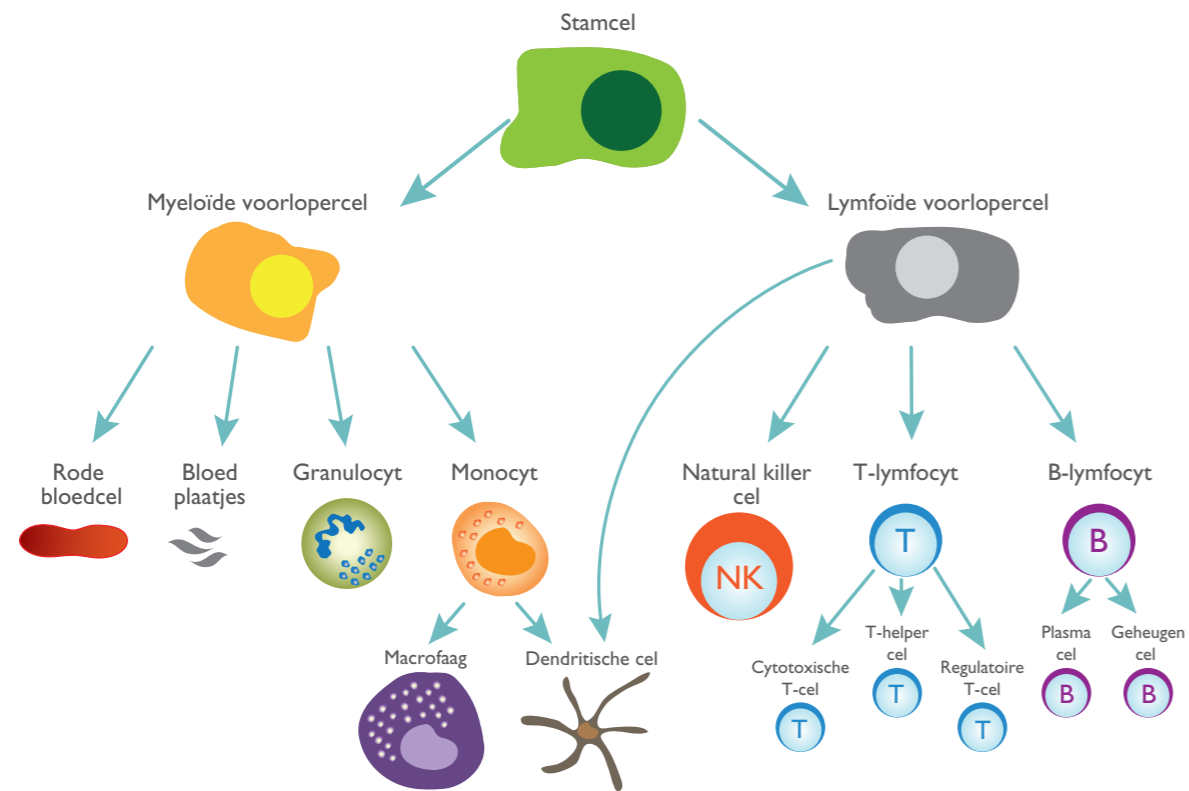
Hieronder vindt U een beschrijving van de voornaamste componenten van het immuunsysteem en hun functie.

A. Cellen

Alle bloedcellen ontstaan uit een zogenaamde voorlopercel of stamcel. De stamcel kan zich ontwikkelen langs de "myeloïde" of de "lymfoïde" weg.

De cellen van het immuunsysteem ontwikkelen deels uit de myeloïde voorlopercellen en deels uit de lymfoïde voorlopercellen. Ze vormen de groep van de leukocyten (of witte bloedcellen). In totaal zijn er meer dan 10 miljard leukocyten in het lichaam. Leukocyten worden onderverdeeld in diverse subgroepen, elk met andere verschijningsvormen en functies. Bij elke stap in het immuunantwoord zijn de verschillende cellen in min of meerdere mate betrokken.

Eenvoudig schema van de oorsprong van de bloedcellen



- **Fagocyten** spelen een rol in het opnemen van bacteriën of andere bacillen die voorbij de huid of slijmvlies barriere doorbreken.
 - **Granulocyten** zijn te vinden in het bloed, de huid en de slijmmembranen en zijn in staat om ongewenste kiemen te doden dankzij de enzymen bevat in hun granules en dankzij de productie van toxische zuurstofradicalen. Ze spelen ook een belangrijke rol in de genezing van wonden.
 - **Monocyten** circuleren in het bloed en kunnen of naar de milt of naar de weefsels migreren. In de weefsels differentiëren ze zich naar **macrofagen**. Monocyten en macrofagen zijn in staat ziekteverwekkers te verwijderen door "fagocytose". Er is een overvloed aan macrofagen in de huid, longen, milt en lever. De verteerde fragmenten van de ziekteverwekker kunnen door de macrofaag aangeboden worden voor herkenning door andere cellen van het immuunsysteem.
 - Een andere cel die in dit herkenning proces een cruciale rol speelt is de zogenaamde **dendritische cel**, die kan afstammen van zowel de myeloïde als de lymfoïde voorloper cel.
- **Lymfocyten** : er bestaan vele verschillende soorten lymfocyten, maar ze worden ingedeeld in drie hoofdgroepen: T-cellen, B-cellen en natural killer cellen.
 - **T-cellen** ontwikkelen in de thymus en worden tevens onderverdeeld in drie majeure groepen, te weten cytotoxische T-cellen en T-helpercellen en regulatorie T-cellen
 - **Cytotoxische T-cellen** kunnen geïnfecteerde of beschadigde cellen herkennen en deze vernietigen.
 - **T-helpercellen** helpen in de productie van antistoffen en dirigeren het immuunantwoord doordat ze specifieke eiwitten produceren.
 - **Regulatorie T-cellen** moeten overdreven of schadelijke immuunantwoorden helpen voorkomen.
 - **B-cellen** ontwikkelen zich vnl. in het beenmerg maar, op het moment van een infectie, rijpen in de secundaire lymfoïde organen uit tot **plasmacellen** met als voornaamste functie het produceren van antistoffen of immunoglobulines.

Een geactiveerde plasmacel kan tot 2000 antilichamen per second produceren. De **geheugencellen** onthouden na de eerste infectie de antistof die ze aanmaakten tegen de ziekteverwekker en zullen bij een nieuw contact zorgen voor een snellere aanmaak van de antistof.

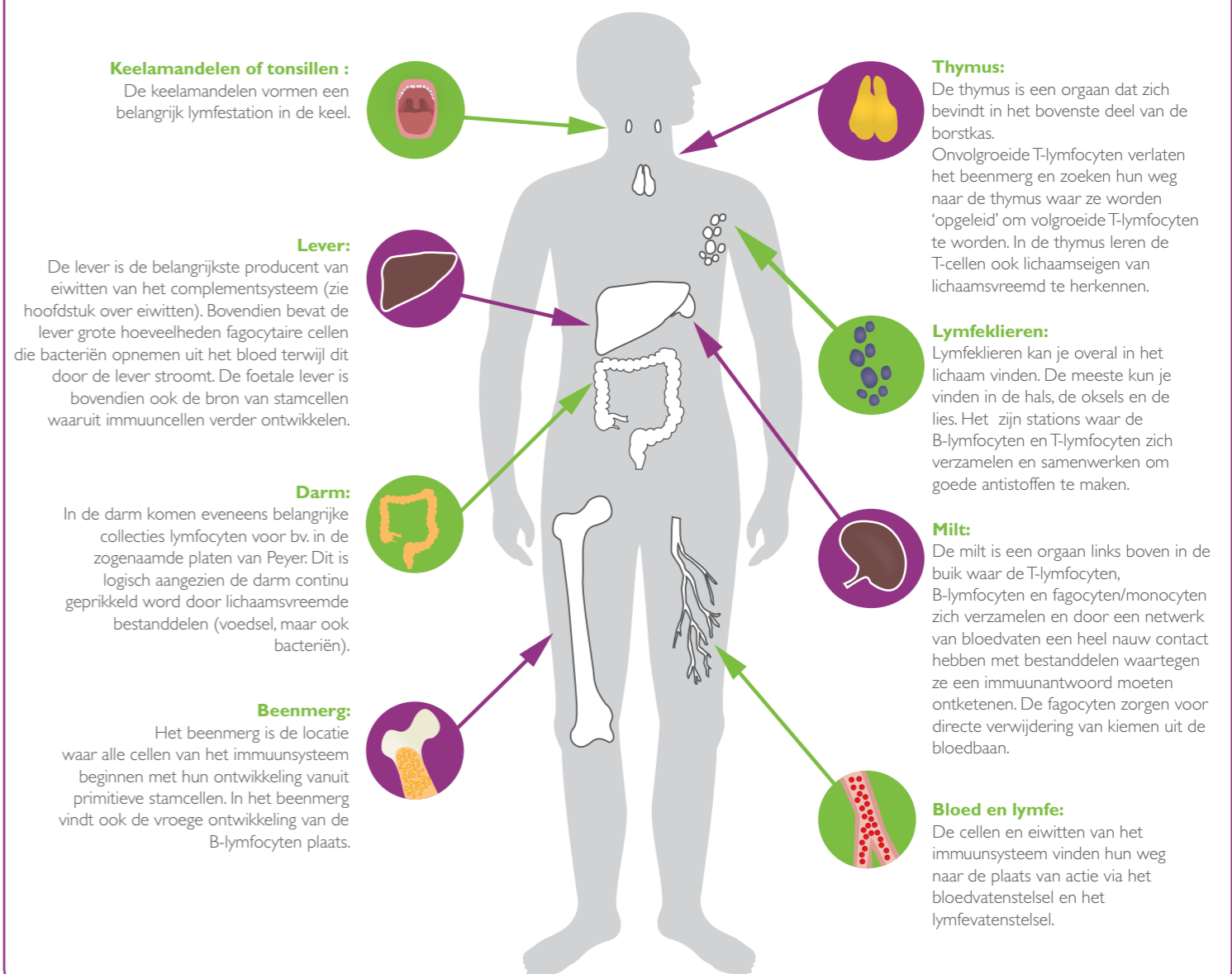
- **Natural Killer cellen** zijn grote lymfocyten die in het bloed circuleren of in de weefsels voorkomen en daar cellen doden die als lichaamsvreemd herkend worden, bv. cellen geïnfecteerd door een virus of tumorcellen. De Natural Killer cellen ontwikkelen zich uit de lymfoïde voorlopercel in het beenmerg maar hebben geen specifieke opleidingsstap in de thymus.

Andere belangrijke bloedcellen die geen deel van het immuunsysteem uitmaken zijn :

- **Erythrocyten of rode bloedcellen** ontwikkelen zich uit de erythroïde/myeloïde reeks en hebben een essentiële rol in het zuurstoftransport in ons lichaam.
- **Thrombocyten of bloedplaatjes** ontwikkelen uit de myeloïde voorlopercel en zijn essentieel voor de bloedstolling.

B. Organen

Schema van de organen die een rol in het immuunsysteem spelen



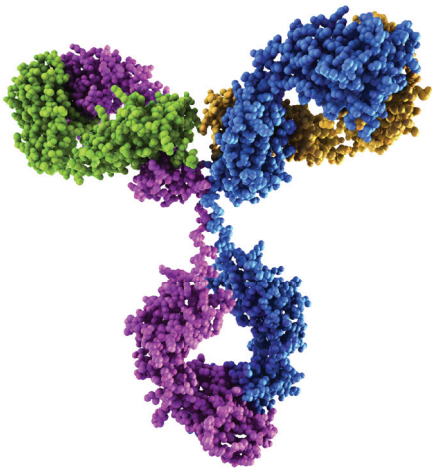
Thymus en beenmerg zijn de zogenaamde primaire lymfoïde organen.

De secundaire lymfoïde organen zijn het toneel van immuunantwoorden. Tot de secundaire lymfoïde organen behoren de lymfeklieren, de milt en de lymfoïde weefsels die ter hoogte van de slijmvliesen voorkomen, zoals de tonsillen.

C. Eiwitten

- **Antilichamen** (ook immunoglobulinen genoemd) zijn Y-vormige glycoproteïnen. We onderscheiden vijf klassen: IgG, IgA, IgM, IgD en IgE.

3D vorm van een IgG



- **IgG** is het meest voorkomende antilichaam in het bloed. Tijdens de zwangerschap gaat IgG van de moeder, via de placenta, naar de baby. Wanneer een baby geboren wordt, zorgen deze antilichamen van de moeder voor bescherming tot het moment waarop het kind zijn eigen antilichamen begint te leren produceren (rond de leeftijd van zes maanden). IgG-antilichamen worden opgedeeld in vier subgroepen: IgG₁, IgG₂, IgG₃ en IgG₄. Deze subgroepen staan bekend als IgG-subklassen en hebben verschillende functies bij de bescherming van het lichaam tegen infecties.
- **IgA** is het meest voorkomende antilichaam op de slijmvliezen: de mond, oren, ogen, keel, luchtwegen binnen de longen, het maag-darmkanaal, de genitaliën, voorhoofdsholtes en neus. We vinden het dan ook terug in moedermelk. Het belang van IgA bij het beschermen van onze slijmoppervlakken kan niet sterk genoeg benadrukt worden.
- **IgM** is het grootste antilichaam. IgM wordt hoofdzakelijk geproduceerd in de vroege fasen van een infectie.
- **IgD** en de functies hiervan in het lichaam zijn nog steeds grotendeels onbekend.
- **IgE** speelt een rol in de verdediging tegen wormen en parasieten. Helaas heeft IgE ook een belangrijke rol in allergische aandoeningen.

- **Complementsysteem** : groep van meer dan 25 eiwitten die in een soort kettingreactie zorgen voor het vernietigen van ziekteverwekkers of pathogenen. Bepaalde componenten bedekken ook de ziekteverwekker zodat deze beter kan weggevoerd worden door de fagocyten.
- **Cytokinen** : signaalmoleculen in het immuunsysteem die specifieke cellen stimuleren of onderdrukken of recrutereren.

Al deze componenten van het immuunsysteem werken samen voor de efficiënte verdediging van ons lichaam tegen ziekteverwekkende indringers.

Baxter wenst Professor Isabelle Meyts van UZ Leuven en Dokter Catherine Heijmans van Hôpital Universitaire des Enfants Reine Fabiola te bedanken voor het adviseren en het nalezen van die brochure.

Referenties :

1. Immune Deficiency Foundation (IDF). Patient and family handbook. Beschikbaar op: http://www.primaryimmune.org/publications/book_pats/book_pats.htm
2. National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID). Brochure 'Understanding the Immune System How it works.' Beschikbaar op : <http://www.niaid.nih.gov/topics/immunesystem/documents/theimmunesystem.pdf>