

Het immuunsysteem en de mogelijke osteopathische
beïnvloeding hiervan

Voorwoord

De verwezenlijking van deze thesis werd mogelijk dankzij de ondersteuning van heel wat mensen die ik hiervoor graag wil bedanken.

Ten eerste wil ik mijn promotor Stefan Alen hartelijk bedanken voor zijn begeleiding tijdens het schrijven van deze thesis. Hij stimuleerde mij o.a. om ook het vaccinatieprobleem nader te bestuderen en gaf me vele adviezen en raadgevingen.

Daarnaast wil ik mijn ouders danken. Zij hebben me gestimuleerd en gemotiveerd en lazen – soms met enige moeite wegens de medische taal – mijn thesis door op zoek naar spelfouten.

Ook wil ik Caroline en mevrouw Slop bedanken die mij geholpen hebben met de Engelse versie van de samenvatting.

Tot slot wil ik ook graag Phillipe du Paepe en Virginia Cool bedanken voor al hun informatie omtrent het lymfestelsel. Door hun opleiding Manuele lymfdrainage ad modum Vodder ben ik zeer geïnteresseerd geraakt in het immuunsysteem en de beïnvloeding hiervan.

Inhoudsopgave

Inleiding	5
1. het immuunsysteem	6
2. afweer	6
aspecifieke afweer	7
specifieke afweer	9
ontwikkeling T-lymfocyten	10
ontwikkeling B-lymfocyten	11
3. immuniteit	13
actieve immunisatie	14
passieve immunisatie	14
aangeboren immuniteit	14
verworven immuniteit	15
4. oorsprong immuunsysteem	15
4.1 structuur van het lymfatisch systeem	18
5 organen van het lymfatisch systeem	20
5.1 thymus	20
5.2 milt	22
5.3 lymfatisch systeem	24
5.3.1 opbouw lymfesysteem	26
5.3.2 lymfevaten	27
5.3.3 lymfeknopen	28
5.3.4 lymfeknooppakketten	33
5.3.5 lymfecirculatie	37
5.4 tonsillen	38
5.5 darmen	38
5.5.1 anatomie darmen	38

5.5.2 bloedvoorziening	42
5.5.3 bezenuwing	43
5.5.4 lymfeklieren en immuunsysteem	44
5.5.5 darmflora	45
6 beïnvloeding van het immuunsysteem	47
6.1 humane onderzoeken	47
6.2 mogelijke osteopathische relaties	49
6.2.1 neurologisch	49
6.2.1.1 inleiding	54
6.2.1.2 hypothalamus-hypofyse-bijnier-as	54
6.2.1.3 beïnvloeding middels cranio-sacrale therapie	57
6.2.1.4 beïnvloeding via het os hyoideum	59
6.2.1.5 beïnvloeding via het OAA	60
6.2.1.6 innervatie (lymf)organen vanuit wervelkolom	62
6.2.1.7 n. phrenicus	63
6.2.1.8 smooth muscles in lymfatisch systeem	63
6.2.2 anatomische relaties	64
6.2.3 fasciale relaties	65
7 vaccinaties	67
7.1 historie	67
7.2 negatieve berichten, humaan	68
7.3 negatieve berichten, huisdieren	71
7.4 kritische aandachtspunten	72
7.5 vaccinaties en osteopathie	75
7.6 laatste ontwikkelingen	76
7.7 conclusie	78
Besluit	79
Literatuurlijst	85
Lijst van illustraties	87

Inleiding

Tijdens mijn opleiding Manuele Lymfdrainage ad modum Vodder werd mijn interesse in het lymfesysteem opgewekt. Zo werd onder andere gesteld dat je door invloed uit te oefenen op het lymfesysteem, je ook invloed zou kunnen hebben op het immuunsysteem.

Na wat onderzoeken gelezen te hebben kwam ik tot interessante ontdekkingen, zoals de complexiteit van het immuunsysteem en de (on)zin van vaccinaties. Bij mij kwamen vragen naar boven: 'kan je als osteopaat invloed uitoefenen op het immuunsysteem?' en 'hoe kijk je als osteopaat tegen het inentingsbeleid aan?'.

Tijdens mijn literatuuronderzoek heb ik kennis gemaakt met het begrip 'immuniteit', de verschillende soorten 'afweer' en 'immunisatie', hoe deze tot stand komen en de belangrijke functies van de T- en B-lymfocyten. Daarnaast heb ik de verschillende lymfatische organen nader bekeken. Kan ik als osteopaat invloed hebben op deze organen?

Middels deze thesis wil ik mensen graag nader informeren over het immuunsysteem en in het bijzonder over de organen van het immuunsysteem. Ook hoop ik met mijn laatste hoofdstuk over vaccinaties een discussie uit te lokken. Ik hoop dat ik mensen aan het denken kan zetten, een eye-opener kan zijn, zodat we niet klakkeloos achter 'degene die 'het' weten' aanlopen, maar zelf, goed geïnformeerd, een beslissing kunnen maken wat betreft vaccinaties. Een beslissing die vergaande gevolgen kan hebben voor de gezondheid van onszelf en onze (huis)dieren.

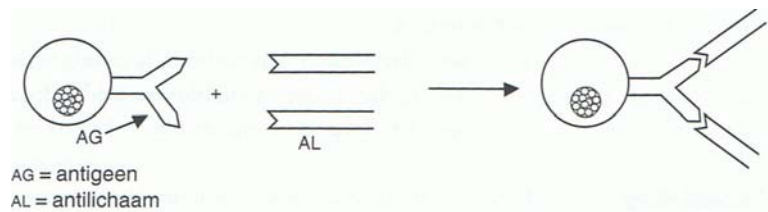
1. Het immuunsysteem

Immunititeit is het in een bepaalde mate beschermd zijn van het organisme tegen invloeden van buiten en tegen het eigen lichaam; in engere zin onvatbaarheid voor bepaalde ziekten of vergiften (Coelho,2000) .

De hoofdtaak van het immuunsysteem is het lichaam beschermen tegen lichaamsvreemde en schadelijke stoffen, micro-organismen, toxinen en kwaadaardige cellen. Door de evolutie heeft het immuunsysteem zich zodanig ontwikkeld dat het de schadelijke reactie op endogene stoffen kan neutraliseren om te voorkomen dat het omliggende weefsel onherstelbaar beschadigd wordt. De meeste immunologische reacties zijn van beperkte duur en worden geremd door regulerende mechanismen ter voorkoming van schade aan het organisme zelf. Een cruciale taak van het immuunsysteem is het maken van onderscheid tussen gevaarlijk en onschadelijk. Het binnendringen van micro-organismen of bacteriële toxinen betekent bijvoorbeeld een gevaarlijke aanval op een organisme, terwijl het inademen van pollen of het infiltreren van voedingsantigenen uit de maag in de bloedsomloop onschadelijk is. Alle processen die voorkomen dat het immuunsysteem schadelijke autoreactiviteit ontwikkelt, worden samen tolerantie genoemd. De meeste lymfocyten die zich richten tegen de in de primaire lymfoïde organen aanwezige auto-antigenen, worden vernietigd via een proces dat bekend staat als centrale tolerantie. Perifere tolerantie is een alternatief mechanisme dat voorkomt dat er in de bloedbaan auto-immunreacties van auto-reactieve lymfocyten ontstaan.

2. Afweer

Om gezond te blijven zal het lichaam zich steeds moeten aanpassen aan allerlei veranderingen om hem heen. Hij moet zich kunnen verweren tegen allerlei verschillende soorten prikkels die vaak een bedreiging vormen, zoals schadelijke bacteriën, sterke temperatuursveranderingen, luchtverontreiniging, enz. Door middel van ingewikkelde afweerreacties kan het lichaam zich verweren. Het gaat hierbij om een directe specifieke afweerreactie, een ontsteking, en/of een indirecte specifieke afweerreactie, een immunreactie.



Figuur 1: Immunologische reactie (Lit. 35)

De weerstand die het lichaam heeft tegen allerlei invloeden van binnenuit en buitenaf is in te delen in een aspecifieke en specifieke weerstand. De aspecifieke weerstand bestaat uit fysische barrières, eiwitten en cellen, de specifieke weerstand alleen uit eiwitten en cellen.

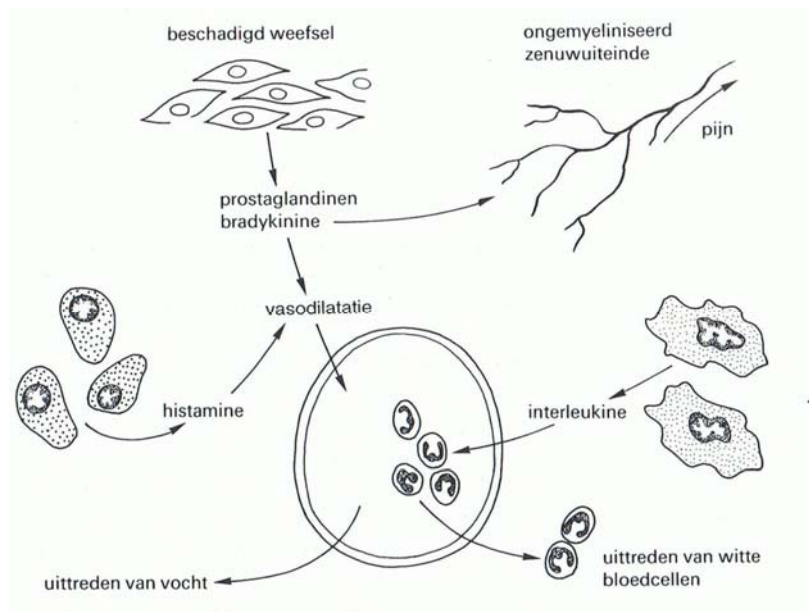
2.1 Aspecifieke afweer

Cellen van het aspecifieke immuunsysteem zijn aanwezig in bloed en weefsels, waar ze betrokken zijn bij het opruimen van weefselresten, bacteriën, virusdeeltjes en overig lichaamsvreemd materiaal. Ze worden gevormd uit stamcellen in het rode beenmerg. Er worden twee groepen onderscheiden; de macrofagen en de granulocyten.

De macrofagen zijn de fagocyterende cellen van het MPS (mononuclear phagocyte system), ofwel het mononucleair fagocytensysteem. Ze worden als kleine monocytten in het beenmerg gevormd en, na enkele dagen in de bloedbaan, vestigen ze zich in de weefsels waar ze maanden tot jaren kunnen bestaan.

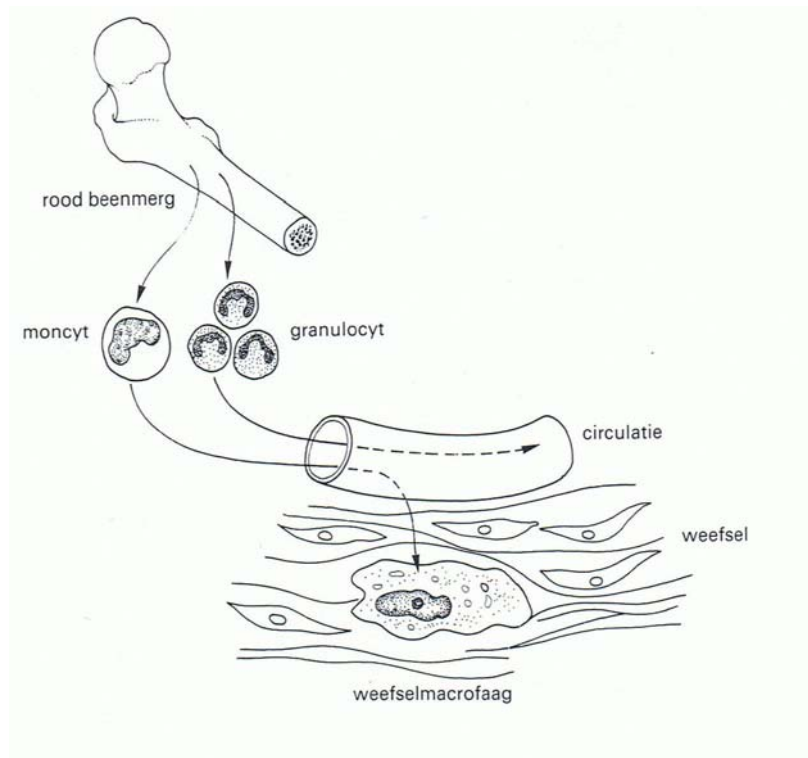
Granulocyten daarentegen blijven na afgifte uit het beenmerg in de bloedbaan circuleren. Zij hebben maar een levensduur van enkele dagen.

Macrofagen bevinden zich o.a. op de grenzen met het externe milieu. Zo zijn er weefselmacrofagen aanwezig in het bindweefsel van de huid, er zijn alveolaire macrofagen in de longblaasjes en ook bevinden zich macrofagen in de darmwand. In de lever en de milt zijn ze actief bij het verwijderen van celresten uit de bloedbaan, terwijl in het zenuwstelsel microglia cellen eveneens een macrofaagfunctie vervullen. De weefselmacrofagen komen in een vroeg stadium na een weefselbeschadiging in contact met indringers. Ze kunnen door fagocytose weefselfragmenten en bacteriën in zich opnemen en met behulp van lytische enzymen verteren. Deze splitsende enzymen liggen normaliter opgeslagen in lysomen in het celplasma.



Figuur 2: de factoren die bijdragen aan de ontwikkeling van het ontstekingsproces (lit. 4)

Membraanfragmenten van bacteriën worden door de macrofagen onder andere via het lymfvaatstelsel aan de cellen van het specifieke immuunsysteem gepresenteerd, waardoor die geactiveerd worden. Daarnaast scheiden de macrofagen stoffen af, interleukinen, die granulocyten en monocytten uit de circulatie aantrekken (chemotaxis). De granulocyten kunnen door de vaatwand heen het weefsel binnendringen. Wanneer ze geactiveerd worden, kleven ze aan de vaatwand en kruipen tussen de endotheelcellen door (diapedese) naar het interstitium om de fagocytoseactiviteit van de macrofagen te ondersteunen. De opruimcapaciteit van de granulocyt is beperkt. Granulocyten worden ook wel aangeduid als microfagen. Wanneer de opnamecapaciteit van een macrofaag of een granulocyt bereikt is, lekken lytische enzymen het cytoplasma in, waardoor de cellen uiteenvallen tot pus. Tot de infectie is bestreden dient er een continue aanvoer van granulocyten en monocytten vanuit de bloedbaan plaats te vinden. Interleukinen uit de macrofagen spelen ook een rol bij het opwekken van koorts bij een infectie.



Figuur 3: de cellen van het aspecifieke immuunsysteem worden aangemaakt in het rode beenmerg. De granulocyten circuleren met een levensduur van hooguit een paar dagen in het bloed, de macrofagen vestigen zich in het weefsel, waar ze langdurig aanwezig blijven. (Lit 4)

2.2. Specifieke afweer

In tegenstelling tot de macrofagen en granulocyten hebben lymfocyten van het specifieke immuunsysteem de mogelijkheid om zich te leren richten op een bepaald antigeen. Zij kunnen er ook een geheugen voor opbouwen. De lymfocyten dienen echter op die herkenning te worden voorbereid, want zij zijn niet vanaf de geboorte in geactiveerde staat in het beenmerg en de lymfklieren aanwezig.

In de embryonale fase ontstaan uit stamcellen van het mesoderm de voorstadia van de lymfocyten die terecht komen in de thymus en het beenmerg. Hier rijpen ze tot immuuncompetente lymfocyten. Hierna verspreiden ze zich over een groot aantal lymfoide organen en weefsels. Tijdens de embryonale rijping en nog lang daarna worden lymfocyten geselecteerd, die door middel van de membraanreceptoren andere cellen herkennen en onschadelijk maken. De vele populaties lymfocyten die in staat zijn om alle mogelijke lichaamsvreemde groot-moleculaire stoffen te herkennen, krijgen de kans zich te ontwikkelen. Lymfocyten met een genetische codering gericht tegen de eigen weefsels worden vernietigd.

De specifieke immuuncellen worden in twee soorten onderscheiden; de T-lymfocyten en de B-lymfocyten, die beide hun eigen reactie op een infectie vertonen.

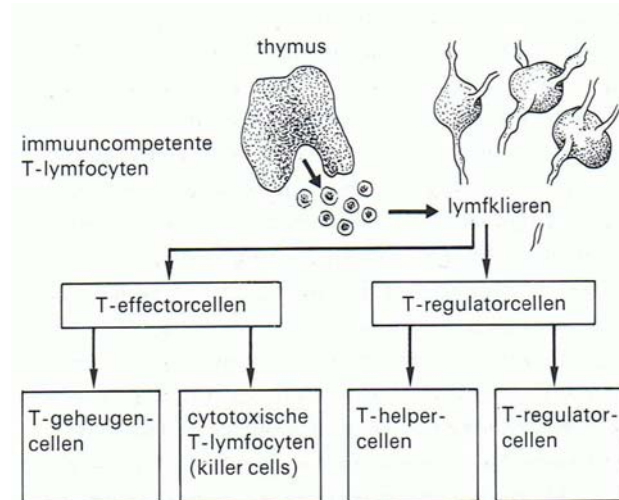
2.2.1 Ontwikkeling van T-lymfocyten

De T-lymfocyten ontwikkelen zich in de thymus tot immuuncompetente cellen, waarna ze zich over de lymfoïde organen verspreiden. Ze kunnen bij een infectie actief op zoek gaan naar de indringers omdat het specifieke 'killer-cells' zijn. Ook zijn er T-lymfocyten die regulerende taken vervullen voor het optimaal verlopen van de immuunreacties. De T-lymfocyten verzorgen de cellulaire immuniteit.

De T-lymfocyten zwermen na rijping in de thymus in de foetale fase en na de geboorte uit naar de lymfklieren en andere lymfoïde organen, zodat ze in de directe nabijheid van weefsels aanwezig zijn. De T-cellen zijn op te delen in verschillende populaties, met elk hun eigen taak. Er wordt onderscheid gemaakt tussen effector- en regulatorcellen. De effectorcellen kunnen zich door een infectie omvormen tot cytotoxische T-lymfocyten (Tc-lymfocyten) of 'killer cells'. Zij kunnen lichaamsvreemde organismen vernietigen door celcontact. De regulatorcellen regelen de intensiteit van de immuunrespons in de vorm van T-helpercellen (Th) en T-suppressorcellen (Ts). De helpercellen zijn de eerste cellen van de T-populatie die bij een besmetting contact krijgen met antigeen materiaal, dat wordt aangeboden door macrofagen. Door afgifte van interleukinen activeren ze T-effectorcellen, maar vooral B-lymfocyten. De suppressorcellen op hun beurt remmen de helpercellen na verloop van tijd af om een te heftige reactie van het immuunsysteem te voorkomen. De reactie van de T-effectorcellen in een antigeen is afhankelijk van het feit of er een eerste of een herhaalde infectie met een micro-organisme optreedt, bij een eerste infectie treedt de primaire immuunrespons op; hierbij komen T-effectorcellen met behulp van macrofagen en T-helpercellen in contact met fragmenten van het micro-organisme. De fragmenten worden door één specifieke groep T-effectorcellen uit het totale bestand van T-effectorcellen als lichaamsvreemd ervaren. Door hun genetische eigenschappen zijn zij in staat om membraanreceptoren op hun celmembraan in te bouwen alleen tegen dat specifieke antigene product. Bij een besmetting met een ander micro-organisme wordt een andere groep T-effectorcellen geactiveerd. Vervolgens delen de geactiveerde cellen zich sterk en zwermen tijdens en na de infectie uit naar de lymfoïde weefsels, waar ze zich omvormen tot geheugen-T-cellen.

Na de primaire immuunrespons zijn er dus verspreid in het lichaam lymfocyten aanwezig die over informatie op hun membraan beschikken met specifieke

betrekking op één micro-organisme. Bij een volgende infectie met hetzelfde antigeen treedt de secundaire immuunrespons op, waarbij de geheugencellen zich na hernieuwd contact met het reeds bekende antigeen razendsnel delen en zich omvormen in mobiele cellen, die de cytotoxische T-lymfocyten ('killer cells') worden genoemd. Zij gaan via de bloedbaan en vervolgens door middel van diapedesis naar de infectiehaard toe en koppelen zich met hun membraanreceptoren aan de bacterie. Zij scheiden dan lytische enzymen uit die de membraan van de indringer oplossen en de bacterie vernietigen. De lymfocyt gaat zelf ook ten gronde, want het bacterie-lymfocyt-complex wordt eenvoudig door macrofagen herkend, opgenomen en verteerd. De Tc-lymfocyten kunnen ook lichaamscellen onschadelijk maken die met een virus zijn besmet.



Figuur 4: De T-lymfocyten zijn onder te verdelen in effector- en regulatorcellen. De cytotoxische T-lymfocyten kunnen een antigeen onschadelijk maken, terwijl de regulatorcellen de intensiteit van de immuunrepons regelen. Na een infectie vormen zich T-geheugencellen tegen het antigenemateriaal. (Lit 4)

2.2.2. Ontwikkeling van B-lymfocyten

De B-lymfocyten ontwikkelen zich in de foetale fase en na de geboorte tot immuuncompetente cellen in het beenmerg. Daarna zwermen ze uit naar de lymfklieren, de milt, de darmwand en de tonsillen.

Bij een eerste infectie worden immuuncompetente B-lymfocyten in de lymfklieren door macrofagen in contact gebracht met antigenemateriaal. T-helpercellen activeren vervolgens de B-lymfocyten. De B-cellenpopulatie is zonder T-cellen te weinig agressief. B-lymfocyten vormen zich tijdens een primaire immuunrespons op

bacteriën en virussen om in plasmacellen die na een paar dagen een verhoogde eiwitsynthese vertonen.

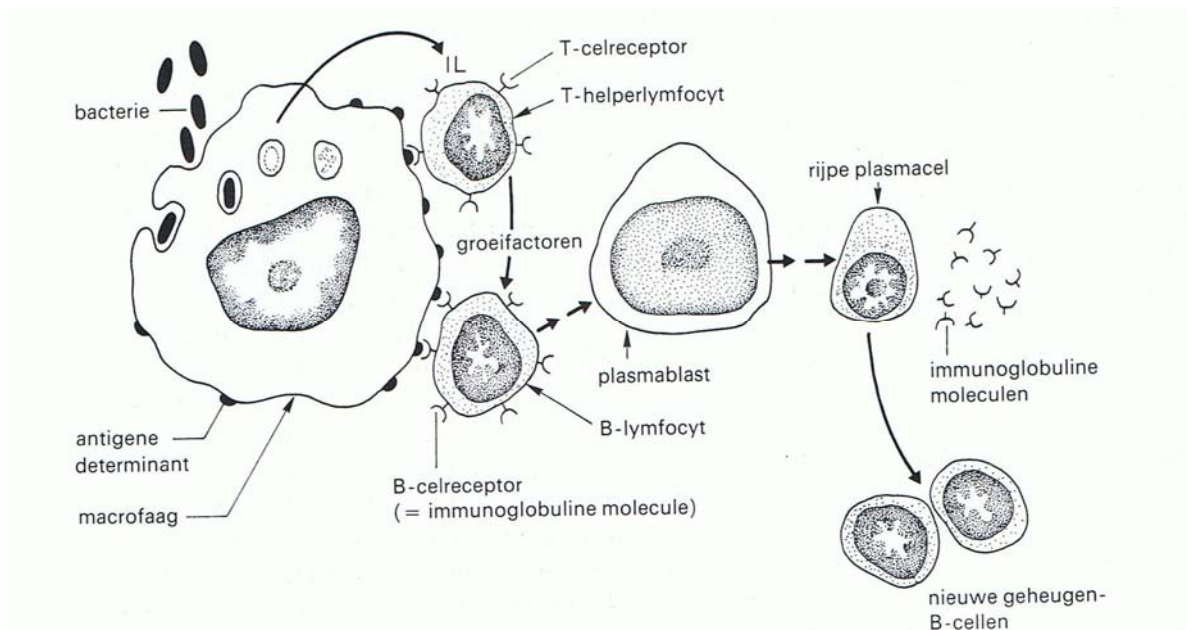
Plasmacellen maken grote eiwitketens die de immunoglobulinen (Ig) worden genoemd. Deze eiwitten kunnen zich specifiek binden aan de membranen van bacteriën en virussen, waardoor deze door macrofagen kunnen worden getraceerd en vernietigd. Al naar gelang hun taak is de vorm en de grootte enigszins verschillend. Ze worden in de volgende groepen ingedeeld: IgA, IgD, IgE, IgG, IgM. Het globuline bestaat uit twee lange en twee korte ketens. Het lange deel is een constant eiwitfragment dat kan worden herkend door macrofagen en het korte deel is antigeenspecifiek. IgG en IgM worden veelal in het bloed aangetroffen. De kleinere IgA-moleculen worden afgegeven aan het externe milieu: de mond, keel, trachea, longholte, ingewandholte en de slijmvliezen van het oog, het oor en de geslachtsorganen. IgE bindt zich aan mestcellen in bindweefsel, waardoor mestcellen specifiek alarm kunnen slaan door het herkennen van antigeen.

Na de eerste infectie vormen de plasmacellen zich na productie van immunoglobulinen om tot geheugen-B-cellen. Het immunoglobuline hecht zich ook als receptor aan hun celmembraan zodat zij een herhaalde infectie met het antigeen herkennen. De immunoglobulinen die aan het bloed zijn afgegeven blijven maanden tot soms jaren in de circulatie aanwezig.

Bij een herhaalde infectie komt een binnendringende bacterie of virus weer in contact met geheugen-B-cellen. Deze vormen zich snel om in plasmacellen en hervatten de productie van het specifieke immunoglobuline. Via de bloedstroom verspreidt het immunoglobuline zich door het lichaam en hecht zich aan overige indringers. De korte ketens van de globulinen koppelen zich aan de antigene membraan en vormen zo een duidelijke markering voor de macrofagen (opsonisatie). Ook kunnen de globulinen bijdragen aan het klonteren en neerslaan van antigene stoffen, waardoor deze geïmmobiliseerd worden (precipitatie). Een andere groep globulinen kan in het bloed aanwezige inactieve enzymen aankoppelen (complementsysteem), die na activering de celmembranen van het antigeen oplossen. Het celplasma zal dan door osmotische processen worden vernietigd (lysis).

De reactiviteit van B-cellen tegen lichaamseigen moleculen wordt afgezwakt door T-suppressorcellen die aanvallen tegen de eigen weefsels verhinderen. Dit voorkomt ontsporingen waarbij lichaamseigen weefsel wordt aangetast. Door ontregeling van de T-suppressorcellen kunnen auto-immuunziekten ontstaan. Dit zijn ziekten waarbij

weefsel door de eigen immuuncellen wordt vernietigd. Er zijn vele vormen waarvan reuma en een type suikerziekte tot de bekendste behoren.



Figuur 5 De celcontacten die leiden tot vorming van immunoglobuline door de B-lymfocyten. De macrofaag biedt op zijn membraan antigeen aan aan de B-cel, ondersteund door T-helpercellen. De B-cel vormt zich vervolgens via het tussenstadium van plasmablast om in en plasmacel die actief immunoglobuline produceert. Na de infectie vormen zich tevens B-geheugencellen. (Lit 4)

3. Immuniteit

De meeste infectieziekten krijgt een persoon slechts eenmaal in zijn leven. Een infectie is een ontsteking die wordt veroorzaakt door pathogene micro-organismen, zoals bacteriën (bijvoorbeeld bacillen, spirocheten), schimmels, gisten, protozoa en virussen. Infectieziekten zijn besmettelijk, ze zijn overdraagbaar door direct of indirect contact. Het binnendringen van pathologische micro-organismen kan enteraal ontstaan (via het maag-darmstelsel) of parenteraal (aërogeen, via luchtwegen, cutaan, via de huid, of hematogeen, via het bloed).

De meeste infectieziekten krijgt een persoon slechts eenmaal, omdat het lichaam specifieke antilichamen maakt tegen het micro-organisme. Zijn er voldoende antistoffen in het bloed, dan is de persoon 'immuun' voor die bepaalde ziekte. Een

vervolg uitbreking van die besmetting leidt dan niet meer tot het uitbreken van die ziekte.

Er zijn twee manieren om aan deze antilichamen te komen, namelijk actief en passief.

3.1 Actieve immunisatie

Bij actieve immunisatie maakt het lichaam de antistoffen zelf aan na een contact met een antigeen, dus na besmetting of inenting. Deze vorm van immuniteit wordt derhalve actief verkregen en is vaak langdurend.

3.2 Passieve immunisatie

Bij passieve immunisatie maakt het lichaam de antistoffen niet zelf aan, maar krijgt ze kant-en-klaar aangeboden via een injectie (gammaglobulinen, immunoglobulinen = Ig) of (als ongeboren vrucht) van de moeder. Deze vorm van immuniteit wordt derhalve passief verkregen en duurt niet lang. De antistoffen worden afgebroken en niet opnieuw aangemaakt, omdat er geen contact met het antigeen is geweest.

3.3 Aangeboren immuniteit

Aangeboren immuniteit is het oudste afweersysteem dat ook bij primitievere diersoorten terug te vinden is. Het bestaat vooral uit fagocyten, serumeiwitten en NK-cellen (natural-killer cellen). Alle strategieën van dit systeem zijn gebaseerd op herkenning van typische moleculaire structuren die verschillende ziekteverwekkers gemeen hebben. De mechanismen van de aangeboren immuniteit worden ingezet vlak nadat een ziekteverwekker het lichaam is binnengedrongen – binnen enkele uren.

Fagocytose is het belangrijkste mechanisme van aangeboren immuniteit. In het organisme binnengedrongen bacteriën, virusdeeltjes en andere schadelijke elementen worden door fagocyten vernietigd. Bij opsonisatie, een ander belangrijk mechanisme, is er sprake van binding van bepaalde immunoglobulinen en complementfactoren aan het oppervlak van vijandelijke micro-organismen, waardoor een betere fixatie aan het celoppervlak van de fagocyterende cel mogelijk is. Het micro-organisme is gecoat met een laagje serumeiwitten (complementfactoren) waardoor lysis (oplossing) van de binnendringer of afgifte van cytotoxische lytische

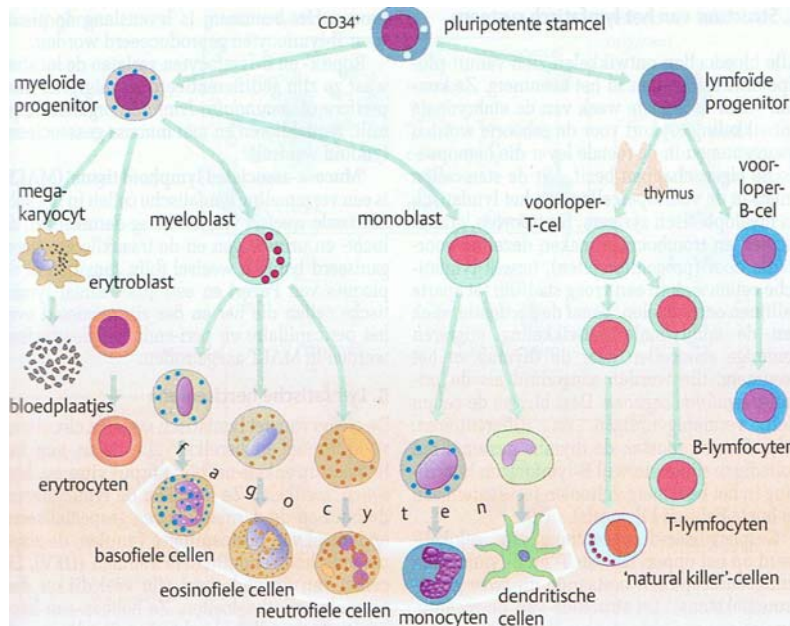
enzymen vanuit NK-cellen wordt geïnduceerd. Door opsonisatie kunnen micro-organismen veel beter worden gefagocyteerd.

3.4 Verworven immuniteit

Verworven immuniteit, het moderne mechanisme dat via de fylogenese is ontstaan, is gebaseerd op het immunologisch geheugen en op de aanwezigheid van receptoren die zeer specifiek zijn voor bepaalde delen (epitopen) van de ziekteverwekkers. Deze receptoren zijn celgebonden (T-lymfocyten en alle naïeve B-lymfocyten) of kunnen door de cel worden afgegeven (antistoffen die door B-lymfocyten worden geproduceerd). Een enkele T- of B-lymfocyt vermeerdert zich en produceert grote hoeveelheden identieke dochtercellen (klonale groei). De productie van antistoffen kan enkele dagen tot weken duren.

4. Oorsprong van het immuunsysteem

Alle componenten van het bloed, inclusief de cellen van het immuunsysteem, komen voort uit pluripotente, hemopoetische stamcellen van het beenmerg. Dit zijn stamcellen die op meerdere wijzen werkzaam zijn (tot meer dan een functie in staat). Cytokinen zijn polipeptiden, welke biologische signalen van cel tot cel kunnen doorgeven, en met andere stoffen een complex vormen ten behoeve van biologische afweerreacties. Deze cytokinen worden vooral geproduceerd door monocyten, macrofagen en lymfocyten. Met behulp van cytokinen en contactsignalen die worden afgegeven door stromacellen (het weefsel van de rode bloedcellen zonder de bloedkleurstof hemoglobine), kunnen uit deze ongedifferentieerde progenitor(voorloper)cellen de verschillende bloedcellen ontstaan.



Figuur 6: oorsprong van de cellen van het immuunsysteem (Lit. 5)

Ze kunnen zich delen zonder te differentiëren, waardoor ze een onbeperkt aantal bloedcellen kunnen produceren. Het beenmerg produceert dagelijks $1,75 \times 10^{11}$ erythrocyten (rode bloedcellen) en 7×10^{10} (tot de macht 10) leukocyten (witte bloedcellen) en heeft het vermogen deze productie zo nodig enige malen te verhogen. In vitro kunnen deze zogenoemde progenitorcellen kolonies gedifferentieerde cellen vormen. Myeloïde progenitorcellen (uit het beenmerg afkomstig) kunnen de volgende typen cellen differentiëren:

- Megakarocyten: heel grote, multinucleaire cellen die in kleinere delen (partikels) uiteenvallen en de bloedplaatjes (trombocyten) vormen
- Erytroblasten; die zich verder vermenigvuldigen en differentiëren tot circulerende erythrocyten (rode bloedcellen)
- Myeloblasten: die kunnen differentiëren tot neutrofiële, eosinofiele en basofiele cellen (deze hebben allemaal een gesegmenteerde kern en worden daarom polymorfonucleaire leukocyten genoemd om ze te kunnen onderscheiden van de andere mononucleaire cellen). Neurofiële cellen zorgen met name voor de fagocytose. Eosinofiele cellen zijn een soort granulocyten, die in hun celplasma korreltjes (granula) hebben en die zich sterk kleuren met zuur reagerende kleurstoffen, zoals eosine. Eosinofiele cellen hebben door specifieke receptoren affiniteit tot IgE (immunoglobuline van de klasse E), waardoor invloed wordt uitgeoefend op het verloop van atopisch-allergische

reacties (overgevoelighedsreacties, zoals hooikoorts). Ze hebben een regulerende functie op de interactie tussen IgE en de specifieke antigenen bij allergische ontstekingsprocessen. Verder inactiveren eosinofiele cellen waarschijnlijk de mediators van mastcellen en beschadigen zij de larvale stadia van sommige wormen. Basofiele cellen zijn granulocyten die zich kleuren met basische anilinekleurstoffen. De korrels van de basofiele cellen bestaan uit opgeslagen histamine e.a. mediators die vrijkomen (degranulatie) wanneer IgE, zich bevindend op het celoppervlak, reageert met het specifieke antigeen. De vrijkomende stoffen veroorzaken de symptomen van de allergische reactie.

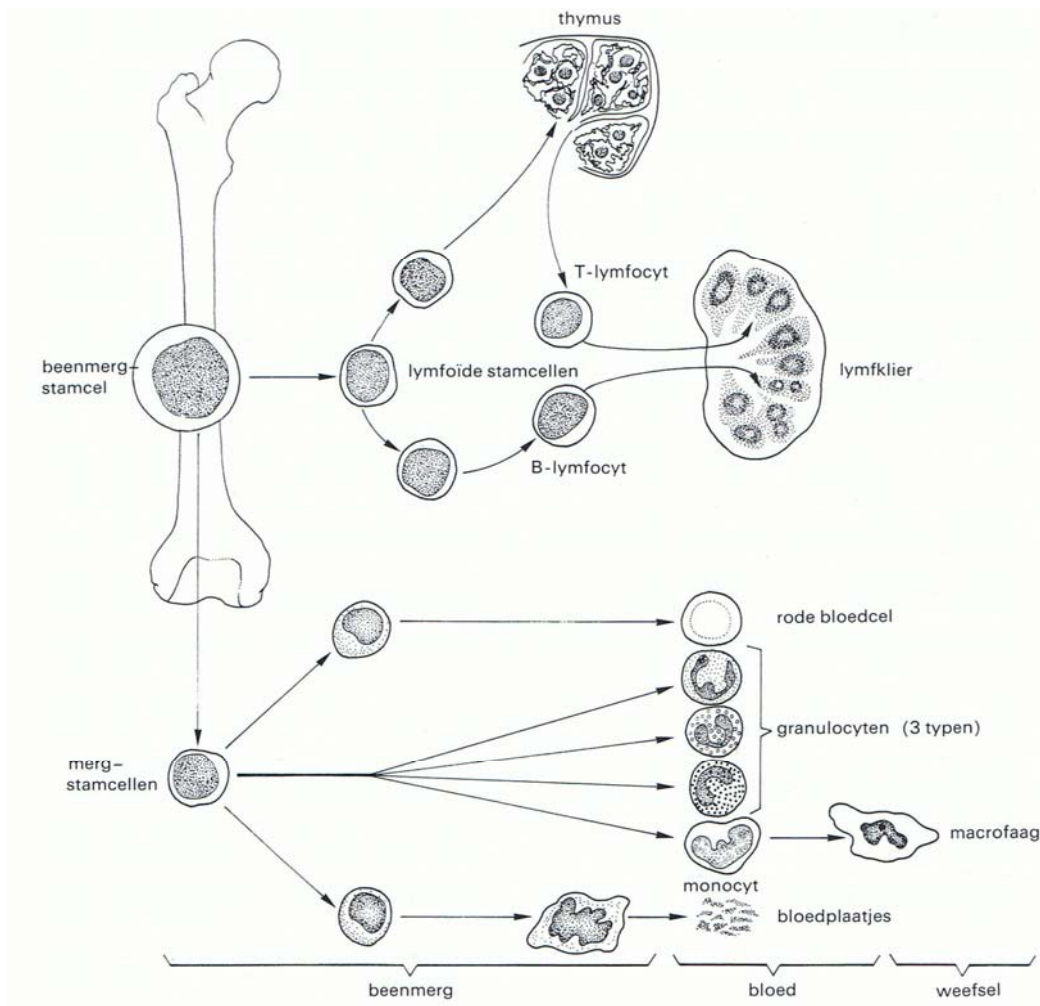
- Monoblasten (voorloper-monocyt) en dendritische cellen. Granulocyten, monocyt en dendritische cellen zijn in staat deeltjes, micro-organismen en vloeistoffen op te eten en worden daarom fagocyten (= 'vreetcel') genoemd. Monoblasten zijn voorlopers van monocyt. Dit zijn vrij grote eenkernige fagocyten (macrofagen). Macrofaag is een verzamelnaam voor het type cellen die tezamen het macrofagensysteem (MPS) vormen en dus via de monocyt voortkomen uit een gemeenschappelijke stamcel (promonocyt) in het beenmerg. Ze komen in de weefsels voor en zijn verder ook bekend onder de benamingen histiocyt (bindweefsel), alveolaire macrofaag (long), Kupffer-cellen (lever), splenocyt (milt), osteoclast (bot), microglia-cellen (centraal zenuwstelsel) en Langerhans-cellen (epidermis).

Als reactie op oplosbare factoren, chemokinen genoemd, gaan de leukocyten vanuit het bloed naar de weefsels, waar ze beschadigd weefsel herstellen en bacteriën, parasieten en dode cellen verwijderen die ontstekingsprocessen teweeg brengen. Eenmaal aangekomen bij de weefsels, ontwikkelen de uit het bloed afkomstige monocyt zich tot macrofagen.

De belangrijkste cellen van het immuunsysteem zijn de lymfocyten. Deze ontstaan uit een veelvoorkomende progenitorcel in het beenmerg, Er bestaan twee typen lymfocyten: de T-lymfocyten en de B-lymfocyten. De T-lymfocyten zijn verantwoordelijk voor de cellulair immunreactie en de B-lymfocyten produceren antistoffen. Een derde type, de 'natural killer'(NK-)cellen, maakt ook deel uit van het lymfatisch systeem. Deze cellen zijn gerelateerd aan T-lymfocyten, maar over hun oorsprong bestaat nog onduidelijkheid.

4.1 Structuur van het lymfatisch systeem

De oorsprong van de cellen van het immuunsysteem is gelegen in het rode beenmerg. Daar bevinden zich al in een vroeg foetaal stadium stamcellen die in immuuncellen kunnen differentiëren. De verzamelnaam voor deze cellen is leukocyten. Ze worden ook wel witte (bloed)cellen genoemd, hoewel het grootste deel niet in het bloed voorkomt.



Figuur 7: Differentiatie en rijping van de diverse bloedcellen uit stamcellen in het beenmerg. (Lit 4)

De cellen kunnen vanaf de achtste week van de embryonale ontwikkeling tot kort voor de geboorte worden waargenomen in de foetale lever die hemopoetische eigenschappen bezit. Uit de stamcellen ontstaan de voorlopercellen van het lymfatisch en myeloëetisch systeem (vorming en groei van beenmergcellen waaruit zich witte bloedcellen ontwikkelen). Erythrocyten, granulocyten en trombocyten maken dezelfde voorstadia door (progenitorcellen), terwijl lymfatische cellen zich in een

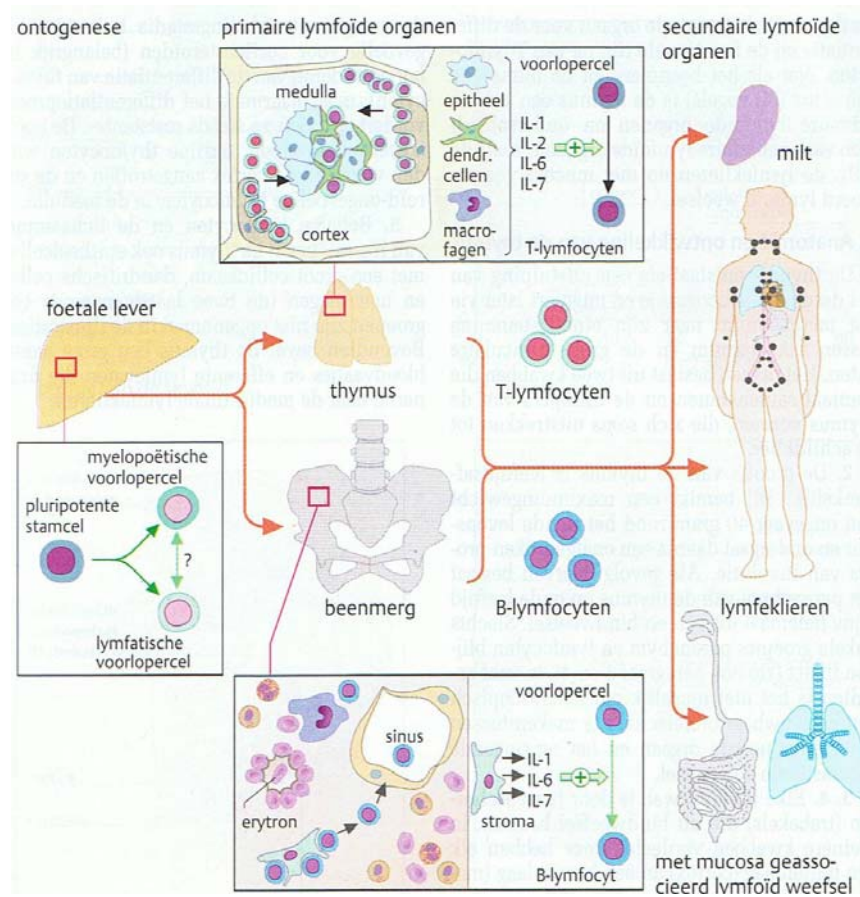
vroeg stadium tot aparte cellijnen ontwikkelen. Vanaf de dertiende week van de embryonale ontwikkeling migreren sommige stamcellen naar de thymus en het beenmerg, die worden aangeduid als primaire lymfoïde organen. De thymus is de zwezerik. Dit is een klier die bij de geboorte voor de luchtpijp, achter het borstbeen ligt, later kleiner wordt en uiteindelijk geheel verdwijnt. In de thymus ontwikkelen zich diverse subpopulaties van lymfocyten, die van belang zijn in de immunrespons. In de thymus blijven de cellen zich vermenigvuldigen en differentiëren. T-lymfocyten moeten de thymus passeren om volledig te rijpen, terwijl B-lymfocyten hun rijping in het beenmerg voltooien.

Gespecialiseerde receptoren zijn gelokaliseerd op het oppervlak van T- en B-lymfocyten. De structuur van de receptoren varieert per type immuuncel. Elke receptor herkent slechts een specifiek antigeen waaraan hij zich bindt ('sleutel en slot'-principe). In tegenstelling tot T-lymfocyten kunnen B-lymfocyten rijpen tot plasmacellen, grote hoeveelheden receptoren in gewijzigde vorm produceren en in de bloedbaan worden opgenomen als circulerende antistoffen.

Onrijpe T-lymfocyten maken contact met gespecialiseerde epitheelcellen, dendritische cellen en macrofagen in de thymus. Daardoor wordt het mogelijk om T-cellen die nuttig zijn voor het immuunsysteem, te selecteren en te laten differentiëren. Cytokinen (oplosbare regulerende factoren of 'boodschappers' van het immuunsysteem), zoals interleukinen, spelen ook een belangrijke rol. Een groot aantal lymfocyten wordt tijdens dit selectieproces vernietigd, vooral die cellen die in staat zijn lichaamseigen bestanddelen te herkennen.

B-lymfocyten beginnen zich rond de 14^e week van de embryonale ontwikkeling vanuit stamcellen in het beenmerg van de foetus te ontwikkelen. Contact met stromacellen uit het beenmerg en met cytokinen is belangrijk voor de differentiatie van B-cellen. Het beenmerg is levenslang de plaats waar B-lymfocyten geproduceerd worden. Rijpe T- en B-lymfocyten verlaten de locaties waar ze zijn gedifferentieerd en migreren naar perifere of secundaire lymfoïde organen (bijvoorbeeld de milt, lymfeklieren en met mucosa geassocieerd lymfoïd weefsel).

Mucosa-associated lymphoid tissue (MALT) is een verzameling lymfatische cellen in het submucosale weefsel van het maag-darm-kanaal, de lucht- en urinewegen en de traanklieren. Georganiseerd lymfoïd weefsel (bijvoorbeeld tonsillen of de plaques van Peyer) en een groot aantal lymfatische cellen die her en der zijn verdeeld over het pericapillaire en peri-endotheliale weefsel worden in MALT aangetroffen.



Figuur 8: Structuur van het lymfatisch systeem (Lit. 5)

5. Organen van het lymfatisch systeem

5.1 De thymus

De thymus is het centrale orgaan voor de differentiatie en de functionele rijping van de T-lymfocyten. Net als het beenmerg is de thymus een van de primaire lymfoïde organen en onderscheidt zich van secundaire lymfoïde organen, zoals de milt, de lymfklieren en met mucosa geassocieerd lymfoïd weefsel.

De thymus ontstaat als een uitstulping van het derde kieuwboogzakje en migreert later via het mediastinum naar zijn eindbestemming tussen het sternum en de grote trunculaire vaten. Het orgaan bestaat uit twee kwabben die craniaal samenkomen en de uitlopers van de thymus vormen.

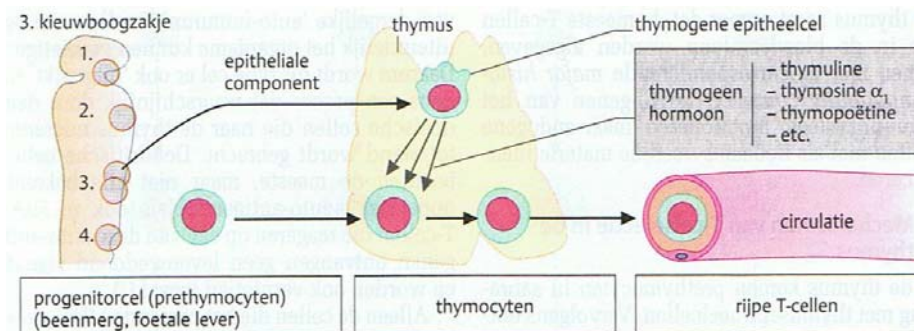
De grootte van de thymus is leeftijdsafhankelijk. Hij strekt zich in de periode van zijn maximale ontwikkeling (vanaf de geboorte tot en met het eerste levensjaar) met zijn

gepaarde, onduidelijk van elkaar gescheiden borstkwabben uit van de apertura thoracis cranialis tot aan het pericardium. De dorsoventrale expansie in het mediastinum reikt van de truncus brachiocephalicus tot aan het sternum. Incidenteel komt een eenzijdig halsgedeelte caudaal in de viscerale ruimte voor (Budras). Voor zover deze van het pars thoracica gescheiden is, kan er verwarring met de diepe caudale halslymfeknopen optreden. In zeldzame gevallen kan thymusweefsel in de buurt van de schildklier liggen.

Het parenchym van de thymus bestaat op oudere leeftijd bijna helemaal uit vet- en bindweefsel. Slechts enkele groepjes parenchym en lymfocyten blijven intact. Elke thymuskwab is door tussenschoten die uit bindweefsel bestaan, in kleinere kwabben verdeeld. Deze hebben elk een buitenlaag (cortex) en een binnenlaag (medulla). De cortex, waar een hoge delingsactiviteit heerst, bevat een cluster van dicht opeengepakte lymfocyten, terwijl in de medulla een veel kleiner aantal lymfocyten voorkomt. De medulla bevat tevens structuren die bekend zijn als de Hassall-lichaampjes. Dit zijn aggregaten van concentrisch gerangschikte epitheelcellen. Deze structuren zouden de overblijfselen van degenererende epitheelcellen kunnen zijn. Een in de thymus aanwezige barrière die lijkt op de bloed-hersenbarrière, scheidt de cortex van het circulerende bloed. In het merg komt een dergelijke rangschikking niet voor.

De lymfocyten die in de thymus tot T-cellen rijpen, worden om functionele en anatomische redenen vaak thymocyten genoemd. Thymocyten zijn tijdens de vroege ontwikkelingsstadia buitengewoon gevoelig voor corticosteroïden, maar naarmate het differentiatieproces vordert, worden ze steeds resistenter. De corticosteroid-gevoelige, onrijpe thymocyten worden vooral in de cortex aangetroffen en de steroid-ongevoelige thymocyten in de medulla.

Behalve lymfocyten en de lichaampjes van Hassall bevat de thymus ook epitheelcellen met een groot cellichaam, dendritische cellen en macrofagen. Bovendien bevat de thymus een groot aantal bloedvaatjes en efferente lymfevaten die draineren naar de mediastinale lymfeklieren.



Figuur 9 : rijping van T-cellen (Lit. 5)

5.2 De milt

De milt is het grootste lymfoïde orgaan. Dit orgaan bezit in verse toestand een stralend blauwe kleur, en later bij een doorschemerende miltpulpa een roodbruine kleur. De vele gladde spiervezels in het kapsel en de trabekels maken aanzienlijke volumeschommelingen mogelijk en zijn functioneel belangrijke structuurcomponenten om als bloedreservoir te dienen. Het gemiddelde gewicht bedraagt ongeveer 1,5 kg. Volbloedpaarden bezitten gezien hun bloedreservoir een relatief grotere milt dan koudbloed paardenrassen.

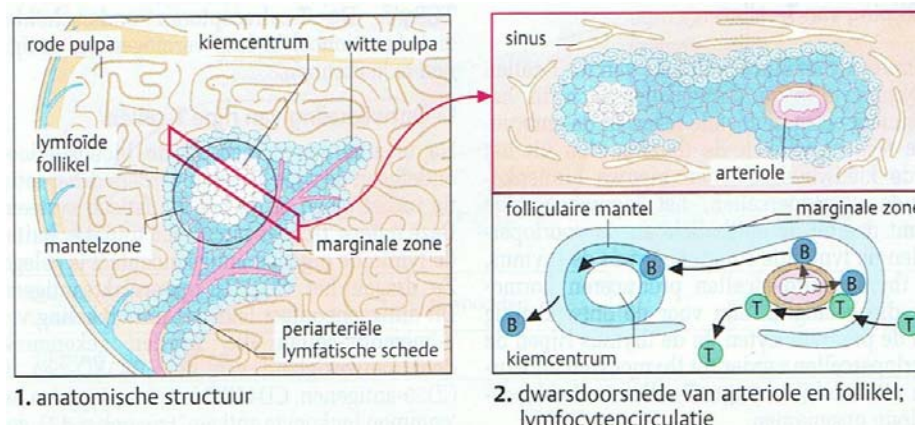
De vorm van de milt lijkt op die van een zeis met een brede dorsale pool en toegespitste ventrale pool. De ligging van de milt hangt af van de maagvulling en ook een beetje van het ademritme omdat beide organen via het ligamentum gastrolienale met elkaar verbonden zijn. De parietale zijde ligt links tegen de intrathoracale lichaamswand (ribben en diaphragma) aan en wel dorsaal in het gebied van de laatste drie intercostaalruimtes en ventraal in het gebied van de negende tot de elfde intercostaalruimte. De convexe caudale rand verloopt ongeveer een handbreedte cranioparallel ten opzichte van de ribboog en het caudodorsale gebied kan boven de laatste rib in het gebied van de flank uitsteken. De concave craniale rand verloopt ongeveer parallel ten opzichte van de periferie van het centrum tendineum diafragmatis. De viscerale zijde geeft een 50 cm langgerekte hilus en grenst dorsaal aan de maag, de pancreas en het darmconvoluut. De verbinding naar aangrenzende structuren vindt plaats via delen van het grote net: via het ligamentum gastrolienale is met de maag verbonden en via het ligamentum phrenicolienale is het met het diaphragma verbonden. Bovendien is de milt door het ligamentum lienorenale aan de linker nier bevestigd.

De milt bestaat uit twee soorten weefsel: de rode pulpa en de witte pulpa. De witte pulpa bestaat uit lymfocyten. De rode pulpa lijkt op een spons van erythrocyten: daarin worden oude of beschadigde erythrocyten afgebroken. De milt wordt omgeven door een kapsel van collageenvezels. Tussenschotten van collageen (trabekels) lopen samen met arteriolen vanuit het kapsel naar het miltparenchym, waar de witte pulpa zich bevindt.

T-lymfocyten bevinden zich vooral in het gebied rondom de arteriolen en vormen zo de periarteriolaire lymfocytenschede (PALS). Ze worden omringd door B-lymfocyten die de zo genoemde mantelzone vormen. Kleine groepjes B-lymfocyten (primaire follicels) kunnen altijd door de mantelzone van de PALS worden aangetroffen.

Tijdens een immuunreactie ontwikkelen de primaire follicels zich tot volwaardige follicels (secundaire follicels) met een kiemcentrum en een folliculaire cortex.

B-cellen ontsnappen uit de bloedstroom naar het gebied rondom die arteriolen waar zich talrijke T-cellen bevinden en migreren verder naar de follicel. Vervolgens passeren ze de mantelzone en de veneuze sinusoidale vaten in het gebied van de witte pulpa, waar ze uiteindelijk weer terugkeren in de bloedsomloop.



Figuur 10: structuur van de milt (Lit.5)

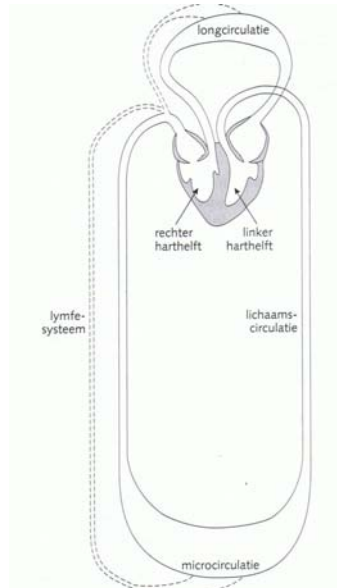
Als orgaan van het immuunsysteem speelt de milt een belangrijke rol in de immunobiologische processen. De milt kan tevens overtollige stofwisselingsproducten stapelen en daardoor aanzienlijk (ver)groot worden (stapelingsziektes). Tevens is de milt de belangrijkste plaats voor afbraak van erythrocyten, leukocyten en bloedplaatjes. De afbraakproducten worden via het portaal systeem naar de lever gebracht. Een te groot aanbod van ijzer uit het hemoglobine kan leiden tot ijzerstapeling in de milt en kan (microscopisch) als een bruinkleuring van de milt worden aangetoond. De milt is ook belangrijk bij de opslag

van bloedplaatjes. Een derde van de bloedplaatjes blijft gewoon in de splenische circulatie. Het aandeel van catecholamine in de milt is hoog wat een vermoeden geeft dat de milt een opslagplaats is voor deze stof. Deze hoge concentraties blijken nodig voor de controle van de proliferatie en differentiatie van de B-lymfocyten .

De truncus coeliacus wordt ook wel de ingewandsslagader genoemd en splitst in drie arteriën: de a. gastrica sinistra (bevloeit de maag), a.hepatica (a. gastrica dextra, bevloeit de lever) en a. lienalis. Deze laatste arterie gaat naar de milt en de linkerzijde van de maag. De a. Mesenterica cranialis bevloeit het colon. Het colon wordt tevens bevloeid door de a. pancreatico-duodenalis (die ook het jejunum en het rectum bevloeit). Het rectum wordt ook bevloeid door de a. mesenterica caudalis. Tot slot bevloeit de a. renalis de nier.

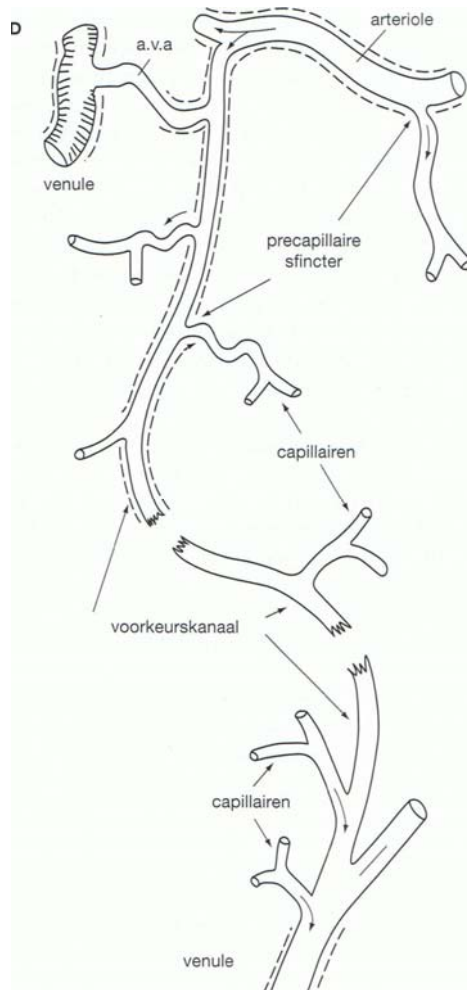
5.3 Het lymfatisch systeem

Het lymfatisch systeem is een onderdeel van de totale circulatie. Het lymfesysteem behoort tot het lagedruksysteem. Dit systeem is parallel geschakeld aan het veneuze deel van de bloedsomloop.



Figuur 11: het totale circulatiesysteem (Lit. 34)

Via het lymfesysteem bereikt ongeveer tien procent van het weefselvocht het veneuze deel van de bloedbaan.



Figuur 12: de belangrijkste delen van de microcirculatie (Lit. 34)

Het vocht (water en kleinere opgeloste stoffen) dat door de hogere bloeddruk in de arteriële zijde van de microcirculatie naar buiten is geperst, wordt in het veneuze deel van de microcirculatie voor negentig procent weer opgenomen. De eiwitten, met tien procent van het vocht uit de weefsels, worden opgenomen en afgevoerd via het lymfesysteem.

De klassieke opvatting is, dat het lymfesysteem als 'gesloten' systeem in de weefsels begint. In het weefsel bevinden zich de initiële lymfevaten, ook wel lymfcapillairen genoemd. De initiële lymfevaten zijn alleen begrensd door endotheel. Modern onderzoek laat zien dat er op bepaalde plaatsen open verbindingen zijn tussen het interstitium (de ruimten tussen de weefselcellen) en de initiële lymfevaten. De eiwitten, met tien procent van het af te voeren vocht, worden door het lymfesysteem afgevoerd naar het veneuze systeem. Globaal begint het lymfesysteem in het gebied van de microcirculatie. Verder verloopt het lymfesysteem parallel met het veneuze

systeem en mondt er uiteindelijk in uit. Dit gebeurt vlakbij het hart, waar de veneuze druk het laagst is.

De doorstroming van het weefsel omvat het totaal aan circulatie door het weefsel. De totale circulatie door het weefsel omvat de bloedsomloop op capillair niveau, de vloeistofstroom door het interstitium en de afvoer via het lymfesysteem. Er bestaat een continue vloeistofstroom in het interstitium met steeds verse aanvoer. In deze ruimte bewegen ook leukocyten en monocyten die zorgdragen voor de fagocytose en de afvoer van vreemde deeltjes en micro-organismen.

Er is een snelle omloop van bloed en daarmee van interstitieel vocht en lymfe. De bloedsomloop verbindt het interstitium met zuiveringsinstallaties als de longen, lever en de nieren, een voedselopnemend systeem (darmkanaal) en voorraden (vetweefsel). Bloed en lymfe hebben een transport- en bufferfunctie, waarbij het intracellulaire en het interstitiele milieu (milieu interieur) zo constant mogelijk van samenstelling blijven (handhaven homeostase).

5.3.1 Opbouw van het lymfesysteem

Het lymfesysteem (*systema lymphatica*) speelt een belangrijke rol bij de huishouding van vocht en eiwitten in het lichaam. Onder normale omstandigheden functioneert het lymfesysteem onopgemerkt. Echter, wanneer de lymfestroom vanuit een been geblokkeerd wordt, neemt de hoeveelheid interstitieel vocht toe en zwelt het betrokken ledemaat. Bij een acute blokkade kan dit zelfs tot necrose van de betreffende ledemaat leiden. Bij aanhoudende chronische blokkade ontstaan op den duur subcutane fibrose en hypertrofie. De belemmering van de lymfe-afvoer wordt lymfoedeem genoemd.

De bloedsomloop is in principe in staat alle vocht dat aan het interstitium wordt afgestaan weer op te nemen. Desondanks blijkt het lymfesysteem zelfs in uiterste lichaamsrust steeds vocht uit het gehele interstitium af te voeren. Hierbij wordt overtollig eiwit uit het interstitium afgevoerd. Uit de bloedsomloop 'lekkende' ter hoogte van de microcirculatie (met name uit de venulen) eiwitten weg die niet meer opgenomen kunnen worden in de bloedsomloop. De biologische betekenis van het uittreden van de bloedeiwitten is nog onduidelijk.

Het lymfesysteem is opgebouwd uit lymfebanen (*vasa lymphatica*) en lymfeknopen (*nodi lymphatica*); de lymfeknopen worden vaak lymfeklieren genoemd.

De lymfecapillairen zijn blindbeginnende buisjes bestaande uit een enkele laag van endotheelcellen. Deze endotheelcellen lijken op de endotheelcellen van bloedvaten. Lymfecapillairen hebben echter een basale membraan die soms ontbreekt of onderbroken wordt door grote vensters, waardoor een vrijer transport van vocht met eiwitten en kleine deeltjes vanuit het interstitium mogelijk is. De capillairen verenigen zich tot grotere vaten (100-200µm) die door de aanwezigheid van gladde spiervezels in staat zijn samen te trekken. Deze grotere lymfevaten verenigen zich tot nog grotere lymfevaten met een wand bestaande uit drie lagen: intima, media en adventitia; in deze vaten zijn kleppen aanwezig die zorgen voor een centripetale stroomrichting.

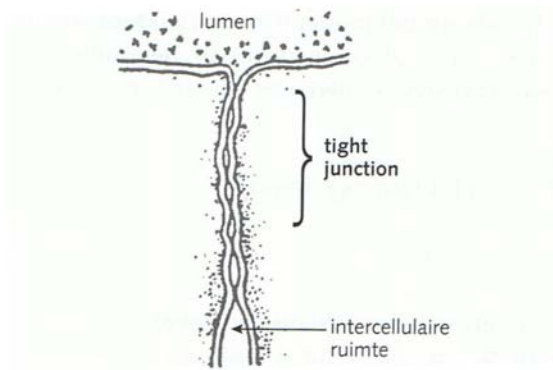
Kleinere en middelgrote lymfbanen monden uit in de hoofdlymfbanen, waarvan de ductus thoracicus de grootste is. De lymfeafvoer van de lymfeknopen van de borstholte verbinden zich en monden ofwel direct uit in de angulus venosus of in het eindgedeelte van de ductus thoracicus. Deze ligt eerst rechts van de aorta er dorsaal tegenaan en vervolgens cranioparallel van de aortaboog naar de linker angulus venosus. De angulus venosus wordt ook wel terminus genoemd.

Er bestaan verschillende grote lymfbanen; er is echter een grote variatie. Deze grote lymfbanen komen vaak uit in de ductus thoracicus.

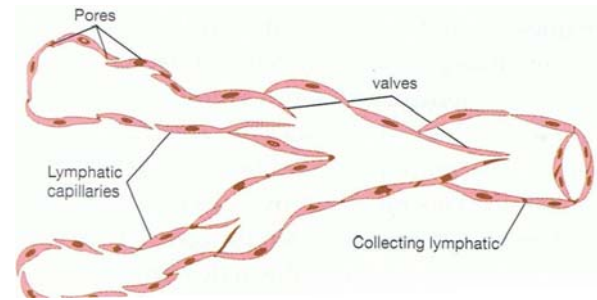
5.3.2 Lymfevaten

De lymfevaten zijn te onderscheiden in afferente en efferente vaten. De afferente lymfevaten voeren de lymfe naar de lymfeknopen toe. Na de passage door de lymfeknoop voeren de efferente lymfevaten de lymfe juist van de lymfeknoop af. Tot de afferente lymfevaten behoren de interstitiele lymfevaten of lymfecapillairen, de precollectoren en de collectoren.

Een lymfecapillair heeft unieke eigenschappen, die een bloedcapillair niet heeft. Het begin is 'gesloten', óf als uitstulpingen óf als een netwerk (zoals in de huid). De endotheelcellen hebben een legpuzzelvorm die niet aanwezig is bij het endotheel van de bloedcapillairen. De verbindingen tussen endotheelcellen wordt gevormd door 'tight junctions' die op diverse plaatsen ontbreken. Hierdoor ontstaan kenmerkende 'open junctions'.

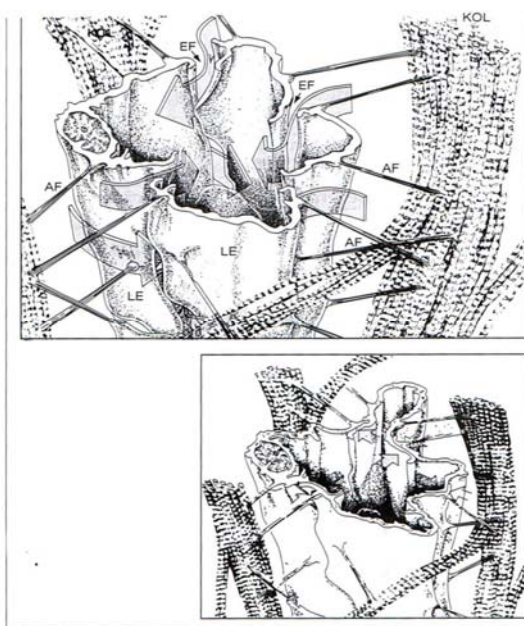


Figuur 13: tight junction (hechte verbinding) (Lit.34)



Figuur 14: open junctions (open verbindingen) (Lit.34)

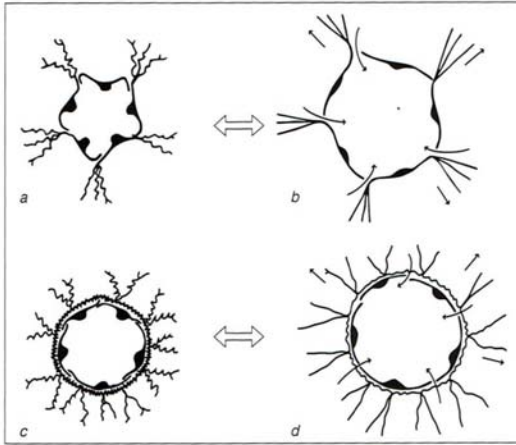
Op deze plaatsen bevindt zich een vrij grote porie en de endotheellaag is hier zeer permeabel. Op de open junctions overlappen de endotheelcelranden elkaar. Hier vindt een eenrichtingsverkeer plaats vanuit het interstitium naar het lumen van de initiële lymfevaten. Wordt de druk in het initiële vat iets hoger dan in het omringende



Figuur 15: verankering van de lymfecapillairen met de omgeving: EF- 'open junctions', LE- endotheelcellen van een lymfecapillair, AF- verankeringsvezels. (Lit.34)

interstitium, dan worden de overlappende endotheelcellen tegen elkaar aan gedrukt, zodat de opening geheel sluit. Dit wordt het endotheel kleppensysteem genoemd. Aan de buitenzijde van het endotheel bevinden zich een dunne basale membraan en een laag elastische en collagene vezels. Aan het celoppervlak van de basale membraan zitten een aantal radiaal verlopende vezelbundeltjes gehecht, die op hun beurt weer verankerd zitten in de omringende bindweefsel-tussencelstof (verankeringsvezels). Bij bloedcapillairen ontbreken deze radiaal verlopende vezeltjes.

Bij zwelling van het weefsel wordt door de radiaire vezels het endotheel naar buiten getrokken, waardoor het initiële lymfevat wijder wordt. Hierdoor wordt de druk in dit vat lager dan in het omringende interstitium en stroomt er weefselvocht het vat binnen. Wordt de zwelling van het weefsel te groot (zoals bij oedeem) dan kan het endotheelkleppen systeem gaan falen, omdat de endotheelcelranden elkaar niet meer overlappen in de poriën. De afvoer van weefselvocht is dan beperkt of gestopt.



De lymfcapillairen zijn veel breder dan de bloedcapillairen; de lymfcapillairen kunnen een diameter van 100 micrometer bereiken, terwijl de bloedcapillairen een maximale diameter van 10 micrometer kunnen bereiken.

Figuur 16: Volume verandering van de lymfcapillair door Trek van radiaire vezels bij zwelling van het weefsel. Links: in normale toestand; rechts: bij zwelling van het Weefsel (Lit.12)

Precollectoren kunnen de lymfe al actief verplaatsen door ritmische samentrekkingen van glad spierweefsel (vasomotie), terwijl de kleppen de terugstroom voorkomen.

De collectoren zijn de verzamelvaten die de lymfe rechtstreeks naar de lymfeknopen transporteren. De collectoren hebben alleen een afvoerende functie richting lymfeknopen; door de aanwezigheid van kleppen kan de lymfe alleen naar de lymfeknopen stromen.

De collectoren zijn evenals de efferente lymfevaten uit min of meer autonome delen opgebouwd, de lymfangionen (klepsegmenten). Een lymfangion is het deel van het lymfevat tussen twee opeenvolgende kleppen. Door vulling rekt de wand van het lymfangion wat uit; hierdoor ontstaat een actiepotentiaal in de membraan van de gladde spiervezels, waardoor deze contraheren. Door de contractie van een lymfangion en de aanwezigheid van kleppen stroomt de lymfe in centrale richting (centripedaal) waarbij achtereenvolgens meer proximaal gelegen lymfangionen gevuld worden. De lymfangionen kunnen niet tegelijkertijd contraheren, maar alleen na elkaar in de volgorde van het eenrichtingsverkeer. Bij grotere vulling van het lymfangion volgt een sterkere contractie van de gladde spiervezels in dat lymfangion. Het afferente lymfesysteem (tot aan de lymfeknopen) bestaat uit een oppervlakkig en een diep deel. Het oppervlakkige deel ligt subcutaan, buiten de generale fascie (epifasciaal, prefasciaal). Het verloop van de collectoren is onafhankelijk van de huidvenen. Het oppervlakkige systeem, draineert de gehele huid en de subcutis. Het diepe deel ligt binnen de generale fascie (subfasciaal). De collectoren lopen met de vaatstrengen mee en hebben een groter lumen dan de oppervlakkige collectoren.

Het diepe systeem draineert de ruimte binnen de generale fascie, waaronder de skeletspieren, de botten en de gewrichten.

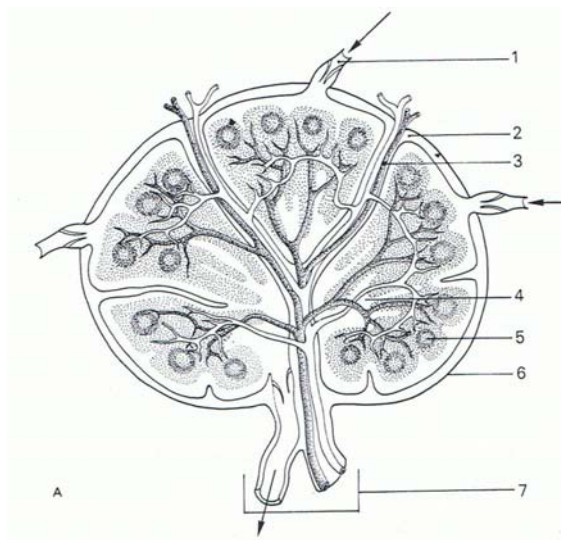
De efferente lymfevaten voeren de lymfe af uit de lymfeknopen. Uit iedere lymfeknoop komt één of soms een tweetal efferente lymfevaten: deze lymfevaten nemen de door de lymfeknoop bewerkte lymfe op. De efferente lymfevaten voegen zich tot samen tot grotere lymfevaten en vormen uiteindelijk de lymfestammen (trunci lymphatici).

De ductus thoracicus is ook onparig aangelegd en brengt de lymfe in de linker vena subclavia ter hoogte van de angulus venosus. De angulus venosus is de laterale hoek tussen de vena jugularis en de vena subclavia.

In de linker angulus venosus bevinden zich ook de inmondingen van de truncus subclavius sinister en de truncus jugularis sinister.

5.3.3 Lymfeknopen

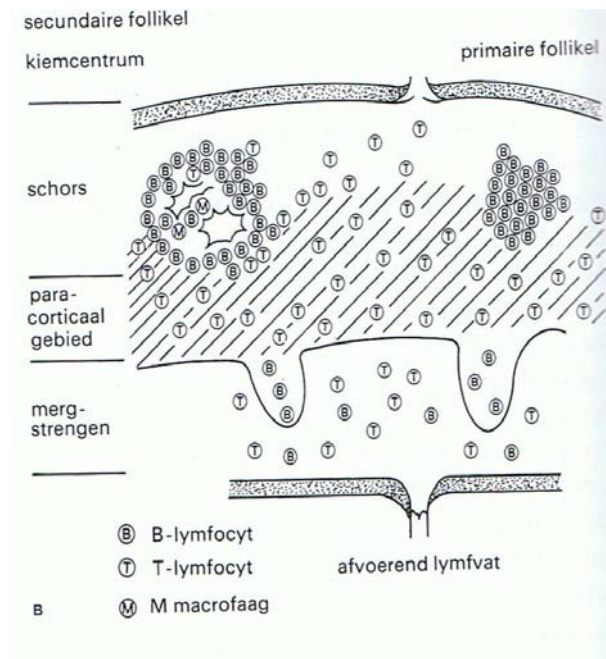
Een lymfeknoop (nodus lymphaticus) is een zuiveringsinstallatie. De lymfe stroomt ongeveer honderdmaal trager in de lymfeknopen dan in de lymfevaten, waardoor de maximale interactie met de daar aanwezige cellen plaatsvindt. Via een groot aantal afferente vaten (collectoren) bereikt de lymfe de lymfeknoop. Na bewerking verlaat de lymfe de knoop via en of twee efferente lymfevaten.



Figuur 17: De structuur van een lymfklier: 1 aanvoerend lymfvat, 2 randsinus, 3 tussenschot met bloedvaten, 4 mergsinus, 5 lymffollikel 6 kapsel, 7 hilus met arterie, vene en afvoerend lymfvat. (Lit 12)

Wanneer een infectie in het weefsel door macrofagen en granulocyten wordt gesignaleerd, zullen deze cellen na verloop van tijd met antigene fragmenten van de indringers via de lymfstrom in de lymfklieren terecht komen. In de lymfklier zelf zijn

macrofagen aanwezig die de bacteriën fagocyteren die met de lymfstroom meekomen. Een lymfklier zit vol met T- en B-lymfocyten die door losmazig bindweefsel worden vastgehouden. In een lymfklier bevinden zich een schorsgedeelte en een merggedeelte. In de schors liggen bolvormige lymffollikels die voornamelijk uit B-cellen bestaan. Rond de follikels bevinden zich veel T-geheugen- en T-helper-cellen. De lymfe stroomt door de schors waardoor intensief contact met B- en T-cellen optreedt. De T-helpercellen stimuleren de B-cellen. Bij een infectie zwelt een lymfklier op door de vele celdelingen van de lymfocyten. De cellen die zich omvormen in geheugencellen blijven in de schors, terwijl de geactiveerde killercellen en de B-cellen die immunoglobulinen produceren zich naar de mergzone begeven. Vanuit de mergzone ontspringen de efferente lymfvaten die de Tc-lymfocyten en de immunoglobulinen naar de bloedcirculatie vervoeren.

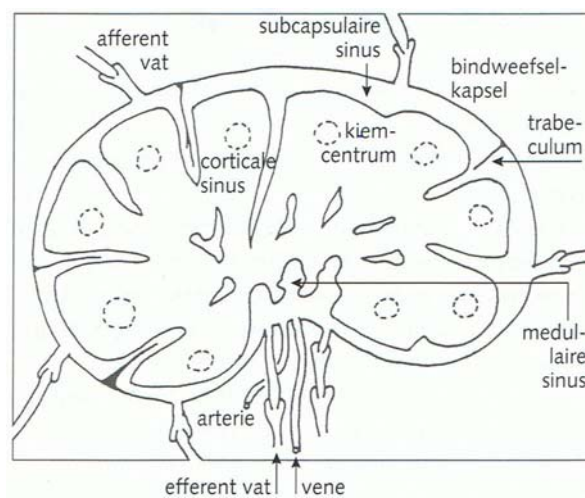


Figuur 18: De lokalisatie van B-lymfocyten in follikels en T-lymfocyten in het gebied van de schors rond de follikels (paracorticaal gebied). In de mergsinussen vindt de afvoer van actieve lymfocyten en immunoglobulinen plaats.

De buitenzijde van de lymfeknoop wordt gevormd door het bindweefselkapsel, opgebouwd uit collageen. De lymfeknoop bestaat uit vele holtes, die een netwerk vormen. Deze holtes worden topografisch onderscheiden in de subcapsulaire sinus (direct onder het kapsel), de corticale sinus (in de schors) en de medullaire sinus (in het merg). De lymfesinus bestaat uit verwijde gangsystemen, gevuld met reticulair bindweefsel. Alleen de subcapsulaire sinus bevat ook nog diverse uitstulpingen met collageen bindweefsel: de trabeculae. Dit hele systeem met reticulair en collageen

bindweefsel is bekleed met (tijdelijk) aangehechte macrofagen en lymfocyten. Ook de sinussen zelf zijn gevuld met macrofagen en lymfocyten: lymfoïd weefsel. De sinussen kennen geen duidelijke samenhang en worden bijeengehouden door de genoemde bindweefselsoorten. De sinussen zelf worden afgesloten door endotheelcellen (sinusendotheel). Het sinusendotheel bevat grote poriën waar lymfocyten en macrofagen makkelijk doorheen kunnen bewegen.

Reticulaire vezels bestaan uit lange uitstulpingen van de bindweefselcellen. Binnen deze uitstulpingen is extracellulair een bundeltje vezels gevormd. De aangehechte cellen van het lymfoïd weefsel zitten hiermee rechtstreeks vast aan het verlengde celoppervlak van de reticulaire bindweefselcel.



Figuur 19: Een lymfknoop (Lit. 34)

Lymfeknopen spelen een rol als filter, opslagplaats, afweerstation en regulator van de eiwitconcentratie in de lymfe. De filterfunctie geldt speciaal voor grotere partikels, cellen en celcomplexen. De filterfunctie wordt door de macrofagen uitgeoefend. Niet-afbreekbare partikels, zoals zandkorrels, kunnen zeer lang in macrofagen binnen de lymfeknoop achter blijven.

De opslagfunctie van lymfe varieert met de druk in de lymfeknoop.

De afweerfunctie van de lymfeknopen is zeer belangrijk. Lymfocyten blijven niet statisch in de lymfeknopen zitten, maar circuleren frequent kortdurend in het bloed, alwaar activatie door het antigen kan plaatsvinden. Van de lymfocyten bevindt 85 procent zich dan ook op enig moment in het bloed. Lymfocyten die door een antigeen zijn geactiveerd, activeren weer andere lymfocyten in de lymfeknoop, zodat immunoreacties in gang worden gezet. Hierbij ontstaan door deling nieuwe lymfocyten, dit vindt onder andere plaats in de kiemcentra.

5.3.4 Lymfeknooppakketten

Het lymfesysteem, laat de soortspecifieke bijzonderheid zien, dat veel lymfeknopen tot lymfknooppakketten samengevoegd zijn.

Lymfocentrum bronchiale

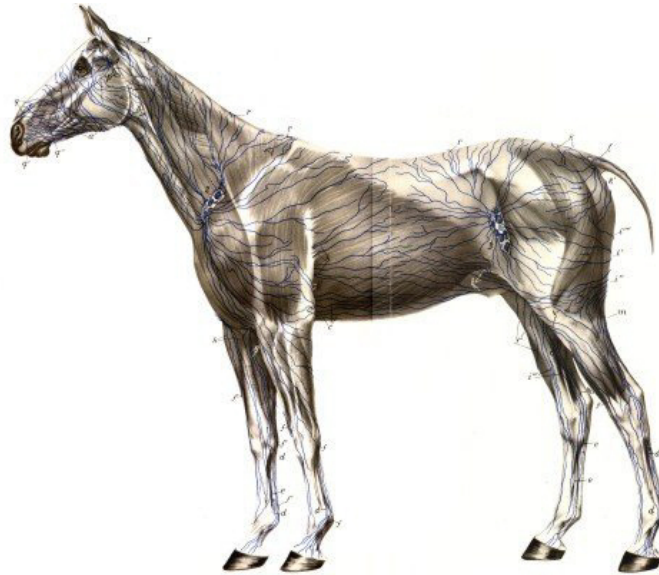
De Inn. Tracheobronchales dextri, - medii, en – sinistri laten afgezien van hun grote aantal geen verdere bijzonderheden zien. De Inn. Pulmonales liggen bij de hoofdbronchiën en zijn bedekt door longenparenchym.

Lymfocentrum mediastinale

Aan de mediastinale lymfeknopen komen naast Inn. mediastinales cranialis, die zich duidelijk van de Inn. cervicales profundi caudalis laten onderscheiden, ook Inn. mediastinalis medii en – caudales voor. De Inn. mediastinalis medii liggen dorsaal van de hartbasis en de Inn. mediastinales caudales liggen dorsaal in het mediastinum caudale tussen aorta en oesophagus.

Lymfocentrum thoracicum

De Inn. sternalis cranialis liggen craniaal tegen de arteria en vena thoracica en zijn niet duidelijk van de craniale mediastinale lymfeknopen te onderscheiden. Ventraal van het mediastinum caudale komen ter hoogte van het diafragma Inn. sternalis caudales voor. De Inn. intercostales bevinden zich dorsaal in de 3-16 intercostaalruimte. De Inn. thoracici aortici zijn paarsgewijs dorsaal van de aorta gerangschikt tussen de 6^e en 17^e borstwervel. Ze zijn links talrijker dan rechts waar ze tussen de 9^e en 14^e borstwervel vaak ontbreken.



Figuur 20: lymfevaatstelsel bij het paard

Zoals eerder vermeld verbinden de lymfeknopen van de borstholte zich vaak en monden ofwel direct uit in angulus venosus of in het eindgedeelte van de ductus thoracicus. De ductus thoracicus ligt eerst rechts van de aorta er dorsaal tegenaan en vervolgens cranioparallel van de aortaboog naar de linker angulus venosus.

Lymfocentrum cervicale

De boeglymfeknopen (Inn cervicalis superficialis) ontvangen een toevoer van oppervlakkige structuren van de hals, borst en voorbeen. De afvoer vindt zowel direct als indirect na de passage van de Inn cervicalis caudales plaats naar de angulus venosus. De Inn cervicalis profundi cranialis, - medii en – caudales (op de grens van de hals naar de borst) zijn als lymfeknooppakketten langs de truncus trachealis gegroepeerd die de lymfe van het hoofd naar de angulus venosus transporteert. De Inn cervicalis profundi cranialis omringen de schildklier en zijn niet eenduidig van de Inn retropharyngei medialis te onderscheiden. De bijzonder grote Inn cervicalis profundi caudales zijn niet altijd even duidelijk van de boeglymfeknopen en de craniale mediastinaallymfeknopen te onderscheiden.

Lymfocentrum retropharyngeum

De lymfe die na filtratie van de in de lymfepakketten bij elkaar liggende lymfeknopen van het hoofd (als laatste de Inn retropharyngei medialis) vrijkomt, wordt nogmaals gefiltreerd door de Inn cervicalis profundi cranialis die rond de schildklier liggen. Daarna kan de lymfe via de truncus jugularis naar de venenhoek afvloeien.

Lymfocentrum parotideum

De Inn. parotidei liggen ventraal van het kaakgewricht, aan of onder de rostrale rand van de gl. parotis.

Lymfocentrum mandibulare

De Inn mandibulares liggen oppervlakkig tussen de kaaktakken en de samenkomende insertieplaats van de mm omohyoideus en sternohyoideus. Het lymfepakket strekt zich uit van de gl. mandibularis tot ongeveer aan de incisura vasorum facialium en vormt een V, dat naar caudaal open is.

Lymfocentrum retropharyngeum

De Inn retropharyngei lateralis liggen onder de gl parotis en worden omgeven door het dorsale eind van de gl mandibularis, de m occipitomandibularis en de laterale zijde van luchtzak (vandaar ook de 'luchtzaklymfeknoppen'. De Inn retropharyngei medialis sluiten aan de ventromediale zijde van de Inn retropharyngei lateralis aan zonder duidelijke begrenzing en liggen dorsaal op de pharynx onder het stylohyoid.

Lymfocentrum van de hoof en het lymfocentrum axillare

Uit het lymfecapillaire oorsprongsgebied van de hoof ontspringen boven de kroonrand lateraal en mediaal spiegelsymmetrisch lymfetransportvaten in dorsopalmair gelijkmatige afstanden. De kleinere lymfevaten verenigen zich convergerend tot beiderzijds één tot drie vaten. De lateraal gelegen lymfevaten wisselen meestal ter hoogte van het distale einde van het griffelbeen van de laterale naar de mediale zijde, waarbij ze de ventromediane scheidingslijn ofwel in de diepte tussen de m interosseus medius en de diepe buigpees, dan wel oppervlakkig (subcutaan) passeren. Aan de mediale zijde begeleiden de lymfevaten in het metacarpale gebied de v, a, en n digitalis palmaris communis II om vervolgens via de carpaaltunnel en de mediale zijde van de onderarm de Inn cubitales te bereiken, die zich proximomediaal van het ellebooggewricht bevinden. Vanaf hier vervolgt de lymfeafvoer via de Inn axillaris propii die op de eindpees van de m teres major te vinden zijn. Van de Inn axillaris propii vloeit de lymfe via de Inn cervicalis profundi caudalis in de veneuze circulatie. In het bijzonder het proximolaterale deel van het

voorbeen (schouder) behoort niet tot het tributaire gebied van de Inn axillaris proprii, maar tot dat van de boeglymfeklier (Inn cervicalis superficialis).

Lymfocentrum popliteum en lymfocentrum inguinale profundi

Bij het achterbeen verenigen de lymfevaten zich net als bij in het voorbeen proximaal van het kootgewricht tot enkele grotere lymfevaten. Ze verlopen voornamelijk mediaal van de ledematen. Eerst tussen beide buigpezen, dan mediaal van het spronggewricht en via het onderbeen naar de Inn poplitei profundi, die in de knieholte tussen de mm biceps femoris en de semitendinosus ligt. De lymfeafvoer vindt plaats via de Inn inguinalis profundi, die in het canalis femoralis liggen, naar de Inn iliaci mediales. De diepe lymfeknopen in de lies ontvangen ook rechtstreeks toevoer van het mediale oppervlak van het boven- en onderbeen maar passeren niet de lymfeknopen van de knieholte, Het kruis en craniale contour van het bovenbeen worden verzorgd door de Inn subiliaci. Deze liggen dorsaal van het tuber coxae. Hun lymfeafvoer vindt plaats via de laterale en mediale lymfeknopen in de lies. Vanuit het mediale oppervlak van het bovenbeen gaat een deel van de lymfe naar de Inn inguinalis superficialis.

Lymfocentrum inguinale superficialis

De Inn inguinales superficialis bevinden zich buiten de bekken- en buikholte, longitudinaal langs de rug van de penis tot aan het scrotum (Inn scrotales) respectievelijk tot aan de basis van de uier (Inn mammarii). De Inn subiliaci bevinden zich in de knieplooi, halverwege tussen heupknobbel en knieschijf (zie hierboven).

Lymfocentrum iliosacrale

De Inn sacrales liggen caudaal van de splitsing van de aorta in de vertakking van de linker- en rechter a iliaca interna. De Inn iliaci mediales sluiten craniaal aan de oorsprong van de a circumflexa ilium profunda aan. De Inn iliaci laterales bevinden zich bij de r cranialis respectievelijk r caudalis van de a circumflexa ilium profunda, vlak voor de plaats waar zij door de buikwand treedt.

Lymfocentrum lumbale

De Inn lumbales aortici zijn de craniale voortzetting van de Inn iliaci mediales langs de aorta in het gebied van de lendenen. De Inn renales liggen niet ver van de hilus

van de nier verwijderd, tussen de splitsing van a en v renalis en kunnen niet duidelijk onderscheiden worden van de Inn lumbales aortici.

De lymfe wordt vervolgens afgevoerd naar de cisterna chyli, die ter hoogte van de nieren rechts-dorsaal tegen de aorta ligt. Hiervandaan wordt de lymfe via de ductus thoracicus afgevoerd naar de angulus venosus.

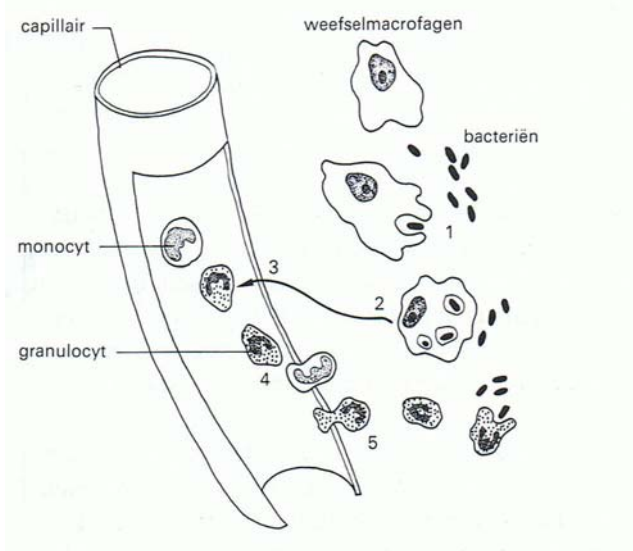
Lymfocentrum coeliacum en lymfocentrum mesentericus craniale

De lymfeklieren van de ingewanden zijn de Inn coelica (aan de oorsprong van de a coeliaca), de nn lienalis (aan de hilus lienis, waar het lig gastrolienale begint), Inn gastrici (in het gebied van de curvatura minor langs de a. gastrica sinistra), de Inn hepatici (aan de leverpoort gegroepeerd om de v portae heen) de Inn pancreaticoduodenalis (tussen pancreas en het pars duodeni) en de Inn jejunalis (proximaal in het mesojejunum aan de oorsprong van de aa jejunales). Daarnaast liggen ook de Inn colici (in het lig intercolium tussen de dorsale en de ventrale lagen van het colon ascendens), de Inn caecales (langs de mediale en laterale tendinae van het caecum) en de Inn mesenterici caudales (groepering om eindopsplitsing van de a mesenterica caudales) in de buikholte. De lymfeafvoer vindt plaats via de truncus intestinalis naar de cisterna chyli, waar het via de ductus thoracicus naar de angulus venosus wordt afgevoerd.

5.3.5 De lymfatische circulatie

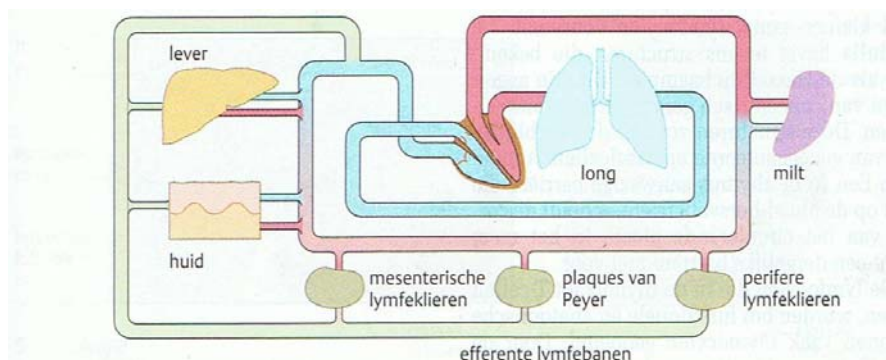
De cellen van het lymfatisch systeem circuleren voortdurend en bereiken alle delen van het lichaam op enkele na (bijvoorbeeld hersenen en testikels). Ze bereiken de lymfeklieren, de huid en de darmen via een gespecialiseerd endotheel van

postcapillaire venulen, de zogenoemde hoog-endotheliale venulen (HEV).



Figuur 21: Weefselmacrofagen (1) nemen binnengedrongen bacteriën op door fagocytose. De bacteriën worden door lysosomale enzymen vernietigd(2). De afgifte van interleukinen (3) zorgt dat granulocyten en monocytten uit de bloedbaan chemotactisch worden aangetrokken (4) om de infectie mede te bestrijden. De doorgang van leukocyten door de vaatwand (5) wordt diapedese genoemd. (Lit. 4)

De cellen van dit endotheel zijn veel dikker dan de normale endotheelcellen. Ze hebben een hoge concentratie adhesiemoleculen die dienen als receptoren waar lymfocyten zich naar richten. Als reactie op bepaalde chemotactische factoren migreren lymfocyten naar het onderliggende weefsel (diapedese). De lymfatische cellen komen weer in de bloedbaan via afvoerende (efferente) lymfevaten die eindigen in de ductus thoracicus. De lymfocyten komen de milt binnen via arteriolen en sinussen en verlaten het orgaan via de miltader.



Figuur 22: lymfatische circulatie (Lit. 5)

5.4 De tonsillen

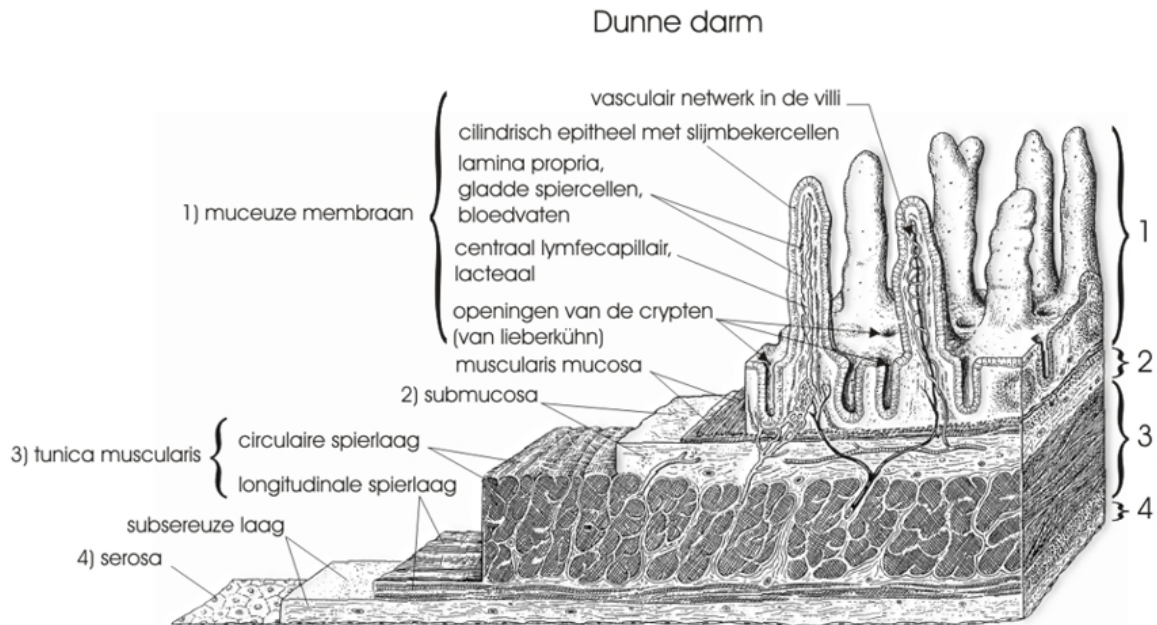
De tonsil, of amandel (synoniem amygdalum) is het lymfatisch orgaan rechts en links in het achterste gedeelte van de mondholte tussen de verhemeltebogen (tonsil palatina). Tonsil (epi)pharyngea (ook wel tonsil tertia), is het 'derde amandel', de ophoping van lymfatisch weefsel op de achterste keelwand ter hoogte van de uitmonding van de buizen van Eustachius in de nasopharynx. Tonsil linguinalis is het lymfatisch weefsel in de tongwortel.

5.5 De darmen

5.5.1 Anatomie darmkanaal

Het darmkanaal is in een aantal onderdelen te onderscheiden. De dunne darm, intestinum tenue bestaat uit het duodenum, jejunum en het ileum. Het duodenum, de 12-vingerige darm, heeft een lengte van ongeveer een meter. De pancreas heeft twee mondingen naar het duodenum: de papilla duodeni major (kanaal van Wirsung) en de papilla duodeni minor (kanaal van Santorini). Het jejunum, de nuchtere darm, is het langste deel van de dunne darm, in postmortale ontspanning maar liefst 25 meter. Deze darmlussen breiden zich over veel gedeeltes van de buikholte uit, maar

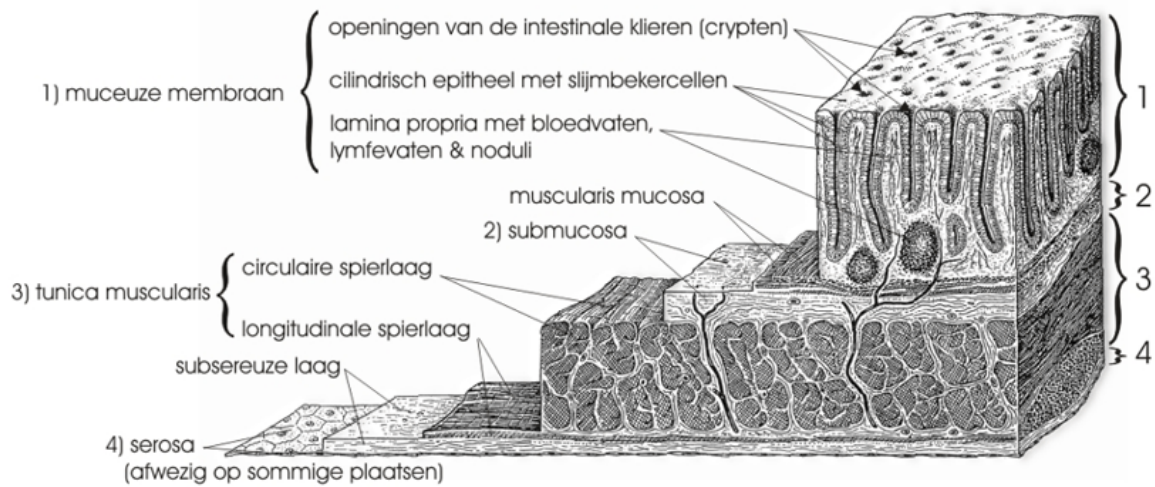
bevinden zich voornamelijk in het linker deel van de flank, ventraal van de bekkeningang en links van het caecum. Het ileum, of de kronkeldarm, is ongeveer 0,5 meter lang en wordt door een dikke spiermantel vernauwd. Middels een papilla ilealis, de ileo-caecale klep, mondt het ileum uit in het caecum.



Figuur 23: anatomie dunne darm (Lit. 10)

De dikke darm (intestinum crasum) bestaat uit het caecum, colon en het rectum. De blinde darm, het caecum, is ongeveer 1 meter lang en kan wel 35 liter bevatten. Het caecum is ligamenteair opgehangen aan de lendenwand, heeft een verbinding met de rechter nier, de pancreas en de lever. Het colon ascendens heeft een dubbele hoefijzervormige lus en is ongeveer 4 meter lang en kan tot 80 liter bevatten. Het colon transversum gaat craniaal van de a. mesenterica cranialis, van de rechter naar de linker lichaamszijde en is hier aan de dorsale buikwand met de pancreas en het pars transversa duodeni verbonden. Het colon descendens is ongeveer 3 meter lang. Het rectum is ongeveer 30 centimeter lang en begint ter hoogte van de bekkeningang, onder het sacrum en de eerste coccygeale wervels.

Dikke darm



Figuur 24: anatomie dikke darm (Lit. 10)

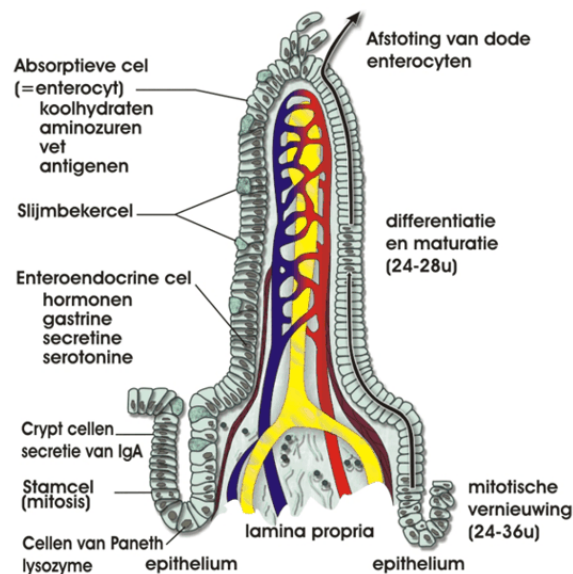
Het mesocolon ontstaat uit de craniale scheilwortel en hecht zich met het smalle lig. Intercolicum aan de tot elkaar gekeerde taniae van de dorsale en ventrale lagen van de dubbele hoefijzervorm van het colon ascendens. Zijn lengte komt overeen met de afstand tot de scheilwortel en is tot aan de bekkenflexuur zeer aanzienlijk. Veruit het grootste deel van het colon hangt los in de buikholte. De enige rigide bevestiging is via de retro-peritoneale ophanging van de basis caeci en het colon transversum.

De wanden van de holle organen van het lichaam bestaan uit vier lagen; de mucosa, submucosa, muscularis externa en adventitia of serosa.

De mucosa bestaat uit drie lagen: epitheel, lamina propria en muscularis mucosae. Het epitheel bevat een of meerdere lagen epitheelcellen, waarvan de membranen dicht tegen elkaar liggen middels een dismosom (dichtingsband). Veel van deze cellen hebben een specifieke functie, bijvoorbeeld het afscheiden van slijm voor het vormen van een beschermende laag over de wand (slijmbekercellen), of zuren en enzymen voor de spijsvertering. Een ander deel absorbeert water en voedsel, en weer een ander deel scheidt hormonen af die de spijsvertering en de voedselopname regelen.

De bouw van de mucosa verschilt van orgaan tot orgaan. Ze bevat crypten en in de dunne darm ook villi (vlokken). De crypten zijn onderaan afgesloten holle cilinders van epitheelcellen. Dieper in de crypten liggen de cellen die zuur en enzymen maken

voor de spijsvertering. De stamcellen waaruit de nieuwe epitheelcellen ontstaan, liggen meestal in de bodem.



Figuur 25: opbouw mucosa (Lit. 10)

De lamina propria bestaat uit los bindweefsel. Ze vult de ruimte onder en tussen het epitheel en bevat capillaire bloedvaten voor de voeding van de epitheelcellen, lymfevaten voor de afvoer van chyle, lymfoïd weefsel dat bestaat uit kluwen van capillaire bloed- en lymfevaten dat bezaaid is met witte bloedcellen en veel zenuwuitlopers.

De muscularis mucosae bestaat uit een dunne laag overlangse gladde spieren. Ze volgt de onderkant van de lamina propria tot in de vlokken. De Meissners plexus die de ganglia van de parasympatische neuronen bevat, ligt in de submucosa. Deze stimuleren de darmbewegingen alsook de dilatatie van de bloedvaten en de afscheiding van verteringssappen. De ganglia van het sympatische systeem liggen verder weg. Dit remt de peristaltiek met norepinephrine en substance P.

De submucosa bestaat uit los bindweefsel of, in organen waar het kanaal vastligt aan kraakbeen of gestreepte spieren, vast bindweefsel. Ze ligt onder de muscularis mucosae en bevat bloed- en lymfevaten, zenuwen en zenuwvlechten (Meissner's plexus voor de beweging van de muscularis mucosae), klieren (bv Brunner's klieren) en de platen van Peyser.

De muscularis externa bestaat uit gladde spieren. De binnenlagen bevatten ringvormige spieren en de buitenlaag overlangse spieren. De bezuwering gebeurt vanuit een plexus die ligt tussen twee lagen, de plexus myentericus of myenterische plexus van Auerbach, die deel uitmaakt van het parasympatische zenuwstelsel. De muscularis externa zorgt voor de voortbeweging van de spijs, terwijl de muscularis mucosae voor de beweging van de vlokken zorgt. Deze laatste mengt de enzymen met de spijs, wat de vertering en opname bevordert.

Adventitia – serosa

Adventitia is een laag los bindweefsel met hier en daar een bundel gladde spieren. Ze verbindt het spijsverteringskanaal met het omliggende weefsel en bevat grote bloed- en lymfevaten, zenuwen en vetcellen. In de buikholte, waar het kanaal niet ingebed is in het omliggende weefsel, ligt er rond de muscularis externa een laag bindweefsel, subserosus, bedekt met een enkele laag epitheelcellen, de serosa. De serosa is het vlies dat het interstitiële vocht binnen de wand van het kanaal houdt. Daar is het spijsverteringskanaal opgehangen aan de achterwand van de buikholte, middels het mesenterium. In dat vlies lopen de grote bloed- en lymfevaten en de zenuwbundels. Het mesenterium is een van de dubbele vouwen in het peritoneum, een gesloten zak die de binnenkant van de thorax, het abdomen en de pelvis bekleedt en die met meerdere vouwen de viscera op hun plaats houdt. De serosa maakt deel uit van een continu vlies van epitheelcellen dat de ingewanden, de dubbele vouwen en het peritoneum bedekt. Het vlies scheidt een vocht af dat de ruimte in de zak opvult en verschilt van het interstitiële vocht in de wand van het spijsverteringskanaal.

5.5.2 De bloedvoorziening

De bloedvoorziening van de darmen gaat via de a. coelica, a. mesenterica cranialis, R. colicu, a. colica dextra en de a. pancreatico-duodenalis. Overeenkomend met de enorme verlenging van de genoemde delen van het colon zijn ook de bloedvaten zeer lang en anastomeren ze aan hun einde in de flexuur van het bekken met elkaar. Vooral in het proximale oorsprongsgebied komen dwarsanastomosen tussen beide arteriën voor. Ook de aa. caecalis lateralis en de –medialis anastomeren aan hun beider einde aan de punt van het caecum.

5.5.3 De bezuwning van de darmen

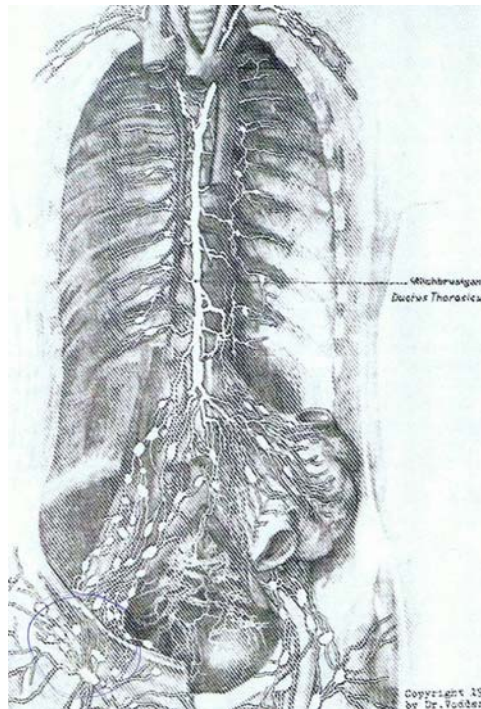
Zoals eerder beschreven zijn de drie zenuwnetten, plexus van Auerbach, de plexus van Meissner en de plexus van Cajal, erg belangrijk. Hier vindt een lokale regeling plaats: de zenuwcellen in de plexus nemen de prikkels op en geven een impuls. Daarnaast heeft de nervus Vagus een belangrijke functie. De nervus vagus verzorgt de parasympatische bezuwning van het duodenum, intestinum en colon en zorgt voor een versterking van de darmbeweging. De orthosympatische beïnvloeding verloopt thoracaal, vanuit T7 t/m T18.

5.5.4 De lymfeklieren en het immuunsysteem

De lymfeklieren van de ingewanden zijn o.a. Inn coelica (oorsprong a coelica), Inn lienalis (aan de hilus lienis, waar het lig gastolienale begint), Inn gastrici (in het gebied van de curvatura minor langs de a. gastrica sinistra), Inn hepatici (aan de leverpoort gegroepeerd om de v portae heen), Inn pancreaticoduodenalis (tussen pancreas en aa. jejunalis), Inn colii (liggen in het lig intercolium tussen de dorsale en ventrale lagen van het colon ascendens), Inn caecales (langs de mediale en laterale tendinae van het sacrum) en Lnn mesenterici caudalis (groeperen zich om de eindopsplitsing van de a. mesenterica caudalis). De lymfeafvoer vindt plaats via de truncus intertinalie naar de lenden cisterne en vanuit hieruit via de ductus thoracis naar de angulus venosus.

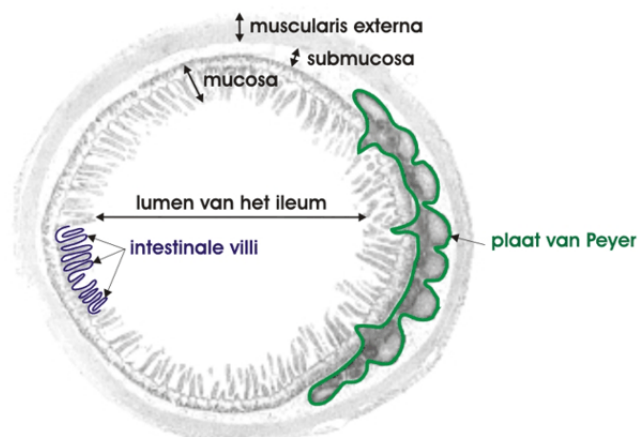


Figuur 26: Lymfeknopen (humaan)



Figuur 27: Lymfeknopen in buikholte (humaan)

In het ileum liggen de platen van Peyer in de submucosa. Op sommige plaatsen steken ze door de lamina propria tot tegen het epitheel. De platen van Peyer bevatten dezelfde onderdelen als een lymfeknoep. De verschillende onderdelen zijn echter niet zo sterk gescheiden. De platen van Peyer verrichten dezelfde taken als een lymfeknoep. Ze bevatten veel B- en T-cellen enerzijds en kiemcentra (germinal center) anderzijds met een dendritische cel die de bacterie gevangen houdt in de omgeving van een specifieke geactiveerde T- en B-cel. In de lamina propria bevinden zich massa's geactiveerde B-cellen. Ook tussen de epitheelcellen zit er af en toe een B-cel.



Figuur 28: Plaat van Peyer (Lit.10)

Het immuunsysteem in de darmen wordt geconfronteerd met een reeks antigenen, zoals schadelijke bacteriën, door virussen besmette epitheelcellen, commensalen, enzovoorts.

De Panethcellen storten bacterie-dodende lysozymen uit. In de dunne darm zijn dat vooral defensins en in de dikke darm cathelicidins. Deze houden de crypten bacterievrij.

Geactiveerde B-cellen verlaten de lymfevaten aan de lymfeknopen van het mesenterium. Tijdens hun activatie (waarbij de B-cellen antistoffen IgA maken), worden de T- en B-cellen op het membraan uitgerust met een massa adhesiemoleculen. Een signaalstof wordt vervolgens uitgezonden door de lamina propria van de dunne darm, die de endotheelcellen de bloedvaten van de dunne darm stimuleert adhesiemoleculen aan te maken. Zo worden de in het ileum geactiveerde T- en B-cellen terug gebracht naar de dunne darm. Een opeenvolging van signaalstoffen en adhesiemoleculen loodt de T – en B cellen door het endotheel tot op hun plaats in de lamina propria en in het endotheel. De dochtercellen van de geactiveerde T- en B-cellen vestigen zich de rest van hun leven op die plaats. Verschijnt hetzelfde antigeen weer, dan zenden ze signalen uit om de immunreactie te starten. Vindt deze activatie niet plaats, dan worden ze opgeruimd door de macrofagen bij een aankomst van een nieuwe reeks dochtercellen. De deling in het klemcentrum herhaalt zich elke 3 tot 4 weken.

5.5.5 Darmflora

Naast een goedwerkend lymfesysteem in de darm is de darmflora erg belangrijk. De darmflora is een verzamelnaam voor alle bacteriën in de darmen en bestaat uit ongeveer 100 biljoen bacteriën en uit meer dan 400 soorten. De darmflora kan onderverdeeld worden in nuttige en schadelijke bacteriën. Bij een gezonde darmflora zijn deze bacteriën met elkaar in evenwicht.

Bacterioloog Alfred Nissle ontdekte in 1915 het bestaan van een evenwichtig samenleven van vele types bacteriën in de darmen en de noodzaak hiervan voor het vermijden van ziekten,

De belangrijkste nuttige bacteriën uit de darmflora zijn de lactobacillen aan het eind van de dunne darm en de bifidobacteriën in de dikke darm. Een evenwichtige, gezonde darmflora is onmisbaar voor de spijsvertering, de bescherming tegen schadelijke bacteriën en de natuurlijke weerstand. De bacteriën kunnen niet

verteerde voedselresten alsnog afbreken of vergisten. Vooral bij de vertering van onverteerde koolhydraten ontstaan zeer nuttige stoffen, de 'korte-keten-vetzuren'. De dikke darmcellen gebruiken deze vetzuren als brandstof. Door de productie van deze vetzuren wordt tevens de peristaltiek gestimuleerd. Ook heeft de darmflora een taak bij het opnemen van vitamines. Vitamine B12 kan bij een gebrekkige darmflora niet opgenomen worden.



Figuur 29: darmflora (Lit. 21)

De nuttige darmbacteriën produceren zuren die de groei van schadelijke bacteriën onderdrukken. Zolang er voldoende nuttige darmbacteriën aanwezig zijn, is de darmflora gezond. De schadelijke bacteriën worden beperkt om zich te ontwikkelen. De darmflora vormt een groot deel van de afweer en ondersteunt op deze manier het immuunsysteem.

Een slechte werking van de maag en de pancreas kunnen stoornissen geven in de darmflora. De vermenigvuldiging van goede darmbacteriën kan geremd worden door medicaties, laxeermiddelen, stress, zware metalen, enzovoorts. Ook een verkeerde voeding, als veel geraffineerde producten en alcohol, heeft een negatief effect op de darmflora.

Rook G. et al (Microbes, immunoregulation, and the gut) zijn ervan overtuigd dat de darmflora zich gedurende het leven als volgt ontwikkelt: De infantiele darmflora bestaat, hoofdzakelijk uit bifidobacterien, sterke zuurvormers die ervoor zorgen dat facultatief pathogenen niet veel kans krijgen. Deze darmflora behoort de eerste levensmaanden te domineren. Gaandeweg ontwikkelt zich de diversiteit en de veelvoud van bacteriespecies, typisch voor de volwassen darmflora. Storingen zijn in de eerste plaats het gevolg van onnodig gebruik van antibiotica, van halogenen

(fluor, chloor) en van toxische zware metalen. Een antibioticakuur kan circa 99% van de darmflora vernietigen. De gevolgen zijn minimaal een dysbiose, maar kunnen ook een selectieve overgroei tot gevolg hebben (bijvoorbeeld van *Candida spess.*).

Naarmate het lichaam ouder wordt, valt een verandering van de darmflora op, in de richting van meer pathologie: de positieve darmbewoners verdwijnen, facultatief pathogene en pathologische species krijgen langzaam de overhand.

Duidelijk is dat vooral de groep van de bifidobacterien en de anaerobe bacteriën afneemt in de loop van het leven, terwijl de enterobacterien toenemen. Het ene is deels het gevolg van het andere; de sterke zuurvormers worden minder en daardoor krijgen bacteriën die minder zuurresistent zijn (zoals *Clostridium difficile*) de kans zich uit te breiden.

6. Beïnvloeding van het immuunsysteem

6.1.1 Humane onderzoeken

Het effect van een osteopatische behandeling op het immuunsysteem is bij diverse humane studies onderzocht. In 1920 rapporteerde Smith buitengewone waarden van gestegen overleving bij patiënten die met het Spaanse griepvirus waren besmet en een osteopathische behandeling ondergingen. In 1918, nog voor de ontdekking van de antibiotica, werd LPM (Lymphatic Pump Manipulation) al gebruikt om slachtoffers van de griepepidemie te behandelen. De gerapporteerde mortaliteit van de osteopathisch behandelde personen was 0.25 procent in vergelijking met de groep die de voordelen van deze behandeling niet had ondervonden en een mortaliteitsratio van 5 procent vertoonde (Smith R.K., 1920). In 1932 onderzochten Castlio en Ferris-Swift het effect van miltstimulatie bij 'normale' individuen. Er was een actuele stijging in de leukocytentelling en dit van meer dan 2000 cellen per kubieke millimeter in 80 procent van de gevallen. Daarnaast vonden ze een stijging van de opsonische index bij meer dan 80 procent van de proefpersonen (Castlio Y., Ferris-Swift L., 1932). Deze onderzoekers toonden in 1934 tevens het effect van de miltstimulatie op de bloedcellen en de antilichamen bij acute infecties aan. Uit dit onderzoek bleek de opsonische index van het serum van de patiënten in 95 procent van de gevallen steeg (Castlio Y., Ferris-Swift L., 1934). Allen en Pence toonden in 1967 het bewijs dat lymfepomptechnieken een invloed hebben op de immunfunctie

van het lichaam en een beter klinisch verloop geven bij aandoeningen van het respiratoir stelsel (Allen T., Pence T., 1967).

John Measel onderzocht in 1982 opnieuw de effectiviteit van de lymfatische pomp. Hij gebruikte pneumococcal polysaccharide als antigeen, gaf de proefpersonen een 'pomp-behandeling' en bekeek de agglutinatierespons. Hij concludeerde dat het bevorderen van de lymfecirculatie een gunstige invloed heeft op het immuunsysteem van het lichaam, vooral op de aantallen B-lymfocyten bij de immunreactie (Measel J.W., 1982). Bij deze bevindingen stelden de onderzoekers een hypothese op dat de grotere aantallen antilichaampjes in het bloed als gevolg van deze methode een positieve invloed zou hebben op de fagocytose. Dit was het volgende aspect van de lymfepomptechniek dat werd onderzocht. Hieruit bleek dat de fagocytose bij mensen die met de lymfepomptechniek werden behandeld, beduidend efficiënter verliep dan bij de proefpersonen uit de controlegroep. Onderzoek van Leon Chaitow toonde onder andere aan dat pomptechnieken die in de miltstreek worden toegepast, het aantal leukocyten in het bloed met gemiddeld 2200 cellen per kubieke millimeter verhogen. Een verhoogd aantal leukocyten heeft dan weer een sterke invloed op het vermogen van het lichaam om allerlei infectieuze processen de baas te worden (Leon Chaitow, 1993).

Steele en enkele co-onderzoekers hebben in 1998 aangetoond dat via OMT (osteopathic manipulative treatment: lymfepomp en milt pomp) er een verhoogde immunologische respons is. Hiervoor werd een hepatitis B vaccinatie gegeven aan een groep die OMT ontving en aan een controlegroep die de behandeling niet ontving. Ongeveer 50 procent van de behandelde groep had een positieve reactie op het vaccin, terwijl slechts 17 procent van de controlegroep een positieve antilichaamrespons vertoonde (Jackson K.M., Steele T.F., 1998). Mesina onderzocht in 1998 nieuwe elementen van het immuunsysteem, namelijk basofielen. Op een aantal vastgestelde tijdstippen na de LPT (Lymphatic Pump Techniques) werden bloedstalen genomen van de proefpersonen en onderzocht op het percentage basofielen. Dit was gestegen in tegenstelling tot de controlegroep (Mesina J, 1998).

6.2 Mogelijke osteopathische relaties

6.2.1. Neurologisch

6.2.1.1. Inleiding

Het zenuwstelsel is een van de belangrijkste systemen in het lichaam. Het zenuwweefsel dient als een communicatiemiddel tussen alle lichaamselementen. Alle fysiologische fenomenen zijn gekenmerkt door de eigenschappen van zenuwweefsel, overgevoeligheid, geleidingsvermogen en trofiek. Beweging, gevoeligheid en nutritie zijn de vitale eigenschappen die belangrijk zijn bij het ontstaan van een ziekte. Irritatie van spieren zijn het gevolg van zenuwirritatie (Dain L.). Deze irritaties kunnen mechanisch, chemisch, thermisch en elektrisch zijn. Het zenuwweefsel heeft het vermogen zijn overgevoeligheid over te brengen op ander weefsel en daar acties te initiëren.

Elk onderdeel van het lichaam is in staat via het zenuwstelsel in harmonie te werken met elk ander deel van het lichaam.

Het zenuwstelsel werkt als totaliteit. Het zenuwstelsel is onder andere onder te verdelen in een parasympatisch en (ortho)sympatisch deel.

Het animale of vegetatieve zenuwstelsel wordt gebruikt met betrekking tot functies (bv lopen) en ook met betrekking tot neuronestructuren. Animaal zijn alle functies en structuren die betrokken zijn bij het waarnemen van de buitenwereld en bij de sensoriek en motoriek van het houdings- en bewegingsapparaat. 'Vegetatief' zijn de functies en structuren die gericht zijn op de instandhouding van het lichaam (homeostasis), de groei en de voortplanting. Het vegetatieve deel van het zenuwstelsel, met name het motorische deel daarvan, wordt ook wel 'autonoom' genoemd.

Zowel het animale als het vegetatieve zenuwstelsel bezitten een sensorisch en een motorisch gedeelte. Bij de sensoriek is de grens tussen animaal en vegetatief soms moeilijk te trekken. Het motorische gedeelte van het vegetatieve zenuwstelsel bestaat uit twee systemen die werken als antagonisten: het (ortho)sympatische en het parasympatische systeem.

Het sensorische systeem houdt zich bezig met de opvang, de geleiding en de verwerking van prikkels die door sensoren (zintuigen) zijn opgevangen. Tot het

sensorische systeem behoren perifere structuren, namelijk sensoren en perifere sensorische banen, sensorische zenuwvezels, en centrale structuren, namelijk sensorische banen en sensorische projectievelden (de gebieden in de hersenen waar de sensorische banen eindigen). In het sensorische systeem wordt de prikkel van perifeer naar centraal geleid, in het motorische systeem andersom. Centraal liggen de motorische velden en de motorische banen, perifeer liggen de perifere motorische zenuwvezels en de effectororganen. De effectororganen zijn over het algemeen spieren: dwarsgestreepte skeletspieren voor het animaal-motorisch systeem en gladde spieren voor het vegetatief-motorische systeem. Vezels in het perifere zenuwstelsel zijn of sensorisch of motorisch. Het centrale zenuwstelsel kent daarnaast een groot aantal neuronen met integrerende functies, zoals de verbinding tussen sensoriek en motoriek.

De termen afferent en efferent worden gebruikt voor vezels en vezelbundels in relatie tot de structuren waartussen zij een verbinding vormen. Efferente vezels worden vaak verder gedifferentieerd door de naam 'motor', 'vasomotor', volgens de structuren waarin ze eindigen. Afferente vezels zijn meestal sensorisch, om aan te geven dat hun functie het verplaatsen van impulsen naar het centrale zenuwstelsel is. Een druk op het zenuwweefsel zal alle zenuwvezels prikkelen en zal impulsen veroorzaken in de richting van de normale impulsgeleiding: ze kunnen een contractie van de musculatuur veroorzaken of activiteit van aangrenzend weefsel; sensorische impulsen zullen naar het centrale zenuwstelsel vervoerd worden.

Osteopathisch gezien is de segmentatie van de wervelkolom zeer interessant. Deze segmentatie is relatief, maar met name wat betreft de pathologieën interessant. De segmentale ordening ontstaat tijdens de groei van perifere vezels vanuit de neurale buis en neurale lijst. Door de vorming van de wervelbogen treden de vezels bundelsgewijs naar buiten. Dit heeft tot gevolg de segmentale ordening van de grijze stof in het ruggenmerg en de ganglia. De verbinding van het ruggenmerg en de spinale zenuwen verloopt via de dorsale en ventrale wortels. De dorsale wortel (achterwortel of radix dorsalis) bevat de vezels van de perifere sensorische neuronen. De cellichamen van deze neuronen liggen buiten het ruggenmerg in het spinale ganglion. De ventrale wortel (voorwortel of radix ventralis) bevat de vezels van de perifere motorische neuronen. De achterelkaar gerangschikte segmenten worden somieten genoemd. Elk weefseldeel blijft verbonden met zijn oorspronkelijke innervatie. Deze opdeling in somieten wordt ook wel de primaire segmentatie

genoemd. Door groeiprocessen en aanpassingen in de afmetingen verplaatsen de weefsels zich ten opzichte van elkaar. Uit de somieten zijn de spieren, de bindweefselstructuren en de botten ontstaan. Het deel van het ruggenmerg dat zijn afferente en efferente zenuwvezels via één gepaarde spinale zenuw hieraan afgeeft, heet een ruggemergsegment. In het volwassen lichaam wordt alles wat vanuit een ruggemergsegment wordt geïnnerveerd, een metameer genoemd. In een metameer wordt vervolgens weer een andere terminologie gebruikt: zo wordt de door één segment sensibel geïnnerveerde huid een dermatoom genoemd, de door één segment geïnnerveerde motorische eenheden in spieren een myotoom en de door een segment geïnnerveerde bindweefsels zoals kapsel, banden, pezen en botten een sclerotoom.

Deze segmentale integratie speelt een belangrijke rol bij de osteopathische manipulaties. Een manipulatie geeft ook een prikkeling van de zenuwen in de huid, de spier en de synoviale membranen. Deze impulsen komen aan in het centrale zenuwstelsel en zullen omgevormd worden in efferente impulsen.

Naast de sensibele en motorische aspecten van het centrale zenuwstelsel die ten grondslag liggen aan het vermogen tot waarneming en voortbeweging, is er een scala van functies die gericht zijn op de besturing van de inwendige organen en de huid. De activiteiten van de inwendige organen worden samengevat onder de term vegetatieve processen. Deze staan direct ten dienste van het handhaven van de homeostase van het interne milieu. Het gedeelte van het zenuwstelsel dat bij de besturing van die processen betrokken is, wordt veelal het vegetatieve zenuwstelsel genoemd. Het vegetatieve en het animale zenuwstelsel zijn in de praktijk echter een geheel, zoals eerder vermeld. De beide 'delen' zijn continu, anatomisch en fysiologisch met elkaar verbonden.

Opvallend is dat emoties zich vaak uiten met behulp van onwillekeurig verlopende vegetatieve processen. Een typisch emotionele beleving als plotselinge schaamte gaat gepaard met blozen. Er zijn uiteenlopende gebieden van het centrale zenuwstelsel betrokken bij de vegetatieve regeling. De regeling van de hartslag, de bloeddruk en het ademritme vindt plaats vanuit de hersenstam. Lediging van de blaas wordt reflexmatig bepaald door het sacrale ruggenmerg. De basale kernen met hun invloed op de emotionele motoriek en het limbische systeem voor de emotionele en affectieve kleuring van waarnemingen dragen bij aan gedragsmatige uitingen. Al

deze functies zijn met elkaar verbonden in een complexe groep kernen in de hypothalamus. Dit gebied is een knooppunt waarvan zowel de vegetatieve neuronale regeling als het grootste deel van de hormonale regeling uitgaat.

De hypothalamus is met behulp van informatie uit de andere delen van het zenuwstelsel in staat om selectief de processen te stimuleren die nodig zijn wanneer het lichaam inspanning verricht of wanneer het zich in rust bevindt. Hiervoor dalen banen af naar het ruggenmerg die van daar uit naar de inwendige organen, de bloedvaten en de huid lopen. Wat betreft de regeling van arbeid en rust kunnen twee functionele afdelingen worden onderscheiden: het gedeelte wat vooral die organen activeert die arbeid ondersteunen wordt het (ortho)sympatische deel van het vegetatieve zenuwstelsel genoemd. Het gedeelte dat vooral de toestand van de rust beheerst, wordt het parasympatische deel genoemd.

De oorsprongsneuronen van het sympatische systeem bevinden zich in de hypothalamus in de primaire sympatische centra. Via drie neuronenschakelingen wordt het doelweefsel bereikt. De vezels die uit de hypothalamus afdalen, eindigen op de secundaire sympatische neuronen, een groep neuronen in het ruggenmerg. Deze liggen als een kolom in de zijhoorns van de grijze stof van de ruggenmergsegmenten C8 – L6. Hun vezels verlaten het ruggenmerg via de voorwortels van de spinale zenuwen. De sympatische vezels bereiken alle delen van het lichaam. Direct buiten de wervelkolom splitsen de sympatische vezels zich van de spinale vezels af en treden binnen in de sympatische grensstreng, de truncus sympaticus.

De grensstreng is opgebouwd uit paravertebrale ganglia, kleine groepjes sympatische neuronen die onderling door zenuwvezels verbonden zijn. In de buikholte bevinden zich met de grensstreng verbonden en voor de wervelkolom gelegen prevertebrale ganglia. In de grensstrengganglia en prevertebrale ganglia vindt de overschakeling plaats op de tertiare sympatische neuronen. De sympatische vezels die het hoofd innervieren zijn verbonden met de cervicale ganglia.

Osteopatisch bekeken is het ganglion cervicale craniale een van de belangrijkste ganglia in het lichaam. Dit ganglion communiceert met een groot aantal zenuwen en organen en is in direct contact met vier craniale en vier cervicale zenuwen en heeft tot slot veel vertakkingen met de formatie van een groot aantal plexussen.

Het ganglion cervicale craniale heeft anastomosen met de n. glossopharyngeus, de n. vagus, n. accessorius en de n. hypoglossus. De n.jugularis is een speciale tak die het ganglion verbindt met het ganglion jugularis van de n. vagus.

Naast de directe communicatie met de vier craniale zenuwen heeft het ganglion ook een nauwe verbinding met de dorsale boord van de a. carotis internus. Deze arterie wordt vergezeld door de nervi carotici interni. Deze zenuwen verlopen tot in het hoofd om de plexus carotis internus (plexus cavernosus) te vormen. Uit deze plexus ontspringen belangrijke takken, zoals de rami hypofysialis, de rami vasculares (naar de aa. cerebri) en de rami choroidei (naar de plexus choroideus). Daarnaast heeft het ganglion via de nervi carotica externi verbindingen met de plexus caroticus communis die weer relaties heeft met de n. glossopharyngeus, n. vagus, a. carotis externus en de plexus caroticus externus. Ook zijn er verbindingen met de ramus laryngo pharyngei, die de plexus pharyngeus vormen met takken uit de n.glossopharyngeus, n. vagus en n. hypoglossus.

De parasympatische oorsprongsneuronen bevinden zich in de hypothalamus. De secundaire parasympatische neuronnen beginnen in de hersenstam en in het sacrale ruggenmerg. De parasympatische innervatie van het lichaam is minder uitgebreid dan de sympatische en beperkt zich tot het hoofd-halsgebied en de inwendige organen in de borst- en buikholte. Het grootste deel hiervan wordt vanuit de vaguskern in de medulla oblongata geïnnerveerd. De vezels van deze secundaire parasympatische neuronnen voegen zich samen in de gepaarde tiende hersenzenuw, de nervus vagus. De nervus vagus treedt aan de onderzijde van de schedel uit en loopt via de hals naar de borst- en buikorganen. De tertiare parasympatische neuronnen liggen veelal bij of in de wand van het doelorgaan. De organen van het bekken worden door een groep secundaire parasympatische neuronnen in het sacrale ruggemerg verzorgd. Voor de vernauwing van de pupil in het oog en de activering van traan- en speekselklieren zijn er kleine parasympatische kernen in de hersenstam van waaruit de preganglionaire vezels via de derde, vijfde, zevende en negende hersenzenuw de doelorganen bereiken.

<i>orgaan</i>	<i>sympathische stimulatie</i>	<i>parasymphatische stimulatie</i>
oog		
- pupil	verwijding	vernauwing (miosis)
- m.ciliaris	relaxatie (vertezien)	contractie (accommodatie)
klieren (o.a.)		
- neusslijmvlies	vasoconstrictie en 'waterige' secretie	stimulatie overvloedige secretie met veel mucus en/of enzymen
- traanklieren		
- speekselklieren		
- maag/darmklieren		
- pancreas		
zweetklieren	sterke transpiratie	transpiratie handpalm
apocriene klieren	transpiratie (geurend)	geen effect
hart		
- spier	frequentieverhoging (evt. tachycardie)	frequentieverlaging (evt. bradycardie)
- aa.coronariae	verhoogde contractiekracht dilatatie (β -adrenerg)	verminderde contractiekracht dilatatie
- constrictie (α -adrenerg)		
longen		
- bronchi	dilatatie	constrictie
- bloedvaten	lichte constrictie	dilatatie
darm		
- lumen	verminderde peristaltiek en tonus	verhoogde peristaltiek en tonus
- sfincters	verhoogde tonus	verlaagde tonus
lever	afgifte glucose	glycogeensynthese
galblaas	relaxatie	contractie
nier	verminderde secretie	geen effect
blaas		
- m.detrusor	lichte relaxatie	contractie
- m.sphincter vesicae	contractie	relaxatie
penis/prostaat	ejaculatie	erectie
arteriolen in de		
- ingewanden	constrictie	geen effect
- spieren	constrictie (α -adrenerg)	geen effect
	dilatatie (β -adrenerg)	
	dilatatie (cholinerg)	
- huid	constrictie	geen effect
bloed		
- coagulatie	verhoging	geen effect
- glucose	verhoging	geen effect
- lipiden	verhoging	geen effect
basale metabolisme	verhoging	geen effect
bijniermerg (adrenaline-secretie)	activatie	geen effect
mentale activiteit	activatie	geen effect
mm. erector pili	pilo-erectie	geen effect
dwarsgestreepte spieren	verhoging glycogenolyse	toename kracht
vetcellen	lipolyse (bruin vet)	geen effect

Figuur 30: de parasymphatische en sympathische innervatie van diverse organen (lit. 38)

6.2.1.2 Hypothalamus-hypofyse-bijnieras

Naast de invloed die de sympaticus door middel van de sympathische neuronen heeft, wordt het lichaam ook beïnvloed door het hormoon adrenaline uit het bijniermerg. Het bijniermerg wordt beschouwd als een 'omgevormd sympathisch ganglion'. De sympathische preganglionaire vezels uit het thoracale ruggenmerg gaan zonder te schakelen in de grensstreng door tot in het bijniermergweefsel. Vanuit die omgevormde postganglionaire cellen wordt de 'neurotransmitter' niet direct aan een

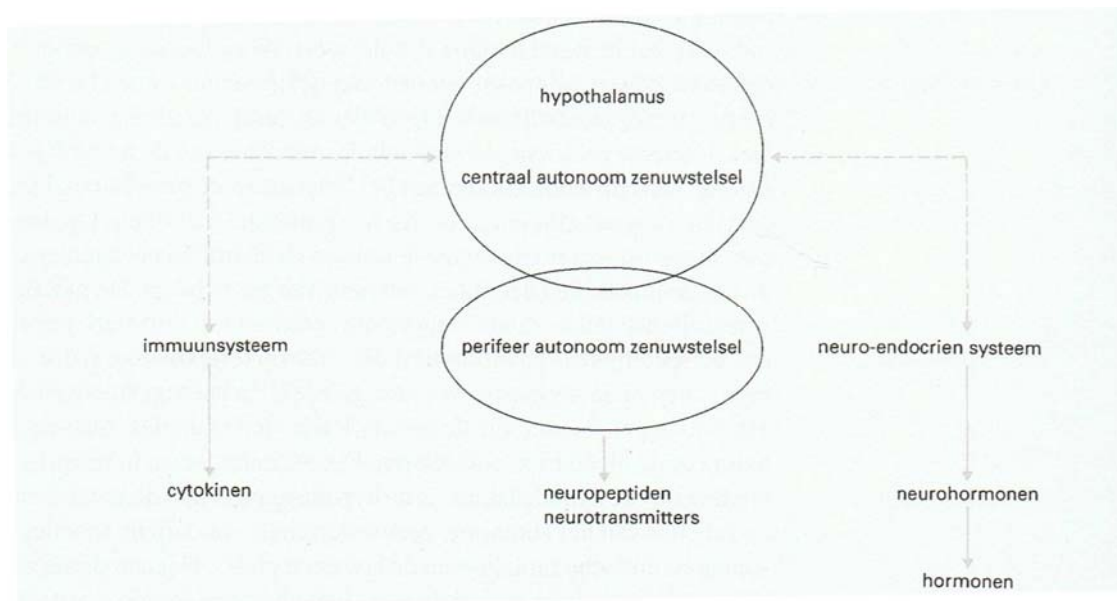
doelorgaan afgegeven, maar als hormoon aan de bloedbaan. Het hormoon is in feite een hormoonmengsel dat voor ongeveer 75% uit adrenaline en voor 25 % uit noradrenaline bestaat. Steeds wanneer iemand zich moet inspannen of snel en adequaat moet reageren op uiteenlopende situaties, zoals agressie of trauma, wordt het lichaam in een verhoogde staat van paraatheid gebracht. De ergotrope toestand moet snel worden ingesteld om effectief te kunnen reageren. Het neuronale en het hormonale deel van de sympaticus worden tegelijkertijd actief. Het voordeel van een hormoon is dat het zich via het bloed tot de verste uithoeken van het lichaam laat transporteren en dat ook weefsels worden bereikt die niet sympatisch worden geïnnerveerd. De β 2-receptoren zijn zeer gevoelig voor adrenaline, waardoor de ergotrope toestand door stimulering van hart, bronchiën, vaatverwijding in spieren en de werking van lever en vetweefsel snel en massaal kan worden geactiveerd. De α -receptoren komen overwegend op de gladde spiercellen van de bloedvaten voor. Ze zijn gevoeliger voor noradrenaline en worden meer door het neuronale deel en dus veel selectiever gestimuleerd.

Er bestaan sterke interacties tussen de hersenen en het immuunsysteem van het lichaam, waarbij de hypothalamus, de hypofyse en de bijnier een centrale rol spelen. In de eerste plaats hebben hormonen die door de hypofyse en de bijnier worden afgegeven een invloed op het immuunsysteem. Corticosteroïden uit de bijnierschors hebben een remmend effect, terwijl groeihormoon en prolactine een stimulerend effect hebben op het immuunsysteem. Een tweede route voor de beïnvloeding van het immuunsysteem door het zenuwstelsel is via de autonome, sympatische innervatie van de lymfoïde organen zoals de thymus, het beenmerg, de milt, de lymfklieren en de plaques van Peyer. Lymfocyten en macrofagen bezitten receptoren voor verschillende neurotransmitters, zoals (nor)adrenaline, en voor neuropeptiden zoals opioïde peptiden. Deze stoffen worden afgegeven door autonome zenuwvezels, maar ook door de hypofyse en de bijnier. De terugkoppeling van het immuunsysteem op het zenuwstelsel komt tot stand via de zogenaamde cytokinen, als interleukine-1 en interleukine-6. Bij activatie van het immuunsysteem komen deze stoffen in de bloedbaan vrij. Cytokinen hebben via het voorste gedeelte van de hypothalamus, waar de bloed-hersenbarrière in mindere mate aanwezig is, en de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as een invloed op de afgifte van corticosteroïden en (nor)adrenaline (samen de zogenoemde stresshormonen). Waarschijnlijk zijn de

cytokinen door hun werking op de hypothalamus ook verantwoordelijk voor het ziektegevoel zoals dat optreedt bij infecties (koorts, lethargie, moeheid). Stress is een toestand waarin de homeostase van het lichaam wordt bedreigd. Een dergelijke toestand kan worden veroorzaakt door psychologische, somatische of omgevingsfactoren. Een toestand van stress leidt tot een stressrespons. De stressrespons bestaat uit gedragsveranderingen, activatie van het sympatische systeem en activatie van de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as. De sympaticusactiviteit leidt tot een versnelde hartactie, verhoogde bloeddruk, versnelde ademhaling en een efficiënt O₂- en glucoseverbruik. De activatie van de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as leidt via het CRH (corticotropin-releasing hormone) niet alleen tot afgifte van corticosteroiden uit de bijnierschors, maar ook tot de afgifte van opioïde peptiden (β -endorfine), groeihormoon en prolactine. CRH activeert tevens de locus coeruleus in de pons, waardoor noradrenaline wordt afgegeven in de verschillende gebieden van de hersenen. CRH heeft dan ook een centrale, coördinerende rol bij de stressrespons en bij de regulatie van de immuunrespons. Stress en activatie van het immuunsysteem (via cytokinen) hebben vergelijkbare effecten op de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as: beide situaties leiden tot een verhoogde afgifte van CRH. Via de actie van CRH komen corticosteroiden maar ook opioïde peptiden vrij, die een direct remmend effect hebben op het immuunsysteem. Bovendien stimuleert CRH de afgifte van somatostatine en dopamine die, respectievelijk, de afgifte van groeihormoon en de afgifte van prolactine remmen. De laatste twee hormonen stimuleren het immuunsysteem; de (indirecte) remming van de afgifte van deze hormonen door CRH versterkt dan ook de al eerder genoemde remming van het immuunsysteem door CRH. Cytokinen die bij een immuunrespons vrijkomen bewerkstelligen dus een zelfregulerende, negatieve terugkoppeling via het zenuwstelsel op het immuunsysteem.

Op verschillende manieren is een dysregulatie van de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as in verband gebracht met ziekte. Het is aangetoond dat als gevolg van stress het immuunsysteem verminderd actief is en dat er een grotere vatbaarheid bestaat voor bepaalde infecties of dat latent aanwezige infecties eenvoudiger tot ziekteverschijnselen leiden (zoals herpes-infecties). Aangezien het immuunsysteem een rol lijkt te spelen bij de onderdrukking van de groei van spontaan ontstane tumorcellen, is het mogelijk dat, bij een remming van het immuunsysteem bijvoorbeeld ten gevolge van stress, er een grotere kans bestaat op tumorgroei.

Daarnaast is aangetoond dat een langdurige hyperactiviteit van de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as geassocieerd wordt met psychiatrische ziektebeelden. Bij patiënten met een ernstige depressie komt bijvoorbeeld in belangrijke mate een verhoogde afgifte van CRH en corticosteroiden voor, die niet te beïnvloeden is door bijvoorbeeld dexamethason. De depressie zou in dit geval gebaseerd kunnen zijn op een gegeneraliseerde stressrespons waarop geen terugkoppeling plaats vindt.



Figuur 31: De relatie van het autonome zenuwstelsel met het immuunsysteem en het endocriene systeem (Lit 38)

Een goed werkende hypothalamus-hypofyse-systeem is dus zeer belangrijk voor een goed werkend immuunsysteem.

6.2.1.3 Beïnvloeding via cranio-sacrle therapie

Middels cranio-sacrle therapie kan er ingewerkt worden op de hypofysepomp en op de zwelling-ontzwellen van de schedelbeenderen. Het is erg belangrijk dat de craniele botstukken normaal en vrij kunnen bewegen. Dit is nodig voor het normaal functioneren van het primaire ademhalingsmechanisme (P.A.M.) Het P.A.M. bevat een aantal ritmische zwellingen en ontzwellingen van de schedelbeenderen en is via de corelink (de dura mater, die aanhechtingen occipitaal, cervicaal en sacraal heeft) gerelateerd aan het sacrum. Het P.A.M. is niet afhankelijk van het hartritme en ademhalingsritme thoraco-pulmonair. Bij het paard zijn er ongeveer 7 tot 10 zwellingen per minuut. Volgens de theorie van dr. Sutherland ontstaat het P.A.M., doordat er zwelling ontstaat door aanmaak van L.C.S. (liquor cerebro spinalis). L.C.S. wordt gemaakt door de plexus choroideus in het vierde ventrikel. Via de

apertura lateralis ventriculi kan de L.C.S. naar de buitenste liquorroime (arachnoidaal ruimte). De ontzwellung wordt veroorzaakt door afvoer van LCS via de craniale veneuze sinussen (sinus saggitalis), die deel uitmaken van het veneuze systeem van de bloedsomloop. Voor het normaal functioneren van het P.A.M. zijn een aantal voorwaarden nodig. De motiliteit van de hersenen en de dura mater, de fluctuatie van LCS, de beweeglijkheid van intracraniele en interspinale membranen, de beweeglijkheid van de craniele botstukken en de beweeglijkheid van het sacrum onder de beide tuber sacralia van het os ilium.

Bij de mediane botstukken staat de flexie/extensie beweging van het SSB-gewricht centraal. Deze beweging is heel belangrijk voor het goed functioneren van het PAM. Bij de perifere botstukken staat met name de interne en externe rotatie van de ossa temporalia centraal in verband met het PAM. Wanneer het craniele ritme wordt verstoord (bijvoorbeeld mechanisch via C1/SSB of via het ganglion cervicale craniale) heeft dit zijn invloed op het functioneren van de hypofyse en de hypothalamus.

Rond de hersenen liggen de pia mater encephali, de arachnoidea encephali en de dura mater encephali. De binnenste laag is gelegen direct rond het centraal zenuwstelsel (ruggemerg en hersenen) en wordt de pia mater genoemd. De buitenste laag is de dura mater. Deze dura mater heeft verbindingen met de schedelbeenderen en geeft een afsplitsing van het tentorium cerebelli membranoceum, de falx cerebri, het diafragma sellae en de spinale dura mater. Het craniale ritme is goed te voelen met twee vingers voor en twee vingers achter de oren van het paard. Een andere techniek is een hand te leggen op het os frontale en de andere hand op de mandibula of het os occipitale. Een derde techniek om het ritme te voelen is het plaatsen van twee handen op het os frontale.

Voordat je de schedel 'in' kan, moeten eerst de sutura's worden vrijgemaakt. De schedeltechnieken moeten aan beide zijden worden uitgevoerd. Middels een earpull kan de sutura squamosa en sutura occipito-mastoidea vrijgemaakt worden. Bij een earpull wordt het hoofd van het paard op je schouder gelegd. Met elke hand pak je een oor, zo dicht mogelijk bij de oorsprong. De oren worden subtiel naar lateraal of lateroventraal begeleid. Naast deze techniek zijn er vele andere cranio-sacrale technieken, bijvoorbeeld de frontale en parietale lift. Om het paard craniaal te behandelen, kunnen alle craniale technieken die bij het paard uit te voeren zijn, toegepast worden.

6.2.1.4 De beïnvloeding via het os hyoideum

Het os hyoideum bestaat uit verschillende botstukken en kraakbeentjes en ligt tussen de takken van de mandibula. Het basihyoid is het meest ventraal gelegen en vertoont een rostraal gerichte processus lingualis. Het thyrohyoid zijn de twee caudaal gerichte uitsteeksels die verbonden zijn met het thyroid. Het ceratohyoid is rostrodorsaal gericht en verbonden met het basihyoid. Het epihyoid verbindt het ceratohyoid en stylohyoid. Dit laatste botstuk is het grootst en articuleert met het os temporale via het tympanohyoid (kraakbeen).

De processus lingualis is te palperen op de mediaanlijn in de tongwortel. Eventuele spanning kan hier worden geëvalueerd.

De fascia cervicalis is een uitgebreid fibreus systeem die de nekspieren omvat en ondersteunt bij contractie. Ze is onderverdeeld in verschillende bladen, die kokers vormen voor bepaalde spiergroepen of organen. Deze bladen zijn vooral gedifferentieerd in het ventrale deel van de nek. De fascia cervicalis wordt onderverdeeld in een oppervlakkig blad, een lamina pretrachearis en een lamina prevertebralis. De lamina superficialis is de belangrijkste in omvang omdat ze de hele nek omvat; ze vormt onder de huidspieren een echte huls. De lamina pretrachealis van de fascia cervicalis is steviger dan de lamina superficialis. Deze lamina omgeeft de infrahyoidale spieren en strekt zich uit vanaf het os hyoideum en het cartilago thyroidea tot aan het mediastinum superius waar zij overgaat in de bekledende fascia van de grote vaten en uiteindelijk het pericardium fibrosum. Lateraal is deze fascia verbonden met de vaatzenuschede van de hals, de vagina carotica. De lamina pretrachealis en de stevige vagina carotica omgeven het gebied anterior van de wervelkolom waarin de trachea, oesophagus en glandula thyroidea liggen ingebed in losmazig bindweefsel. De lamina prevertebralis is het diepst gelegen en beperkt zich tot de ventrale zijde van de nek. Ze hecht o.a. aan onder het os sphenoidium en bedekt de ventrale zijde van de m longus colli en m longus capitis, evenals de diepe zijde van de mm scaleni. Zij bouwt dus samen met de voorgaande een bindweefselkoker rond de trachea en de oesophagus. De diepe fascie vertrekt vanaf het S.S.B.-gewricht (symfysis sphenobasilaris) en loopt uiteindelijk uit in lig. Longitudinale anterior. De beweging in het S.S.B.-gewricht is belangrijk voor het P.A.M..

De diepe cervicale fascias zorgen voor een continuïteit vanaf de apex van het diaphragma via het pericard naar de schedel (het occiput, sphenoid en temporale) en via de foramina in de schedel rond bloedvaten en zenuwen naar de dura mater.

Het vrij zijn van de voorste thoraxopening en het diaphragma is dan ook van groot belang bij het goed functioneren van primair ademhalingsmechanisme.

Het os hyoideum articuleert via het tympanohyoid met het os temporale. Ook staat dit botstuk via diverse spieren en ligamenten in verbinding met het cranio-sacrale systeem.

Het os temporale heeft belangrijke relaties met het tentorium cerebelli. Het tentorium cerebelli bestaat uit een verbeend deel (tentorium cerebelli osseum) en een zacht deel (tentorium cerebelli membranaceum). Het tentorium cerebelli is de hersentent. Hij loopt over de binnenzijde van het schedeldak en loopt in rostroventrale richting de schedelholte binnen. Hier wordt de schedelholte in twee kleinere holtes verdeeld. Vervolgens wordt het tentorium cerebelli voortgezet in de zachte hersentent, wat eigenlijk een craniale ontubbeling is van de dura mater encephali. Het tentorium cerebelli loopt verder over de crista in rostro-ventrale richting tot tussen het cerebrum en cerebellum.

Het tentorium cerebelli is een cranio-sacraal-diafragma en kan beïnvloed worden door bijvoorbeeld de earpull-techniek. Door de earpull-techniek laterolateraal uit te voeren kan de sutura squamosa en sutura occipito-mastoidea vrijgemaakt worden. Met deze laatste sutura heeft het os temporale een directe relatie. Ook de parietale lift heeft uitwerking op de sutura squamosa en op de falx cerebri en falx cerebelli. Verder heeft het os temporale ook belangrijke relaties met de interne gehoorgang (n. VIII) en de mandibula (temporo-mandibulairgewricht).

6.2.1.5 Beïnvloeding via het OAA

Een juist functioneren van het O.A.A-complex is van groot belang bij paarden. Ten eerste is het vrij zijn van het O.A.A.-complex belangrijk, omdat de spheno-basilaire flexie/extensie, die deel uitmaakt van het primair ademhalingsmechanisme (P.A.M.), niet mogelijk is wanneer C1 niet vrij is (mechanisch). Flexie/ extensie/ lateroflexie moeten beiderzijds van C1 dus zo normaal mogelijk zijn. De tweede reden waarom het O.A.A.-complex vrij moet zijn is vanwege de relatie met het ganglion cervicale craniale. Het ganglion cervicale craniale ligt bilateraal ventraal van de ala van de atlas en is een belangrijk centrum voor het juist functioneren van de orthosympaticus.

Via het ganglion cervicale craniale en met name door de rr. hypofysialis (die het functioneren van het portaal systeem rond de hypofyse beïnvloeden) is er dus een directe invloed van het O.A.A.-complex in de richting van de hypofyse. Daarnaast wordt de hypofyse meer indirect beïnvloed via de rr. choroidei (die belangrijk is voor het juist functioneren van het P.A.M. en daarmee het cranio-sacrale ritme).

Problemen die bij een blokkade ter hoogte van C1 veel voorkomen zijn gedragsproblemen, hoofdpijn, triestheid, een afgenomen bevoeiing van de schedel (door een stoornis in het arteriële systeem, cirkel van Willis en het portaal systeem hypothalamus-hypofyse), een verminderde drainage van de schedel (door verminderd ritme → optredende stase in de veneuze sinussen, het liquorsysteem draineert hier ook), sinusitis, oorproblemen en tranende ogen.

Belangrijk is ook het feit dat het ganglion cervicale craniale via de ramus interganglionaris verbonden is met het ganglion stellatum. Dit ganglion wordt ook wel het ganglion cervicothoracium genoemd. Het ganglion stellatum ligt aan de mediale zijde van de eerste rib. Bij het paard wordt het ganglion in twee etages verdeeld: de dorsale etage is volumineus en ontvangt de n. vertebralis (spinalis). Het wordt gevormd door het ganglion cervicale caudale en het eerste thoracale ganglion. De tweede etage, of ventrale etage, bestaat uit de ramus interganglionaris cervicalis medius. Deze etage heeft nauw contact met a. carotis communis. Het ganglion stellatum geeft onder andere nervi cardiaci.

Bij problemen rond het ganglion stellatum moet dus ook de eerste rib nagekeken worden en eventueel worden vrijgemaakt. Symptomen van een blokkade bij een eerste rib zijn o.a. hoofdpijn, emotionele overgevoeligheid, anale jeuk, singeldwang en problemen met opzadelen. Het ganglion stellatum staat in nauw contact met C7 en eerste thoracale wervels (schoft). Teruglopende takken vanuit dit ganglion gaan naar Th5/6 – T12/13. Het ganglion stellatum heeft verder ook relaties met de plexus brachialis (C6-Th2) en het diaphragma via de n. phrenicus (C5-6).

In de atlas wordt veel vaker een bewegingsbeperking gevonden dan een blokkade. Manipulatie van de atlas is moeilijk. Het O.A.A.-complex wordt vaak fasciaal behandeld. Allereerst wordt gekeken naar welke kant het hoofd enige lateroflexie heeft. Het hoofd van het paard wordt naar de beperkte ruimte toe, op je schouder gebracht. De handen worden net achter de oren van het paard gelegd, om daar ontspanning te creëren. Na het bereiken van het zero-point of stillpoint breng je het

hoofd van het paard terug naar zijn neutrale positie. Tijdens het uitvoeren van deze techniek kan je voelen of er naar de beperkte zijde meer beweging komt. Ook kan het O.A.A.-complex met een Jones-techniek behandeld worden. Bij de Jones-technieken is het belangrijk dat je het paard uitnodigt om naar een bepaalde positie toe te komen. Volg met de monitoring finger de ontspanning in het triggerpoint, totdat je ontspanning onder je vinger voelt. Laat het paard daarna rustig terugkomen. Ter hoogte van C2 vindt er alleen een rotatie plaats. Hier kan geen manipulatie uitgevoerd worden, maar wel een Jonestechiek. Bij problemen ter hoogte van C3 kan wel een manipulatie uitgevoerd worden. Hierbij wordt de hals in lateroflexie gebracht en wordt de geblokkeerde wervel door je hand gefixeerd. De hand op het hoofd draai je langzaam zodat je vingers naar je toe bewegen. Om te manipuleren zak je eventueel door je benen om de thrust op hetzelfde niveau als de hals te kunnen uitvoeren. De thrust bestaat uit de beide handen naar elkaar toe bewegen. De fasciale techniek op het OAA-complex kan ook voor C3 en lager toegepast worden.

Bij een behandeling van de cervicale regio is veel geduld nodig en moet er zeer rustig worden behandeld.

6.2.1.6 Innervatie (lymf)organen vanuit de wervelkolom

Een blokkage is een desinhibitie van de kapselreceptoren van het geblokkeerde gewricht. Dit zijn de II- en III-kapselreceptoren. IV-receptoren zijn nocireceptoren (pijnvezels).

De prikkels van de II- en III-kapselreceptoren komen eerder aan in het ruggemerg dan de IV-vezels. Bij een geblokkeerd gewricht worden de II- en III-vezels niet meer geprikkeld, waardoor alleen de IV-vezels de prikkels doorgeven. Bij een normaal functionerend gewricht worden deze IV-vezel-prikkels geïnhibeert door de II- en III-vezels. De II- en III-vezels geven geen informatie meer door, waardoor er een verstoring optreedt van de informatie van α -motoneuronen en de orthosympatische informatie.

Pijn is een verhoging van de animale basistonus en een verhoging van de orthosympatische basistonus. Hierdoor vindt er een verhoging van de spiertonus plaats in het segment van de blokkade. Tevens vindt er een verminderde doorbloeding van het betreffende segment plaats onder invloed van de orthosympaticus. De sfincters sluiten waardoor er een slechtere veneuze afvoer

ontstaat. Deze twee gevolgen leiden samen tot de vorming van een triggerpoint in het betreffende segment.

Op deze manier kan een wervelblokkade een visceraal probleem veroorzaken en omgekeerd kan een visceraal probleem een wervelblokkade veroorzaken.

Bij een (over)prikkeling van een orgaan ontstaat vaak een 'groepsletsel' in de wervelkolom. Dit komt door de divergentie van de orthosympatische grensstreng, Een visceraal probleem zorgt voor een verstoorde afferente informatie naar onder andere de orthosympatische ganglia, waardoor er blokkades in de wervelkolom ontstaan.

Alle organen, behalve de bijnieren, worden ortho- en parasympatisch geïnnerveerd. De n vagus bezenuwt parasympatisch o.a. het hart, de longen, de maag, de kever, het intestinum, het colon en de nieren. Het rectum, de uterus, ovaria/testikels en blaas/urether worden parasympatisch bezenuwd door de nn pelvici, afkomstig uit S1-S3/4.

De orthosympatische bezenuwing wordt orthosympatisch geregeld door verschillende plexussen. De belangrijkste plexussen zijn de plexus pharyngeus, plexus cardiacus, plexus solaris, plexus mesentericus caudalis en de plexus hypogastricus.

Wat betreft de miltfunctie is de plexus coeliacus (T6-T10) erg belangrijk. De plexus mesentericus cranialis (T10-T12) en de plexus mesentericus caudalis (T12-T18) zijn belangrijk wat betreft de darmen.

6.2.1.7 N. phrenicus

Tot slot bezenuwt de spinale zenuw n. phrenicus de vliezen van de organen. Deze zenuw heeft voor 70 tot 80% een afferente functie. Bij een overprikkeling van een orgaan zal de n. phrenicus overprikkeld raken. De gestoorde informatie gaat naar C5-C7. Een overprikkeling van een orgaan kan dus laag cervicale problematiek veroorzaken.

6.2.1.8 Smooth muscles in lymfatisch systeem

Emil en Estrid Vodder schrijven in 'MLD Vodder Course'(1969): 'Een cel, in relatie tot 'leven', heeft een goede, gezonde omgeving nodig. Een goede omgeving van vloeistoffen die circuleren'. Emil Vodder was ervan overtuigd dat de kwaliteit van het interstitiële vocht, in combinatie met een goede bloedcirculatie en lymfatisch

systeem, dat dit de kwaliteit van het leven van de cel bepaalde: 'het 'gevecht van overleving' vindt plaats tussen bacteriën, lymfocyten (...), maar voor de regeneratie van de cel zelf, moet het circulerende vocht een juiste pH hebben en in beweging zijn. De stagnatie van afvalstoffen en een verhoogd aantal eiwitmoleculen zijn o.a. verantwoordelijk voor het ontstaan van oedemen en weefselbeschadigingen, leidend tot celdegeneratie. De belangrijkste rol van het lymfatisch systeem is opruimen'. Het lymfatisch systeem heeft – in tegenstelling tot de bloedsomloop – geen duidelijke relatie met de hartpomp. Het lymfatisch systeem ontstaat in de weefsels en is het enige weefsel dat macromoleculen vervoert. Het lymfevocht, vol eiwitten en afvalstoffen, 'ontmoet' de lymfocyten in de lymfnodes. De snelheid van de lymfflow hangt af van de 'vasomotricity' van de lymfangionen. Deze vasomotriciteit wordt bepaald door de gehele omgeving: de spiercontracties, peristaltiek van de organen, bewegingen van het diafragma, enz. Daarnaast is voor de vasomotriciteit, net als bij alle andere smooth muscles, een goede balans van het autonome zenuwstelsel noodzakelijk.

6.2.2 Anatomische relaties

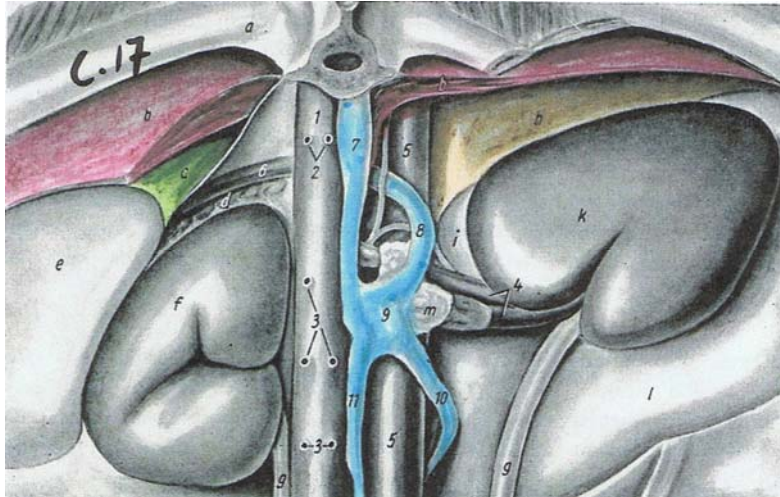
Buiten de neurologische relaties zijn ook de zuiver anatomische relaties belangrijk. Een overprikkeld orgaan kan zijn overprikkeling immers ook 'doorgeven' aan het ernaast liggende orgaan.

De eerste anatomische relatie die opvalt, is de milt met de lever. De milt ligt immers tegen de lever aan. Daarnaast is de verbinding met de maag (via het ligamentum gastrolienale) en het diafragma (via het ligamentum phrenicolienale) belangrijk. Tot slot is de milt middels het ligamentum lienorenale aan de linker nier verbonden.

Naast ligamentaire verbindingen kan er ook een relatie met de pancreas gevonden worden. De milt en de pancreas liggen naast elkaar. Ook heeft de milt contacten met het darmconvoluut.

Het duodenum heeft relaties met de pancreas middels het kanaal van Wirsung en het kanaal van Santorini. Het caecum heeft verbindingen met de rechter nier, de pancreas en de lever. Het colon transversum is aan de dorsale buikwand met de pancreas en het pars transversa duodeni verbonden.

De ductus thoracicus heeft anatomische relaties met het diafragma, de nieren en de lever.



Figuur 32: De relatie van de ductus thoracicus en de Cysterna Chyli met het diafragma, de nieren en de lever bij het paard. De Cysterna chyli en de ductus thoracicus zijn blauw gekleurd, de lever is bruin, het caecum groen en het diafragma rood.

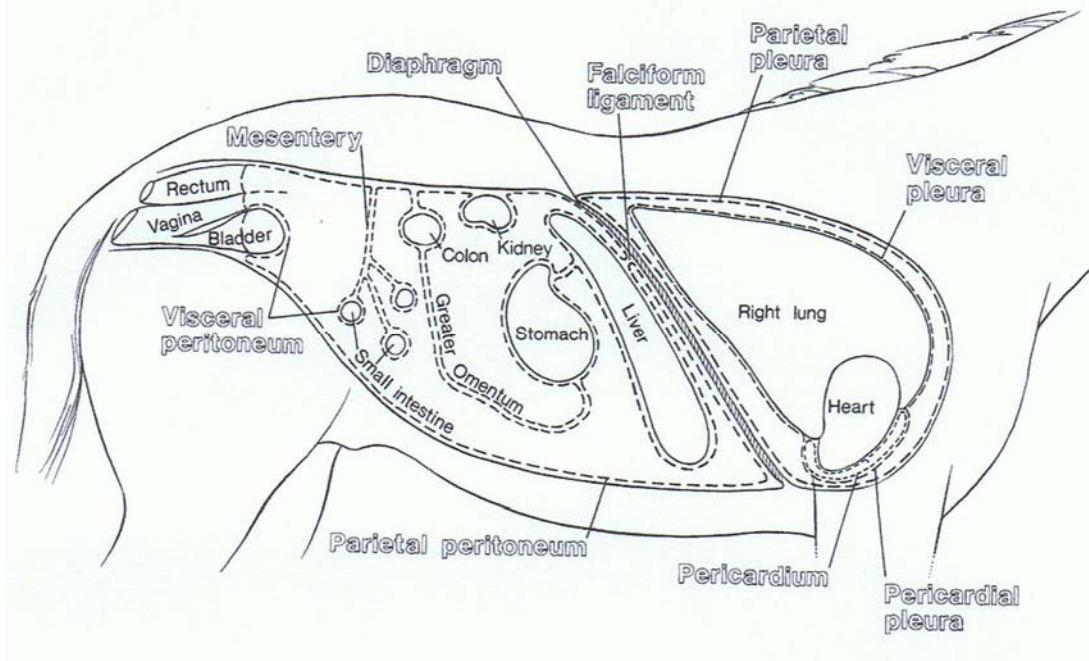
6.2.3 Fasciale relaties

Fascia is bindweefsel dat 'alles met elkaar verbindt'. De fascia zijn orthosympatisch bezenuwd: de smooth muscles bevinden zich in het bindweefsel. Fascia kunnen een bepaalde houding dwingen door fasciale trek. Zo kan bij een leverprobleem de fascie aan één kant meer gespannen staan, waardoor er een voorkeurshouding ontstaat, Die spanning wordt veroorzaakt door een probleem, visceraal of door bv een wervelblokkade. De blokkade veroorzaakt een tonusverhoging in de fascien, waardoor er een 'ingetrokken zone' ontstaat in het bindweefsel.

Doorbloeding en fasciespanning beïnvloeden elkaar. Bloedvaten gaan vaak door fascie heen. Is de fasciale spanning vergroot, dan wordt 'het gat' kleiner, waardoor het bloedvat afgekneld wordt.

De belangrijkste fascie in deze situering is het peritoneum. Het peritoneum is het omhulsel van de buik- en bekkenholte. Het bestaat uit een parietaal en een visceraal blad. Het eerste is het peritoneum parietale, dat bijna de hele interne zijde van het abdomen bekleedt. Het peritoneum visceraal is het deel van het peritoneum dat de organen bekleedt. Deze twee bladen begrenzen de peritoneale ruimte, die eigenlijk zeer uitgestrekt is maar in realiteit slechts een virtuele ruimte is, omdat de organen tegen de wanden en tegen elkaar aangedrukt liggen. De aanwezigheid van het

peritoneum laat hun toe om over elkaar te glijden en ten opzichte van elkaar te bewegen. Deze bewegingen worden vergemakkelijkt door de aanwezigheid van peritoneale vocht.



Figuur 33: deel van de fascien bij het paard

Over het algemeen zijn de organen gefixeerd aan de lumbale wand; de lever en een deel van de maag echter aan het diafragma. Het rectum tenslotte en de distale delen van het urinaire en genitale stelsel liggen retro-peritoneaal in het bekken.

Sommige organen zoals de uterus, het jejunum en het colon descendens worden gedragen door een eenvoudig meso: 2 sereuse bladen die van het peritoneum parietale vertrekken en naar het peritoneum viscerale lopen met tussenin een dun laagje bindweefsel en de bloedvaten en zenuwen voor het betreffende orgaan.

Andere organen zijn rechtstreeks aan de wand bevestigd. Weer andere zijn opgehangen door middel van complexe meso's. Als een orgaan rechtstreeks aan de wand bevestigd is, zoals voor de nieren, dan zijn deze organen vaak eenvoudigweg omhuld door een bindweefselkapsel dat dan ventraal bekleed is door het peritoneum parietale. De pancreas en het caput caeci hebben geen meso's, hier gaat het parietale blad dadelijk over in het viscerale blad. Dergelijke constructie is ook waar te nemen tussen de organen onderling. Het grootste meso is het mesenterium, waarmee het grootste deel van de dunne darm gefixeerd is. Een omentum loopt van één orgaan naar een ander: zo bestaat het omentum minus (tussen lever en maag) en het omentum majus (tussen maag en colon transversum).

Een juiste spanning van fascia is erg belangrijk. De belangrijkste eigenschappen van fascia is kracht overbrengen, bewegingscoördinatie en schokdemping. Fascien beschermen en stabiliseren organen, scheiden functioneel verbonden lichaamsdelen en omhullen/verbinden spier, vene, zenuw en orgaan. Daarnaast draagt het bewegingsimpulsen van hartslagfrequentie, ademhaling en beweging van het PAM over, regelt spanningsevenwicht en flexibiliteit van het weefsel en vormt het transport milieu voor lymfe.

Fasciaal nabehandelen is dus zeer belangrijk bij een osteopatische behandeling!

7. Vaccinaties

Waarom wordt er gevaccineerd? Regulier gaat men er van uit dat vaccins toegediend moeten worden om bepaalde ziekten te voorkomen. Vanaf de invoeringen van de inenting zijn er steeds weer mensen geweest die ervan overtuigd zijn dat vaccineren niet helpt om ziekten te voorkomen, sterker nog, dat vaccineren het immuunsysteem kan aantasten. Vanuit het reguliere circuit en de farmacie worden de bezwaren stelselmatig genegeerd. Maar is vaccineren wel zo veilig?

7.1 Historie

Al zo'n 1000 jaar voor onze jaartelling was men bekend met de pokken, een ziekte die in 10 tot 20 procent van de gevallen een dodelijke afloop kende. De oude Grieken zagen omstreeks 400 al dat degenen die de ziekte al eens hadden doorstaan, veelal niet een tweede maal ten prooi vielen aan deze ziekte. Mocht iemand toch een tweede keer de pokken krijgen, dan verliep de ziekte een stuk milder en men stierf er niet aan. Dit soort observaties bracht men ertoe om gezonde mensen opzettelijk te besmetten. Zo maalden de Chinezen omstreeks 900 na Christus korsten van pokkenpuisten fijn, waarna het verkregen poeder opgesnoven kon worden. In de 17^e eeuw deed men in Europa iets soortgelijks: de etter van een pokkenpuist werd in een open wond gewreven. Omstreeks diezelfde periode werden in het Nabije Oosten, de relatief ongevaarlijke koepokken gebruikt om het gevaar van echte pokken te verminderen. Ook op het Engelse platteland waar men ermee bekend was dat je door het melken van koeien, een koepokinfectie kon oplopen en zo beschermd was tegen de echte pokken.

In 1774 werd een van de eerste inentingën gegeven, en wel door de Engelse boer B. Jesty. Hij gaf zijn vrouw een inenting met de pus van koepokken. Deze handeling vormde de eerste formele basis van ons huidige vaccinbeleid.

De Franse Louis Pasteur bracht het vaccineren als heilige graal van de gezondheidszorg aan de man. Door het inspuiten van verzwakte bacteriën van bijvoorbeeld rabiës wist hij een jongen te genezen.

Sir Almroth Wright ontdekte dat men ook een zekere mate van immuniteit kon verkrijgen door het inspuiten van dode bacteriën. Op deze wijze ontstonden er vaccinaties tegen tyfus, paratyfus, cholera en kinkhoest. Duitsland volgde in 1922 met een vaccin tegen difterie.

Vaccinatie was hét antwoord op alle mogelijke ziekten. Door het inspuiten van verzwakte of gedode bacteriën kon men immuniteit verkrijgen tegen tal van aandoeningen. Dat dogma heerst nog steeds en tot op de dag van vandaag wordt iedereen gevaccineerd; kinderen, ouderen, reizigers, huisdieren, paarden, enz.



Figuur 34: Griepvaccin, gekweekt op kippeneieren

7.2 Negatieve berichten, humaan

Tussen 1870 en 1871 werd Duitsland getroffen door een pokkenepidemie. Ruim een miljoen mensen werden getroffen door deze ziekte waarbij ongeveer 120.000 personen overleden. Opvallend was dat 96 % van de slachtoffers een of meerdere keren was gevaccineerd. Kanselier Bismarck kon dan ook niets anders verklaren dan dat de vaccinaties niet hadden geholpen.

In 1974 deden zich mysterieuze kindersterftes voor onder de Australische aboriginals. Dr Archie Kaloleros en dr Glen Dettman deden onderzoek naar het fenomeen waarbij er, in sommige delen van het Northern Territory, sprake was van

500 sterfgevallen op de 1000 baby's. Volgens de onderzoekers waren de kinderen overleden aan een immunologische shock die was veroorzaakt door het in een hoog tempo en herhaaldelijk toedienen van onder andere mazelen, polio en/of tuberculosevaccins aan de baby's. (uit: Every second child_

In 2007 publiceerde HLN een artikel over Israëlische soldaten die ziek werden na een experiment met anthrax-vaccin. Tientallen soldaten van het Israëlische leger vertoonden ziekteverschijnselen nadat ze deelgenomen hadden aan een geheim experiment waarbij een speciaal vaccin, ontwikkeld tegen anthrax, werd getest. In 2006 werd het experiment beëindigd. Vele mannen ontwikkelden onverklaarbare huidkanker, longinfecties, migraines of epilepsie.

H. van Beurden beschrijft in haar boek 'Inenten niet zonder risico' uitgebreid het Post Vaccinaal Syndroom, PVS. Dit syndroom is een verzamelnaam voor de bijwerkingen die inenting kunnen hebben, zoals bronchitis, oververmoeidheid en allergieën. Acute symptomen die na de vaccinatie kunnen optreden zijn onder andere koorts, stuipen, hersenvliesontsteking, bronchitis, diarree, flauwvallen en longontsteking. H. van Beurden schrijft vervolgens: 'Al wordt het door het ministerie van Volksgezondheid ontkend, vermoedelijk hoort ook wiegendood in dit rijtje thuis. Aangezien daarbij niet meer te controleren valt of de klachten door het toedienen van een verdund vaccin weer verdwijnen, is het verband niet met zekerheid te stellen. Opvallend is wel dat in Japan wiegendood praktisch verdween toen daar de DTK-vaccinatie werd verschoven naar de leeftijd van twee jaar'.



Figuur 35: Reactie op pokkenvaccin

Chronische symptomen die dr Tinus Smits, homeopatisch arts, in zijn praktijk na vaccinatie zag optreden zijn onder andere verkoudheden, pusogen, middenoorontsteking, eczeem, allergieën, gewrichtsontsteking hoofdpijn, enzovoorts. In 1999 kwam er een rapport uit van de Vereniging van Homeopatisch Artsen in Nederland (VHAN) waarbij de meest voorkomende klachten bij het Post Vaccinaal Syndroom werden beschreven. Luchtwegklachten (56%), huidklachten (40%), algemene klachten als vermoeidheid, slecht slapen en koorts (32%) en maagdarmklachten (21%) zijn daarbij de meest voorkomende klachten.

Hoogleraar prof. Dr. P.J. Sauer pleit voor meer aandacht voor de rol van onder andere infecties bij het ontstaan van astma. Hij vermoedt dat de forse toename van kinderen met astma mogelijk ontstaat doordat kinderen door toegenomen hygiëne en vaccinaties te weinig infecties doormaken.

Viroloog prof Galama van het UMC St Radboud is het aannemelijk dat de toename van hooikoorts, astma, diabetes en andere auto-immuunziektes ontstaan doordat 'de opvoeding van het immuunsysteem tekort schiet'. In 'Virussen en de paradox van preventie' schrijft hij 'Het lijkt erop dat het immuunsysteem, als het ontdaan is van essentiële prikkels door virussen, op zoek gaat naar een uitdaging en die vindt in zinloze acties, gericht tegen het eigen lichaam'.

Jaarlijks worden er bij kinderen ongeveer twee miljoen vaccinaties uitgevoerd binnen het Rijksvaccinatieprogramma (RVP). Als er naar de algemene voorlichting gekeken wordt die door het ministerie van Volksgezondheid, op consultatiebureaus of bij GGD's wordt gegeven, zijn de nadelen voor kinderen klein en wegen ze niet op tegen de voordelen. De plek van de prik kan dik en rood worden. Ook kunnen de kinderen na een inenting een lichte temperatuurverhoging krijgen, hangerig zijn en slechter of juist meer slapen dan normaal. Klachten die binnen een dag of twee weer moeten verdwijnen. Ernstige of blijvende bijwerkingen zijn nog nooit aangetoond, zo luidt de voorlichting. De voorlichtingsbrochure 'Vaccinaties voor kinderen en jongeren, uitgegeven door de Landelijke Vereniging van Entadministraties en het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport wordt wel toegegeven dat bij sommige kinderen een heftigere reactie kan optreden dan normaal. Deze kinderen krijgen bijvoorbeeld hoge koorts of vallen flauw. Volgens officiële cijfers zijn dit uitzonderingen en gaat het hierbij om hooguit 1 op de 100.000 vaccinaties. Conclusie is dus dat de bijwerkingen

van vaccinaties miniem zijn. Ook over de bijwerkingen op lange termijn is de algemene voorlichtingsbrochure stellig: 'Ondanks veel onderzoek is in de medische wetenschap nooit enig verband getoond tussen vaccinaties en chronische ziekten (...). Soms zijn de beweringen over een verband tussen vaccinaties en chronische aandoeningen zo vaag en algemeen dat ze niet eens onderzocht kunnen worden'. De directie Gezondheidsbeleid van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport concludeert tenslotte: 'Het eventuele ontstaan van diverse aandoeningen is niet 100% uit te sluiten, maar uit wetenschappelijk onderzoek is daarvoor geen bewijs geleverd'.

In hoeveel gevallen van vaccinaties er bijzondere complicaties optreden, is moeilijk te zeggen, omdat veel klachten die er mogelijk mee in verband houden, aan een andere oorzaak worden toegeschreven. Bijzondere lichamelijke reacties op vaccinaties kunnen worden gemeld bij het landelijk meldpunt van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Het aantal meldingen van mogelijke bijwerkingen dat hier binnenkomt is de afgelopen jaren toegenomen. Dat het aantal meldingen met de jaren stijgt zegt nog niets over een eventueel toenemend aantal klachten. Het heeft meer te maken met het meldgedrag.

7.3 Negatieve berichten, huisdieren

Ook het vaccineren van huisdieren blijkt zijn negatieve kanten te hebben. Het Merck Manual maant tot voorzichtigheid omtrent vaccinaties. Het handboek wordt uitgegeven door een gigantische producent van vaccins, Merck, en is de 'bijbel van de artsen'. Onder immunisatie bij kinderen verklaart Merck dat patiënten, afkomstig uit families met een B- en/of T-cel-immunodeficientie geen levende virusvaccins mogen ontvangen i.v.m. fatale risico's. Dit zou ook bij huisdieren het geval zijn.

Frick en Brooks (1983) verrichtten onderzoek met honden: twee groepen honden met aanleg voor huidontsteking werden onderzocht. Een groep honden werd blootgesteld aan een allergeen (stuifmeel) en werden daarna gevaccineerd. Zij kregen geen huidontsteking. De tweede groep werd gevaccineerd alvorens aan het stuifmeel te worden blootgesteld. Deze groep kreeg wel een huidontsteking en bindvliesontsteking.

Dr L. Glickman en Dr H. Hogeecsch testten de effecten van regelmatige vaccins op het immuunsysteem en het maagdarm-systeem bij Beagles. De controlegroep werd

niet gevaccineerd de andere groep wel op een leeftijd van 8/10/12/16 en 20 weken, eerst met een commerciële cocktail, op 16 weken met rabiësvaccins. De gevaccineerde groep ontwikkelde betekenisvolle niveaus van autoantistoffen van fibronectinem, laminine, PNA, transferinne, enz. Hij concludeerde kortom een aanval op het eigen biomedische systeem.

Uit onderzoeken van CHC blijkt 81,1 procent van de honden met een tumor of groeistoornis op de plaats van de inenting deze ontwikkelde binnen drie maanden na vaccinatie. De vraag die dan als eerste opkomt, is de relatie tussen kanker en vaccins.



Figuur 36: hond in afwachting van inenting....

7.4 Kritische aandachtspunten

Buiten dat er al dan niet verzwakte of dode virussen of bacteriën in vaccins zitten, zijn er ook lichaamsvreemde nucleïnezuren (DNA en RNA) in het vaccin aanwezig. Deze nucleïnezuren kunnen een schadelijke invloed uitoefenen op de ontvanger. Het vaccin zelf zit in een water- of zoutoplossing met een weefselfixatief (formaldehyde, aluminiumfosfaat, aluminiumhydroxide) en een conserveermiddel (bv thiomersal). Daarnaast zijn de vaccins verontreinigd met tientallen onbekende dierlijke of menselijke bacteriën en virussen die onvermijdelijk aanwezig zijn in de dierlijke of menselijke weefsels die gebruikt worden voor de kweek van de gewenste micro-organismen.

Nadat professor R. D. Schuldtz had vastgesteld dat mensen levenslang immuun zijn voor ziekten waartegen zij in hun kindertijd zijn gevaccineerd, paste hij dezelfde logica toe op honden. Hij vaccineerde ze tegen rabiës, parvo, kennelhoest en hondenziekte en stelde ze na 3, 5 en 7 jaar bloot aan ziekteveroorzakende organismen. De dieren beleven gezond, waardoor zijn vermoeden werd bevestigd. Hij zette het experiment voort door de hoeveelheden antistoffen in het bloed van de honden te meten, 9 en 15 jaar na vaccinatie. Hij concludeerde dat de hoeveelheden voldoende waren om de ziekte te voorkomen.

In de jaren '90 wist Catherine O'Driscoll voor nogal wat opschudding te zorgen in de Engelse media, met haar boek 'What vets don't tell you'. De strekking van haar verhaal was duidelijk: 'We vaccineren teveel met alle negatieve gevolgen van dien'.

De WHO concludeerde in 1997 wereldwijd een enorme toename van infectieziekten. Als verklaring wordt gegeven de zelfgenoegzaamheid bij de rijke landen en ellendige omstandigheden in de arme landen. Malaria en tuberculose worden steeds moeilijker te bestrijden en keren in veel delen van de wereld weer terug. Ook pest, gele koorts, difterie en cholera nemen weer toe. Verklaringen die worden afgegeven door de WHO zijn onder andere het binnendringen van de mens in voorheen onbewoonde gebieden en overbevolking van de steden. In vele landen zijn de levensomstandigheden echter de laatste jaren niet wezenlijk veranderd en blijkbaar leiden verbeterde omstandigheden zoals in de rijke landen, niet tot een verminderde infectiegevoeligheid. Integendeel: ook in de rijke landen nemen de infectieziekten toe. Als verklaring hiervoor geeft de WHO veroudering van de bevolking, migratie en toerisme en de industriële voedselproductie.

Waar de WHO aan voorbij gaat is het feit dat mensen blijkbaar zowel in rijke als in arme landen een slechtere afweer hebben en dus vatbaarder zijn geworden. Als een mens een goede afweer heeft, hoeft hij nauwelijks voor infectieziekten te vrezen. Er wordt in verklaringen nog steeds voornamelijk uitgegaan van besmetting van buitenaf, terwijl de algehele afweer van het individu juist de hoofdrol speelt. De enige oorzaak die werkelijk de hele wereldbevolking heeft getroffen zijn de vele vaccins die vaak al vanaf de eerste dagen van de pasgeborene worden toegediend.

T. Smits concludeerde op zijn website: 'Wat me in al die jaren is opgevallen is juist dat ten gevolge van vaccins de weerstand tegen allerlei infectieziekten is afgenomen. Dit constateerde ik zowel in Nederland als in Nepal waar ik regelmatig als

homeopathisch arts werk. Juist in arme landen waar de algehele afweer al slecht is door ondervoeding en slechte levensomstandigheden, kan vaccinatie tot ondermijning van de afweer leiden, waardoor infectieziekten fatale gevolgen kunnen hebben.'

Vaak wordt geschermd met het verdwijnen van bepaalde ziektes na inentingscampagnes. Wat vaak vergeten wordt is dat de natuur zijn eigen cycli kent. Aangetoond is dat vele ziekten reeds op zijn retour waren voordat er werd gevaccineerd. Ook in landen waar niet werd gevaccineerd, viel een achteruitgang in het voorkomen van de ziekten te zien. In 1975 verhoogde Japan de minimum leeftijd voor vaccinatie naar 2 jaar. Deze maatregel werd gevolgd door het nagenoeg verdwijnen van twee fenomenen, namelijk wiegendood en stuipen of convulsies bij baby's.

Naast de cycli van de natuur, staat het feit dat virussen muteren. Inmiddels is er een atypische vorm van mazelen ontstaan, die vele malen gevaarlijker is dan de mazelen zelf. Gevaccineerde kinderen vertonen vaak een ontspoorde immunologische reactie door de ontwikkeling van a-typische ziekten.

Daarnaast hebben kinderziekten een doel: het sterken van het immuunsysteem. Kinderen in ontwikkeling moeten het immuunsysteem 'trainen', onder andere door het krijgen van kinderziekten. Onderzoeken toonden aan dat mensen die op latere leeftijd chronische degeneratieve ziekten ontwikkelde, vaak in hun kinderjaren opmerkelijk weinig infectieziekten hebben doorgemaakt.

Klassiek homeopaten zien ziekten als een poging van het organisme om zich aan te passen. De ziekte is reeds aanwezig, voordat men symptomen ontwikkelt. De symptomen zijn dus niet de ziekte zelf, maar een uiting van het lichaam dat het niet in orde is.

De wet van Hering zegt dat een ziekte van een acute vorm overgaat in een chronische als de symptomen zich van de oppervlakte van het lichaam verplaatsen naar het inwendige, of van onder- naar bovenlichaam of van minder vitale- naar vitale delen. Deze wetenschap vormt onder andere een basis voor de homeopathie die symptomen, in tegenstelling tot de reguliere geneeskunst, niet onderdrukt. Eerder is het zo dat de symptomen zich nadrukkelijker manifesteren om de natuurlijke zelfgenezende werking van het lichaam aan te spreken. Dit is bijvoorbeeld te zien bij de mazelen. Eerst verschijnt de uitslag op het voorhoofd om zich vervolgens uit te

breiden naar de romp en ledematen. Daarentegen verschijnt atypische mazelen bij tegen mazelen gevaccineerde kinderen, eerst op de ledematen, om zich vervolgens uit te breiden naar de romp, waar de longen en andere inwendige organen aangetast worden.

In plaats van ziekten te voorkomen, dwingt de introductie van virusbevattende vaccins in het bloed, de ziekte in chronische vorm terug te trekken tot diep in het lichaam, waar vitale organen kunnen worden aangetast. De gevolgen van deze manier van onderdrukken van mazelen en andere infectieziekten zijn ondermeer vormen van kanker, auto-immuunziekten en andere chronische aandoeningen, zo schrijft V. Scheiber.

7.5 Vaccinaties en osteopathie

Ook vanuit de osteopathie wordt vrij terughoudend gereageerd op vaccinaties. Het lichaam bezit zelfregulerende mechanismen en vertoont de natuurlijke eigenschap zich in een zo goed mogelijk evenwicht te houden. Door bewegingsverliezen van alle structuren te behandelen slaagt de osteopaat erin deze zelfgenezende krachten te stimuleren. Het intact zijn van een structuur is essentieel voor het goed functioneren ervan. Alle structuren en alle functies zijn met elkaar onafscheidelijk verbonden. Het geheel is meer dan alleen maar de som van de samenstellende delen van het geheel. Een probleem in het lichaam zorgt niet alleen voor lokale veranderingen maar ook 'op afstand'. Door een ongeluk, stress, operatie of slechte leef- en eetgewoontes kunnen bindweefselstructuren minder beweeglijk worden. Het verbeteren van de beweeglijkheid van deze bindweefselstructuren is essentieel. Is het lichaam in balans, is er een goede beweging, dan heeft ziekte geen kans.

F. Millard beschrijft in zijn boek 'Applied Anatomy of the Lymphatics': 'Als osteopaten zijn we ervan overtuigd dat het lichaam compleet is, dat het lichaam voldoende secreties bevat om ziekten te bestrijden indien het mechanisme voldoende is aangepast. Het lichaam is een perfect, volledig, chemisch laboratorium waarin het metabolisme in evenwicht is, zodanig dat de gezondheid gewaarborgd wordt wanneer het laesie-vrij is'. Millard beschrijft vervolgens vele praktijkvoorbeelden waarin mensen die gevaccineerd worden, zeer vervelende bijwerkingen krijgen waar zelfs de dood op kan volgen. Na een vaccinatie vergroten de tonsillen zich en vindt er onder andere zwelling plaats van de lymfeknopen, waardoor het drainagesysteem geblokkeerd wordt met alle gevolgen van dien. Na een zwelling van de halsklieren,

zwellen de bronchiale klieren op, waarna door de blokkage van lymfeafvoer, het longweefsel vergiftigd wordt. Wanneer de vaccinatie in het been wordt toegepast, vindt er zwelling plaats in de inguinale regio. Deze lymfklieren hebben een relatie met de bekken-lymfeknopen, waarna het ovarium verstopt en geprikkeld raakt. Wanneer het cysterna chili geblokkeerd raakt, vindt er een slechte drainage plaats van de buikorganen, waardoor deze vergiftigd kunnen raken. De lymfe-flow is even belangrijk als de bloed-flow, en vergiftiging van het lymfatische systeem betekent vergiftiging van al het lichaamsweefsel en organen.

7.6 Laatste ontwikkelingen

De American Association of Feline Practitioners, de Academy of Veterinary Internal Medicine, de American Animal Hospital Association, de American Veterinary Medical Association, Council on Biologic and Therapeutic agents en 22 veterinaire opleidingsinstituten in Noord Amerika hebben in juli 2000 hun adviesprotocollen gewijzigd. In 2000 presenteerde AVMA en Council on Biological and Therapeutic Agents (COBTA) tijdens het 137^e jaarlijkse conventie zijn gezamenlijke standpunten, waarin met name aandacht werd besteed aan:

- wanneer een jaarlijkse boostervaccinatie met een gemodificeerd levend virusvaccin wordt verstrekt aan een al eerder gevaccineerd volwassen dier, leidt dit niet tot een aanvullende bescherming. Gemodificeerde levende virusvaccins zijn afhankelijk van replica van het virus voor een reactie. Antistoffen van eerdere vaccins laten het nieuwe virus niet repliceren., Antistoffentiters worden niet aanzienlijk geboosted, populaties geheugencellen worden niet uitgebreid.
- De bijsluiters en verpakkingen van vaccins, alsmede de beweringen van fabrikanten, moeten worden onderschreven door wetenschappelijke data. Er bestaan geen wetenschappelijke data die de adviezen ten aanzien van het jaarlijks verstrekken van gemodificeerde levende virusvaccins onderschrijven.
- Vaccins zijn niet onschadelijk. Onnodige bijverschijnselen en tegengestelde effecten kunnen worden beperkt door onnodige vaccinaties te vermijden.
- Dierenartsen hebben een standaard protocol nodig voor het rapporteren van tegengestelde effecten van vaccinaties.

In een uitgave van de dierenbescherming Haarlemmermeer werd in 2005 opnieuw aandacht besteed aan dit onderwerp. Uit het rapport van McTaggart kwamen de volgende zaken naar voren:

- er blijkt een duidelijke relatie te bestaan tussen inenting bij honden en katten en de welvaartziekte, die bij deze dieren voorkomen.
- De werkingsduur van deze inenting is vele malen langer dan in de behandeling tot uitdrukking komt waardoor dieren vaker worden gevaccineerd dan zinvol is.

De techniek is echter steeds in beweging. Inmiddels is men bezig met genetische manipulatie en het recombineren van bacteriën, in de hoop nieuwe vaccins te produceren. Dankzij dit soort nieuwe technieken hoeft men onder andere geen complete virussen meer in vaccins te stoppen maar slechts de voor de immunisatie relevante onderdelen.

Niet meer vaccineren?

De voorlichtingsbrochure van de Landelijke Vereniging van Entadministraties en het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport meldt: 'Als er onvoldoende of helemaal niet meer zou worden ingeënt zullen ernstige ziekten, die in Nederland al tientallen jaren niet of nauwelijks meer voorkomen, onherroepelijk weer terugkeren (...). Ziektekiemen die uit het buitenland worden geïmporteerd zouden door het toenemende reizigersverkeer een steeds groter risico veroorzaken. Het belang van vaccineren treft dus niet alleen de individuele persoon, maar ook de gemeenschap om hem heen. O.a. om die reden zijn de vaccinaties bij paarden verplicht op wedstrijd-evenementen.



Figuur 37: vaccinatie tegen droes

7.7 Conclusie

Helemaal niet meer vaccineren lijkt niet de oplossing. Wel is het goed om kritisch naar het vaccinatiebeleid te kijken. Later beginnen met vaccineren lijkt geen overbodige luxe. Een baby van twee maanden is bijvoorbeeld nog erg kwetsbaar. Er is een geleidelijke overgang van de afweer die de baby van de moeder meekrijgt naar een eigen afweer. Een paar maanden oude baby is dus nog volop bezig zijn eigen afweer op te bouwen. Deze algehele afweer zou eerst voldoende moeten zijn opgebouwd, alvorens er met vaccinaties begonnen wordt. Ook langere intervallen tussen vaccins lijken raadzaam te zijn, zoals uit diverse onderzoeken, zowel humaan als bij dieren, is gebleken. Daarnaast zou men kritisch moeten kijken naar het betreffende vaccin. Is het vaccin wel noodzakelijk? Wees ook oplettend bij de reactie op eerdere vaccins. Bij klachten moet eerst goed onderzocht worden hoe die zijn ontstaan, voordat er opnieuw een vaccin toegediend wordt. Tot slot moet er nooit gevaccineerd worden bij ziekte of zwakheid. Het immuunsysteem is in dit geval al druk bezig met de beginnende ziekte. Een cocktail met vaccins belast het immuunsysteem meer en verhoogt de kans op bijwerkingen.

DATE	PLACE / CITY / PLACE	LAND / PAYS / COUNTRY	NAME / NOM / NAME	INFORMATION / INFORMATIONS / INFORMATIONEN	PREPARED BY / PREPARE PAR / PREPARED BY	NAME / NOM / NAME OF VETERINARIAN / NOM DU VÉTÉRINAIRE / NAME OF VETERINARIAN / NOM DU VÉTÉRINAIRE
2019 09 19	Trouw	D	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2019 10 24	Trouw	D	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2019 11 27	Trouw	D	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2020 01 28	Trouw	D	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2020 06 19	Trouw	D	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Figuur 38: Entingsboekje

Besluit

Immuniteit is het in bepaalde mate beschermd zijn van het organisme tegen invloeden van buiten af, en tegen het eigen lichaam. De hoofdtaak van het immuunsysteem is het lichaam beschermen tegen schadelijke stoffen, micro-organismen, toxinen en kwaadaardige cellen. Het immuunsysteem heeft zich zodanig ontwikkeld dat de meeste immunologische reacties van beperkte duur zijn en worden geremd door regulerende mechanismen ter voorkoming van schade aan het organisme zelf. De weerstand die het lichaam heeft is in te delen in een aspecifieke en een specifieke weerstand. De aspecifieke weerstand wordt gevormd door fysische barrières, eiwitten en cellen en zijn nauw betrokken bij het opruimen van weefselresten, bacteriën, virusdeeltjes en ander lichaamsvreemd materiaal. Deze cellen van het aspecifieke immuunsysteem worden met name gevormd door granulocyten en macrofagen. De specifieke weerstand wordt gevormd door eiwitten en cellen. Met name de lymfocyten spelen een belangrijke rol. Lymfocyten kunnen zich leren richten op een bepaald antigeen en kunnen hier een geheugen voor opbouwen. De lymfocyten worden in twee soorten onderscheiden: de T-lymfocyten en de B-lymfocyten, die beiden hun eigen reactie op een infectie vertonen. T-lymfocyten kunnen bij een infectie actief op zoek gaan naar indringers. Deze lymfocyten rijpen in de thymus en zwermen hierna uit naar lymfoïde organen. De T-cellen zijn in te delen in effector- en regulatorcellen. De effectorcellen kunnen zich door een infectie omvormen in 'killer cellen' en kunnen zo lichaamsvreemde organismen vernietigen door celcontact. Naast killer cells bestaat de T-effectorcellen groep ook uit T-geheugencellen, die verspreid in het lichaam aanwezig zijn. Deze cellen bevatten op hun membraan informatie die betrekking heeft op één organisme. Deze geheugencellen spelen een belangrijke rol bij de secundaire immuunrespons. De regulatorcellen regelen de intensiteit van de immuunrespons in de vorm van T-helpercellen en T-supressorcellen.

B-lymfocyten worden geactiveerd door T-helpercellen. De B-lymfocyten vormen zich - tijdens een primaire immuunrespons op bacteriën en virussen - om in plasmacellen die na een paar dagen een verhoogde eiwitsynthese vertonen. De plasmacellen maken grote eiwitketens, immunoglobulinen (Ig). Deze eiwitten kunnen zich specifiek binden aan membranen en virussen, waardoor macrofagen kunnen worden getraceerd en vernietigd. Na de eerste infectie vormen de plasmacellen zich – na

productie van Ig, om tot geheugen-B-cellen. De reactiviteit van de B-cellen tegen lichaamseigen moleculen wordt afgezwakt door T-supressorcellen die aanvallen tegen de eigen weefsels verhinderen. Dit voorkomt ontsporingen waarbij lichaamseigen weefsel wordt aangetast.

De oorsprong van de cellen van het immuunsysteem is gelegen in het rode beenmerg. De belangrijkste organen van het immuunsysteem zijn de thymus, de milt, de darmen en het lymfatisch systeem. Ook spelen de bijnieren een belangrijke rol. De thymus is het centrale orgaan voor de differentiatie en functionele rijping van T-lymfocyten. De milt speelt een belangrijke rol bij immuun-biologische processen. De witte pulpa van de milt bestaat uit T- en B-lymfocyten. De darmen zijn ook belangrijk, mede door de grote aanwezigheid van lymfecapillairen. Daarnaast liggen in het ileum de platen van Peyer. Deze platen van Peyer verrichten dezelfde taken als een lymfeknoop. Ze bevatten veel B- en T-cellen en kiemcentra. Ook de darmflora is erg belangrijk voor de afweer. Tot slot heeft een lymfatisch systeem een zeer belangrijke functie met betrekking tot immuniteit. De lymfeknopen werken als zuiveringsinstallaties. In de lymfeklier zijn macrofagen aanwezig die bacteriën fagocyteren. Daarnaast zit een lymfeklier vol met B- en T-lymfocyten. De lymfestroom speelt een cruciale rol voor het onderhouden van de vochtbalans in het lichaam de zuivering, verzorging en verdediging van weefsels. Voor de intrede in de lymfecapillairen ontdoet de lymfe de extracellulaire gebieden van toxische stoffen, exudaat en bacteriën. De cellen van het lymfatisch systeem circuleren voortdurend en bereiken vrijwel alle delen van het lichaam. Als reactie op bepaalde chemotactische factoren migreren lymfocyten naar het onderliggende weefsel. De lymfatische cellen komen weer in de bloedbaan via afferente lymfevaten die eindigen in de ductus thoracicus.

De beïnvloeding van het immuunsysteem middels osteopathie is humaan onderzocht. Hieruit is met name de 'milt pomp' en de 'lymfepomp' effectief gebleken. Theoretisch gezien zou osteopathie een goede invloed kunnen hebben op het immuunsysteem. Net name de balans van het autonome zenuwstelsel speelt een cruciale rol. Ook spelen de hypothalamus, de hypofyse en de bijnieren een centrale rol. Ten eerste hebben de hormonen die door de hypofyse en de bijnier afgegeven worden, een invloed op het immuunsysteem. Een goede regulatie van de hypothalamus-hypofyse-bijnieras is dan ook noodzakelijk voor een goed functionerend immuunsysteem. Ten tweede is met name de autonome, sympatische

innervatie van de lymfoïde organen, zoals de thymus, het beenmerg, de milt, de lymfeklieren en de plaatjes van Peyer, belangrijk. Middels craniosacrale technieken, behandeling van het hyoid en technieken op het OAA kan op deze factoren ingewerkt worden. Daarnaast is het van belang dat de lymfoïde organen goed bezenuwd worden vanuit de wervelkolom.

Ook in deze situatie is de totaliteit van het lichaam, de balans in het lichaam, het belangrijkste. 'Treat what you find' is immers een van belangrijkste punten in de osteopathie.

Tot slot is het goed om kritisch naar het vaccinatiebeleid te kijken. Regulier wordt er vanuit gegaan dat vaccins toegediend moeten worden om bepaalde ziekten te voorkomen. Diverse onderzoeken tonen echter negatieve effecten van vaccineren aan. Naast acute reacties op het vaccin, zoals het post-vaccinaal syndroom, zijn er ook negatieve effecten op de lange termijn aan te tonen. Vaccineren zou namelijk een van de oorzaken van auto-immuunziekten kunnen zijn. Vanuit de osteopathie wordt dan ook terughoudend gereageerd op vaccinaties. Het lichaam bezit zelfregulerende mechanismen en vertoont de natuurlijke eigenschap zich in een zo goed mogelijk evenwicht te houden. Is het lichaam in balans, is er een goede beweging, dan heeft ziekte geen kans.

Conclusion

Immunity is a certain way of protection of the organism against the influence from the outside and against your own body. The main object of the immune system is the protection of the body against harmful substances, like micro organism, toxins and malignant cells. The immune system has developed in such a way that it has resulted in immunological reactions of short duration and will be diminished by the regulated mechanism preventing damage of the organism itself.

The resistance of the body is divided into specific and non specific resistance.

The non specific resistance is formed by physical barriers, proteins and cells which are involved in cleaning up tissue particles, bacteria, virus remains and other material which is not part of the body. The cells of the non specific immune system will mainly be formed by granulocytes and macrophages. The specific resistance will be formed by protein and cells. Lymphocytes play an important role. Lymphocytes can be taught to focus on a specific antigen and they can memorize it.

The lymphocytes are divided into two kinds: the T lymphocytes and the B lymphocytes. They both have their own response to an infection.

T lymphocytes can actively search for intruders. These lymphocytes mature in the thymus and spread out to the lymphoid organs. The T cells can be divided in effector cells and regulator cells.

The effector cells can be transformed by an infection in killer cells. These killer cells can destroy cells which are not part of the body by making contact with the cell.

Besides killer cells the T effector cell group consists of T memory cells, that are present in the whole body. These cells contain information on their membrane which is related to that specific organism. These memory cells play an important part in the secondary immune response system.

The regulator cells arrange the intensity of the immune response by forming T helper cells and T suppressor cells.

B lymphocytes are activated by T helper cells. During a primary immune response to bacteria and viruses the B lymphocytes are transformed into plasma cells, which show a heightened protein synthesis after a few days.

The plasma cells make large protein chains, the so called immunoglobulines (Ig).

These proteins can connect themselves to membranes and viruses. In this way macrophages can be traced and destroyed. After the first infection the plasma cells transform, after production of Ig, into memory B cells. The reactivity of the B cells

against molecules of one's own body are diminished by T suppressor cells, which prevent attacks against their own tissues. This prevents derailments of harming tissues of one's own body.

The cells of the immune system are produced in the red marrow. The most important organs of the immune system are the thymus, the spleen, the intestines and the lymphatic system. The adrenals also play an important role. The thymus is the central organ of differential and functional ripening of the T lymphocytes. The spleen plays an important role in immune biological processes. The white pulp of the spleen consists of T and B lymphocytes.

The intestines are also important, because of the presence of lymphatic tissue. Nearby in the small intestine are the Peyer's patches. These Peyer's patches perform the same tasks as a lymph nodes. They contain many B and T cells and germinal centers.

Also the intestine flora is very important for the defence of the body.

Finally the lymphatic system has a very important function concerning immunity. The lymph nodes are working as purification installations. In the lymph node are macrophages which phagocytosize bacteria.

Besides this a lymph node is packed with B and T lymphocytes. The lymph circulation plays an important role: ensuring steady-state levels of fluid within the circulatory system. The lymphatic system also serves as a means of transporting lymphocytes and antigen from the connective tissues to organized lymphoid tissues where the lymphocytes may interact with the trapped antigen and undergo activation. Small lymphatic capillaries opening into the tissue spaces pick up interstitial tissue fluid and carry it into progressively larger lymphatic vessels. During this process the lymph disposes extracellulaire tissue of toxics, exudate and bacteria. Lymphatic cells circulate constantly and mostly reach all parts of the body. Chemotactic signals are generated that can cause phagocytes and lymphocytes to leave the blood stream and enter the infected area. Factors generated during these early stages of the infection stimulate the capacity of the adaptive immune system to respond. Afferent lymphatic vessels pierce the capsule of a lymph node and empty lymph into the ductus thoracicus.

The effect on the immune system of humans by osteopathy is studied. From this study they concluded an effective splenic pump and lymph pump. In theory osteopathy could have favourable effects on the immune system. Mainly the balance

of the autonomic system is very important. Also the hypothalamus , the pituitary and the adrenals play a central role. First, the hormones separated from the pituitary and adrenals, have an important influence on the immune system. A good regulation of the hypothalamus-pituitary-adrenal-axis is crucial for good functioning of the immune system. Secondly the autonomic sympathetic innervation of the lymphoid organs, like thymus, bone marrow, spleen, lymph nodes and Peyer's patches, are important. Craniosacrale techniques, treatment of the hyoid and techniques on the OAA influence these factors.

Besides, the aim of the central nervous system at the lymphoid organs is important. The most important thing is the balance in the whole body. "Treat what you find" is one of the most important starting points of osteopathy.

Finally we should look carefully at the vaccination management. Regularly vaccins are given to prevent certain diseases. Several studies show negative effects of vaccination. Furthermore acute reactions of vaccine, like post vaccinal syndrome, also give long term negative effects. Namely, vaccination could be one of the causes of autoimmune diseases. Osteopaths have their reservations against vaccinations. The body itself owns a self regulated mechanism and shows the natural quality to be balanced. When the body is balanced, there will be a healthy movement, so illness has no chance.

Literatuurlijst

1. Allen T., Pence T. The use of the thoracic pump in treatment of lower respiratory disease. JAOA 1967; 67: 408-411
2. Backer B., Salomon W., Kraniosakrale Therapie bei Pferden, Sonntag Verlag Stuttgart, 2003
3. Budras K., Rock S., Anatomie van het paard, Bloemendal Uitgevers, 2005
4. Burgerhout W., Mook G., De Morree J., Zijlstra W., Fysiologie, Elsevier/Bunge, 1998
5. Burmester G., Pezzutto A., Sesam Atlas van de immunologie., 1998
6. Castlio Y., Ferris-Swift L. Effects of splenic stimulation in normal individuals on the actual and differential blood cell count and the opsonic index. Coll J (Kansas City) 1932;16:111-120
7. Castlio Y., Ferris-Swift L. The effect of the direct splenic stimulation on the cells and the antibody content of the blood stream in acute infectious diseases. Coll J (Kansas City) 1934;18:196-211
8. Chaitow Leon; Vaccinatie en immunisatie; Gevaren, misvattingen en alternatieven. 1993 Uitgeverij Westland nv, Scholten
9. Coelho, Zakwoordenboek der Geneeskunde, Elsevier/PBNA 2000
10. CZZ (centrum voor zeldzame ziekten)
11. Dam B. Verouderen Immuunsysteem & darmflora, Van Nature, nr 5, 2007
12. De Paepe, P., Cool V., Syllabus ter begeleiding van de cursus therapeutische manuele lymfdrainage originele methode Emil Vodder, 2007
13. Foldi M., Kubik S., Lehrbuch der Lymphologie. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1993
14. Fuller R., Perdigrón C. Gut flora, nutrition and health, Blackwell Publishing 2003
15. Goldsby R., Kindt T., Osborne B., Kuby J., Immunology, W.H. Freeman and Company, 2000
16. Hamilton-Miller JMT, Probiotics and prebiotics in the elderly. Postgrad Med J. 80, 2004, 447-451
17. Howell R., Allen T., Kappler R. The influence of osteopathic manipulative therapy in the management of patients with chronic obstructive lung disease. JAOA 1975;74:149-15
18. Jackson K.M., Steele T.F., Dugan E.P., Kukulka G., Bleu W., Roberts A. Effect of lymphatic and splenic pump techniques on the antibody response to hepatitis B vaccine: a pilot study. JAOA 1998;98:155-157
19. Kubik S., Anatomie des Lymphgefäßsystems. Physiotherapeut 1990;26;8:2-8
20. Langen B., Wien B., Osteopathie für Pferde, Sonntag Verlag Stuttgart, 2004
21. Maag Lever Darm Stichting, www.mlds.nl
22. McTaggart L. What doctors don't tell you, www.wddty.com
23. Measel J.W. The effect of the lymphatic pump on the immune response. Preliminary studies on the antibody response to pneumococcal polysaccharide assayed by bacterial agglutination and passive hemagglutination. JAOA 1982;82:28-31
24. Mesina J., Hampton D., Evans R., Ziegler T., Mileska C., Thomas K., et al. Transient basophilia following the application of lymphatic pump techniques: a pilot study. JAOA 1998;98:91-94
25. O'Driscoll C., What the vets don't tell you about vaccines, Derbyshire, Abberlywood Publishing Ltd., 1998

26. Raepsaet L., Het effect van een viscerale techniek op het immuunsysteem, 2003
27. Rook GAW, Brunet LRm Microbes, immunoregulation and the gut. Gut , 54, 2005 317-20
28. Scheibner V., Vaccinatie, het einde van de mythe, Lemniscaat Rotterdam, 1999
29. Smith R.K. One hundred thousands cases of influenza with death rate of one-fortieth of thar officially reported under conventional medical treatment. JAOA 10;19:172-175
30. Smits T., Who's afraid of Tinus?, deel 1: vaccinatieschade. Documentaire (DVD)
31. Still AT., Philosopht of Osteopathy. 1899 e-book (www.mcmillinmedia.com)
32. Tasker DL., Principles of Osteopathy, 1916, e-book (www.mcmillinmedia.com)
33. Tintelen M., De effectiviteit van Osteopathie, De osteopaat, jaargang 3, nr 1, 3-12
34. Verdonk H., Oedeem en oedeemtherapie, Bohn Stafleu Van Loghum, 2000
35. Vrijenhoek J.H., Pathologie en geneeskunde, Elsevier Gezondheidszorg, 1997
36. Ward R.C. et al, Foundations for osteopathic medicine of the American Osteopathic Association., Baltimore, Williams en Wilkins, 1997
37. Whiting C.A. Investigation of the phagocytic index. A.T. Still Research Institute Bulletin 1910;1:31-63
38. Wolters, E. Ch., Groenewegen, H.J., Neurologie, Structuur, functie en dysfunctie van het zenuwstelsel. Bohn Stafleu VanLoghum, 1996

Lijst van illustraties

- figuur 1: immunologische reactie
- figuur 2: factoren die bijdragen aan de ontwikkeling van het ontstekingsproces
- figuur 3: cellen van het aspecifieke immuunsysteem
- figuur 4: T-lymfocyten
- figuur 5: celcontacten die leiden tot de vorming van Ig door B-lymfocyten
- figuur 6: oorsprong van de cellen van het immuunsysteem
- figuur 7: differentiatie en rijping van diverse bloedcellen
- figuur 8: structuur van het lymfatisch systeem
- figuur 9: rijping T-lymfocyten
- figuur 10: structuur milt
- figuur 11: het totale circulatiesysteem
- figuur 12: belangrijkste delen microcirculatie
- figuur 13: tight junction
- figuur 14: open junction
- figuur 15: verankering lymfocapillair met omgeving
- figuur 16: volumeverandering lymfocapillair
- figuur 17: lymfeknoop
- figuur 18: lokalisatie B- en T-lymfocyten
- figuur 19: lymfeknoop
- figuur 20: lymfesysteem bij het paard
- figuur 21: fagocytose en diapedese
- figuur 22: lymfatische circulatie
- figuur 23: anatomie dunne darm
- figuur 24: anatomie dikke darm
- figuur 25: anatomie mucosa
- figuur 26: lymfeknopen (humaan)
- figuur 27: lymfeknopen in de buikholte (humaan)
- figuur 28: plaat van Peyer
- figuur 29: darmflora
- figuur 30: PS- en OS-innervatie van diverse organen
- figuur 31: relatie autonome zs met het immuunsysteem en endocrien systeem

- figuur 32: relatie ductus thoracicus en cysterna chyli met diaphragma, nieren en lever
- figuur 33: delen fascia van het paard
- figuur 34: griepvaccin ontwikkeling
- figuur 35: reactie op pokkenvaccin
- figuur 36: hond bij dierenarts
- figuur 37: vaccinatie tegen droes
- figuur 38: entingsboekje