

# Osteopathie: een logische keuze in het herstel na traumachirurgie

Een literatuurstudie naar de bijdrage van osteopathie in het herstel na traumachirurgie



Auteur: Jan Willem ten Kate

Begeleider: Jaap Zwaan D.O- M.R.O

Afstudeeropdracht voorgedragen met het doel af te studeren aan College Sutherland voor Osteopathische Geneeskunde te Amsterdam oktober 2023

## Samenvatting

In 2020 is osteopaat Danny van der Ven D.O.-MRO in het OLVG ziekenhuis begonnen met het postoperatief behandelen van patiënten na monolytisch trauma. Uit onderzoek uitgevoerd door het OLVG ziekenhuis Amsterdam blijkt het effect beduidend beter dan alleen revalidatie met fysiotherapie.

Er zijn op dit moment meer dan 1.800 patiënten door een osteopaat na traumachirurgie behandeld. Meer dan 60 Nederlandse traumachirurgen hebben begin oktober 2023 unaniem besloten om osteopathie officieel toe te voegen aan het traumaprotocol van Noord-Holland.

Vanuit het college Sutherland is bovenstaande samenwerking opgenomen in het overkoepelende onderzoeksprogramma van de opleiding osteopathie. De eerste stap in het onderzoeksprogramma begint met een literatuurstudie en omvat de thesis die hier voor u ligt.

Deze literatuurstudie biedt een wetenschappelijk onderbouwde verklaring voor wat de cijfers al hebben uitgewezen: dat osteopathie een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de genezing, zonder complicaties, van trauma patiënten. Omdat de cijfers nog niet officieel zijn gepubliceerd door het OLVG kunnen deze in de thesis nog niet worden toegevoegd.

Deze thesis is opgebouwd uit 2 hoofdstukken.

In hoofdstuk 1 wordt de betekenis van de 4 grondbeginselen van osteopathie onderbouwd, vanuit de concepten die centraal staan in de samenwerking met het OLVG.

Deze wetenschappelijke onderbouwing van de grondbeginselen geeft een verklaring voor dat osteopathie een wezenlijke bijdrage levert aan de genezing, zonder complicaties, van trauma patiënten. Want hoewel de resultaten van osteopathie na traumachirurgie voor zich spreken, worden ze nog waardevoller als het juiste concept en de filosofie van de osteopathie erachter begrepen wordt.

Vanuit de kennis over de osteopatische grondbeginselen wordt in hoofdstuk 2 onderbouwd welke bijdrage de osteopaat in de praktijk na traumachirurgie kan leveren.

De osteopaat kan op dag 10 na de operatie bijdrage aan het herstel zonder complicaties door:

- Oedeem te verminderen
- Een *pattern of strain* te behandelen en te normaliseren
  - zodat het bindweefsel in de juiste trekrichting kan worden aangelegd.
  - om de aanvoer van nutriënten en zuurstof en de afvoer van katobolieten te optimaliseren.
- Aanwezige stoornissen behandelen zodat er meer energie beschikbaar is voor het wondherstel.
- Een patiënt die een hoog stress niveau kent van een ergotrofe situatie naar een trofotrope situatie te helpen zodat de patiënt beter kan herstellen.

Op dag 40 na de operatie zit de meerwaarde vooral in het behandelen van een *pattern of strain* zodat het bindweefsel in de juiste trekrichting wordt aangelegd.

## Abstract

In 2020, osteopath Danny van der Ven D.O.-MRO began postoperative treatment of patients following monolithic trauma at the OLVG hospital. Research conducted by the OLVG hospital in Amsterdam indicates that the effects are significantly better than rehabilitation with physiotherapy alone.

At present, over 1,800 patients have been treated by an osteopath following trauma surgery. More than 60 Dutch trauma surgeons unanimously decided in early October 2023 to officially include osteopathy in the trauma protocol of North Holland.

The aforementioned collaboration has been incorporated into the overarching research program of the Sutherland College osteopathy course. The first step in the research program begins with a literature review and includes the thesis presented here.

This literature review provides a scientifically substantiated explanation for what the numbers have already shown: that osteopathy can make a significant contribution to the healing of trauma patients without complications. Since the figures have not yet been officially published by OLVG, they cannot be included in the thesis.

This thesis consists of 2 chapters.

In Chapter 1, the meaning of the 4 fundamental principles of osteopathy is substantiated based on the concepts central to the collaboration with OLVG. This scientific substantiation of the fundamental principles explains why osteopathy makes a significant contribution to the healing, without complications, of trauma patients. Although the results of osteopathy after trauma surgery speak for themselves, they become even more valuable when the underlying concept and philosophy of osteopathy are understood.

From the knowledge of the osteopathic principles, Chapter 2 elaborates on the practical contribution of the osteopath after trauma surgery.

On day 10 post-surgery, the osteopath can aid recovery without complications by:

- Reducing edema.
- Treating and normalizing any patterns of strain.
  - o Ensuring connective tissue is aligned in the correct direction.
  - o Optimizing the supply of nutrients and oxygen and the removal of catabolites.
- Treating any disruptive fields to ensure more energy is available for wound healing.
- Assisting patients with high stress levels to transition from an ergotropic situation to a trophotropic one for improved recovery.

On day 40 post-surgery, the added value primarily lies in treating a pattern of strain, ensuring that the connective tissue is aligned in the correct direction.

## Voorwoord

Ik heb het een prachtig traject gevonden. De voltijd opleiding aan het college Sutherland. Een totaal nieuw vak, een nieuw paradigma en nieuwe mensen. Vooral dit laatste jaar heb ik mij vaak genoeg afgevraagd: waar ben ik in aan begonnen? Maar het was het meer dan waard. Ik heb een vak gevonden waar mijn nieuwsgierigheid en mijn behoefte om dingen te begrijpen ruimschoots worden gevoed in combinatie met de mens als leidend voorwerp.

Ik wil mijn begeleider Jaap Zwaan D.O.-MRO bedanken. Voor het begeleiden van deze thesis maar zeker ook voor zijn lessen cranium en de begeleiding tijdens de co-therapie. Voor mij is Jaap een van de drijvende krachten achter de voltijd opleiding en iemand waar ik veel van heb kunnen leren.

Danny van der Ven D.O.-MRO. De initiator achter de samenwerking tussen osteopathie en traumatologie. De cocktail van je Rotterdams accent, kennis, enthousiasme en 'geen woorden maar daden' mentaliteit is goud.

En natuurlijk het jaar 2019 en iedereen die heeft bijgedragen aan de opleiding. Het was mij een genoegen.

Ook wil ik vrienden en familie bedanken en in het bijzonder degene die van heinde en verre naar de opleiding zijn gekomen om door mij te worden behandeld.

En als laatste mijn lieve Jakobien. Al vanaf 2002 zijn we samen onderweg en zelden bewandelen we het makkelijke pad maar het heeft ons veel gebracht. Op de eerste plaats natuurlijk onze 3 kanjers Huib, Steven en Faas. Jak dank voor je geduld, vertrouwen en enthousiasme!

Le mouvement, c'est la vie

## Inhoud

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting.....  | 1  |
| Abstract .....   | 2  |
| Voorwoord.....   | 3  |
| Inleiding.....   | 6  |
| H1: Het theoretische kader: de grondbeginselen van osteopathie.....  | 8  |
| §1.1 Grondbeginsel 1: De mens als biologische eenheid.....   | 8  |
| §1.1.1: Osteopathie als holistisch concept.....  | 8  |
| §1.1.2: Embryologie en de mens als biologische eenheid .....   | 9  |
| §1.1.3: Tensegrity .....   | 11 |
| §1.1.4: Bindweefsel .....  | 14 |
| §1.1.5: Hoe kan, vanuit de embryologie, tensegrity en het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS),<br>onderbouwd worden dat de mens een ondeelbare eenheid is? .....  | 20 |
| §2 Grondbeginsel 2: De betekenis van structuur en functie .....  | 21 |
| §1.2.1: gedachtegoed van Jean-Paul Höppner.....  | 21 |
| §1.2.2: Gedachtegoed van Blechschmidt .....  | 29 |
| § 1.2.3: Het gedachtegoed van Höppner en Blechschmidt vertaald naar de dagelijkse praktijk van<br>de osteopaat.....  | 31 |
| §1.2.4: Hoe kan, vanuit het gedachtegoed van Jean-Paul Höppner D.O. en Dr. E. Blechschmidt,<br>de diepere betekenis van de samenhang tussen structuur en functie in het menselijk lichaam<br>onderbouwd worden?..... | 32 |
| §3 Grondbeginsel 3: Het belang van een goede circulatie .....  | 33 |
| §1.3.1: Wash out .....   | 33 |
| §1.3.2: Interstitium.....  | 34 |
| §1.3.3: Hoe kan, vanuit de rol van het interstitium en wash out, het belang van een<br>goedwerkende circulatie in het lichaam onderbouwd worden? .....   | 34 |
| §4 Grondbeginsel 4: het zelforganiserend vermogen van het lichaam.....   | 35 |
| §1.4.1: het complex adaptief systeem.....  | 35 |
| §1.4.2: Hoe kan, aan de hand van het complex adaptieve systeem (CAS), onderbouwd worden<br>dat we als osteopaat de voorwaarden kunnen scheppen voor het zelforganiserend vermogen<br>van het lichaam? .....          | 37 |
| H2: Osteopathie na traumatologie.....  | 38 |
| § 2.1: De verschillende fases van wondgenezing en de rol van de osteopaat .....  | 39 |
| §2.1.1: Het ontstaan van een traumawond .....  | 40 |
| §2.1.2: Hemostase.....   | 41 |
| §2.1.3: Inflammatie .....  | 41 |

|  |    |
|--|----|
| §2.1.4: Proliferatie.....  | 43 |
| §2.1.5: Remodellering .....  | 44 |
| §2.1.6: Hoe kan de osteopaat, in de verschillende fases van wondgenezing van traumapatiënten, een rol spelen? .....              | 44 |
| § 2.2: Voorwaarden voor het herstel van bindweefsel .....  | 46 |
| §2.2.1: Het belang van zuurstof bij het herstel van bindweefsel.....   | 46 |
| §2.2.2: het belang van zuurstof bij het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat .....                                 | 47 |
| §2.2.3: Het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel .....  | 48 |
| §2.2.4: Het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat .....                             | 50 |
| §2.2.5: De invloed van het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding op het herstel van het bindweefsel .....                        | 51 |
| §2.2.6: De invloed van het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding op het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat ..... | 51 |
| §2.2.7: De rol van het immuunsysteem bij het herstel van bindweefsel.....  | 52 |
| §2.2.8: De rol van het immuunsysteem bij het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat.....                             | 53 |
| §2.2.9: De invloed van de metabole velden op het herstel van het bindweefsel.....  | 53 |
| §2.2.10: De invloed van de metabole velden op het herstel van het bindweefsel en de rol van de osteopaat.....                    | 54 |
| Conclusie.....   | 56 |
| Discussie .....  | 62 |
| Literatuurlijst .....  | 64 |
| Bijlage .....  | 67 |

## Inleiding

### **Achtergrond**

In 2020 veranderde de wereld door SARS-CoV-1. Wat genetisch materiaal verpakt in een eiwit mantel dat zichzelf niet kan voortbewegen, niet kan eten en van andere organismen afhankelijk is om zich te verspreiden. Doelloos en voor niemand voorspelbaar zorgde deze entiteit voor een extreem grote verandering in de wereld.

Als reactie op SARS/CoV/1 volgde een intelligente lockdown en waren osteopaten niet meer bevoegd om hun beroep uit te oefenen. Geconfronteerd met veel extra vrije tijd besloot osteopaat Danny van der Ven D.O.-MRO in het ziekenhuis zijn steentje bij te dragen en te kijken welke bijdrage een osteopaat kan leveren aan het herstel van een patiënt na een operatie.

Inmiddels zijn we 2 jaar verder, zijn er meer dan 1.800 patiënten door een osteopaat na traumachirurgie behandeld en hebben meer dan 60 Nederlandse traumachirurgen unaniem besloten om osteopathie officieel toe te voegen aan het traumaprotocol Noord-Holland. Vanuit de non lineaire bril van de osteopaat zou je kunnen zeggen dat de eerste stappen in de samenwerking tussen traumachirurgen en osteopaten niet los kunnen worden gezien van dit ziekmakende stukje genetisch materiaal.

### **Concept en filosofie**

Ondanks dat de cijfers nog niet officieel gepubliceerd zijn, wijzen de resultaten van osteopathie na traumachirurgie in een meer dan positieve richting. En hoewel deze cijfers belangrijk zijn, worden ze nog waardevoller als het juiste concept en de filosofie van de osteopathie erachter begrepen wordt.

De oorsprong van osteopathie is diep geworteld in het verlangen naar een beter begrip van gezondheid. Dr. Andrew Taylor Still, de grondlegger van osteopathie, verloor in 1864 drie van zijn kinderen door hersenvliesontsteking. (Still A. , p. 22) Dit verlies bracht hem ertoe op een andere manier naar ziekte en gezondheid te kijken. Hij geloofde sterk in de intrinsieke verbinding tussen de uit structuren opgebouwde vorm en de daarmee samenhangende functie van het lichaam. Zijn overtuiging, samengevat in de woorden: "When all the parts of the human body are in line, we have perfect health" (Still A. , p. 52) benadrukt dit.

Zoals Jean-Paul Höppner D.O. het omschrijft: "filosofie is een wetenschappelijke speeltuin waar we, door logisch geformuleerde conclusies, de vereiste relaties tussen de feiten, cijfers en ideeën kunnen bieden. Relaties die nodig zijn om de oorsprong, de aard en de complexiteit van ons mens-zijn te begrijpen, wat zoveel meer is dan slechts vereenvoudigde lineariteit". (Höppner, 2022, p. 7)

Het te verwachten antwoord van een osteopaat op de vraag wat maakt dat osteopathie zo goed werkt na traumachirurgie, zal dan ook vanuit het non lineaire denken geformuleerd worden. Osteopaten behandelen vanuit het vertrouwen dat het lichaam vele malen beter weet wat er voor herstel nodig is. Er zijn onnoemelijk veel scenario's denkbaar en osteopaten scheppen slechts de voorwaarden waarna het zelforganiserend vermogen van de patiënt het werk kan doen.

Hier zit dan ook de uitdaging: een brug slaan tussen de osteopaat en de arts of tussen complementair en regulier. Een andere uitdaging is om de betekenis van de grondbeginselen van osteopathie wetenschappelijk te onderbouwen.

Met beide uitdagingen in het achterhoofd schrijf ik deze thesis.

## Onderzoeksvraag:

*Hoe kan, wetenschappelijk onderbouwd, verklaard worden dat osteopathie een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de genezing, zonder complicaties, van traumapatiënten?*

In het eerste hoofdstuk van deze thesis wordt de betekenis van de grondbeginselen van osteopathie onderbouwd, vanuit de concepten die centraal staan in de samenwerking met het OLVG. Dit hoofdstuk beantwoordt de volgende deelvragen:

1. Hoe kan, vanuit de embryologie, tensegrity en het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS), onderbouwd worden dat de mens een ondeelbare eenheid is?
2. Hoe kan, vanuit het gedachtegoed van Jean-Paul Höppner D.O. en Dr. E. Blechschmidt, de diepere betekenis van de samenhang tussen structuur en functie in het menselijk lichaam onderbouwd worden?
3. Hoe kan, vanuit de rol van het interstitium en wash out, het belang van een goedwerkende circulatie in het lichaam onderbouwd worden?
4. Hoe kan, aan de hand van het complex adaptieve systeem (CAS), onderbouwd worden dat we als osteopaat de voorwaarden kunnen scheppen voor het zelforganiserend vermogen van het lichaam?

In het tweede hoofdstuk van deze thesis zal in onderbouwd worden welke bijdrage de osteopaat in de praktijk na traumachirurgie kan leveren. Dit hoofdstuk beantwoordt de volgende deelvragen:

1. Hoe kan de osteopaat, in de verschillende fases van wondgenezing van traumapatiënten, een rol spelen?
2. Hoe kan de osteopaat, in het herstelproces van bindweefsel van traumapatiënten, een rol spelen?



# H1: Het theoretische kader: de grondbeginselen van osteopathie

## §1.1 Grondbeginsel 1: De mens als biologische eenheid

### Inleiding

Veel mensen omschrijven osteopathie als een holistisch beroep. De term 'holistisch' wordt op diverse manieren en in verschillende contexten gebruikt. In dit hoofdstuk zal, vanuit het gedachtegoed van de osteopathie, verwoord worden op welke manier en in welke context de term 'holistisch' binnen de osteopathie wordt gebruikt.

Het eerste grondbeginsel van de osteopathie "de mens als biologische eenheid" (NVO, 2017) wordt aansluitend onderbouwd aan de hand van kennis vanuit de embryologie, tensegrity en de rol van het bindweefsel via het basis-bio-regulatie-systeem. Op deze manier wordt duidelijk hoe dit vervolgens geplaatst kan worden in het licht van osteopathie na trauma.

#### §1.1.1: Osteopathie als holistisch concept

Osteopaten werken vanuit de gedachte dat de mens een biologische eenheid is, het zijn holistische denkers. Om te verhelderen wat de betekenis van dit holistische denken is zullen de filosofische stromingen, die hier dichtbij staan, kort uitgewerkt worden.

Het filosofisch concept van holisme integreert de inzichten uit de fenomenologie en Goetheaanse wetenschap. Dit biedt een geheel ander perspectief op onze morfologische ontwikkeling en transformatie.

Goetheaanse wetenschap is geïnspireerd op een holistische en kwalitatieve benadering van de natuurwetenschappen, in tegenstelling tot de meer analytische en reductionistische methoden. In plaats van alleen kwantitatieve gegevens te verzamelen, focust de Goetheaanse methode op het waarnemen van kwalitatieve veranderingen en patronen in hun totaliteit, dus zonder ze te reduceren of te ontleden. (Wahl, 2005)

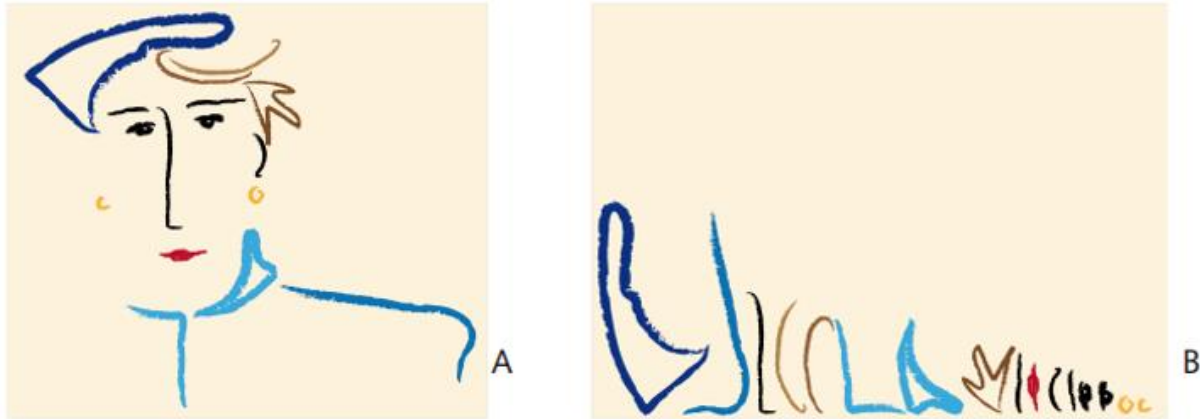
De waarde van analytische methodologie is ondubbelzinnig bewezen in het domein van de anorganische wetenschappen. Het is minder geschikt voor het begrijpen van organische processen. De analytische benadering heeft niet geleid tot inzicht in fenomenen zoals organische zelfregulatie of gezondheid. (Huber M, 2011, p. 3)

Afbeelding 1.1 geeft de holistische visie weer. In figuur A kun je een betekenisvol beeld zien van een vrouwentorso. Je herkent de figuur op basis van patroonherkenning en een empathische, intuïtieve manier van kijken. De componenten zijn op een zinvolle manier geordend en maken zin als het beeld van de torso van een vrouw.

In Figuur B nemen we de componenten van het schilderij en rangschikken deze op een andere, analytische, meer wiskundige manier. Ze zijn gerangschikt op basis van hoogte/lengthe.

Zowel in A als in B hebben de onderdelen een herkenbare relatie tot elkaar: in A vanwege de betekenis van het schilderij door het beeld van een vrouwentorso, in B vanwege de relatieve grootte van de onderdelen."

Dit voorbeeld laat zien hoe er orde wordt gecreëerd op basis van een fundamentele manier van kijken: in A ontstaat orde op basis van een vanzelfsprekend betekenisvol patroon, in B



Afbeelding 1.1: A. Torso van een vrouw. B. De onderdelen van de torso gesorteerd op grootte (Bie, 2012, p. 76)

volgens één kwantificeerbaar kenmerk van de afzonderlijke componenten. De twee verschillende visies tonen twee vormen van orde en logica. Beide methoden moeten als legitiem worden beschouwd, maar leiden tot een totaal verschillende connotatie.

Zonder een herinnering aan A, zijn we niet in staat om vanuit de delen van B tot het beeld van een vrouw te komen. Directe, vanzelfsprekende ervaring toont ons aan dat het gehele beeld niet de som is van zijn delen; de betekenis is niet verborgen in de zichtbare delen. Deze beeldelementen zijn op zichzelf zinloos, zoals in B.

De conclusie moet daarom zijn dat het geheel zijn delen genereert. (Bie, 2012, pp. 75-77)

#### §1.1.1.1: Het holistische concept vertaald naar de dagelijkse praktijk van de osteopaat

In plaats van de wereld te ontleden in afzonderlijke delen, kijken osteopaten naar het geheel en de inherente betekenis ervan. Osteopaten beschouwen het lichaam als een verenigd en onderling verbonden geheel. De dynamische interactie tussen lichaam en geest. Binnen het lichaam zijn de verschillende systemen, waaronder het musculoskeletale, zenuwstelsel, circulatoire en ademhalingsstelsel verschillende aspecten van hetzelfde systeem. En functioneren als een eenheid. Vanuit deze eenheid zal een disfunctie in één deel van het lichaam andere delen beïnvloeden. Osteopaten streven ernaar om de optimale voorwaarden te creëren zodat balans en harmonie binnen het lichaam kunnen ontstaan.

#### §1.1.2: Embryologie en de mens als biologische eenheid

De meeste auteurs op het gebied van embryologie gaan uit van een voornamelijk chemische (genetische) benadering om uit te leggen hoe het embryo zich in de tijd ontwikkelt. De informatie die de ontwikkeling stuurt ligt opgeslagen in het DNA van elke cel. Zodoende wordt embryologie in deze DNA context beschreven als een inside-outside fenomeen. (Höppner, 2022, p. 20)

Een ander manier om embryologie te benaderen, die beter aansluit bij de principes van de osteopathie is die vanuit een outside-inside principe.

### *Outside-inside principe*

De auteur Prof. E. Blechschmidt (hierna: Blechschmidt) benadert embryologie niet alleen vanuit een DNA context maar benadrukt juist de fysieke factoren om het menselijke ontwikkelingsproces te verklaren.

Blechschmidt benadrukt dat we met behulp van geavanceerdere technologie steeds gespecialiseerder zijn geworden in ons onderzoek en daarmee verder verwijderd geraakt zijn van het doel om een samenhangend holistisch begrip van het lichaam te verkrijgen. Zo bestuderen we de menselijke functie in steeds meer geïsoleerde specialisaties. (Blechschmidt, 2004, p. 1)

Een van de belangrijkste concepten die Blechschmidt introduceerde, is het idee van "metabole velden". Hij legt de nadruk op de biomechanische processen en fysieke krachten die een rol spelen bij het vormgeven van de ontwikkelende structuren. Dit betekent dat de vorm en structuur van een zich ontwikkelend orgaan niet alleen wordt bepaald door genen, maar ook door de fysieke krachten en bewegingen binnen het embryo.

Het lichaam is niet ontstaan met een functie. Blechschmidt betoogde dat organen en structuren zich niet ontwikkelen op basis van hun toekomstige functie, maar op basis van de biodynamische structurele processen die op dat moment plaatsvinden. Hij benadrukt het belang van het kijken naar de embryonale ontwikkeling als een complex, dynamisch en interacterend proces in plaats van een eenvoudige reeks voorspelbare stappen gebaseerd op latere functie. Vanaf de eerste dag in onze ontwikkeling vormen we al een geheel en een organisme. En de onderdelen, weefsels en organen komen voort uit dat geheel en niet andersom. (Blechschmidt, 2004, p. 7)

Fundamenteel in de embryonale ontwikkeling volgens Blechschmidt zijn de zogenaamde "groefactoren" dit zijn de submicroscopische bewegingen vanuit metabole velden die de manier van groei determineren. De groefactoren zijn de vroege activiteiten die plaatsvinden op het moment dat een orgaan zich vormt. Het is enkel op basis van deze vroege groefactoren dat de specifieke functies van een orgaan geleidelijk worden gevormd. De mogelijkheden van het embryo zijn altijd de voorloper van alle latere mogelijkheden in het lichaam. Als zodanig vormen de vroegere groefuncties het natuurlijke plan voor alle volwassen functies. Er is geen cel, geen weefsel en geen orgaan dat niet al functioneert tijdens zijn eigen ontwikkeling. (Blechschmidt, 2004, p. 5) Meer over deze specifieke groefactoren in §2.1

#### *§1.1.2.1: Embryologie vertaald naar de dagelijkse praktijk van de osteopaat*

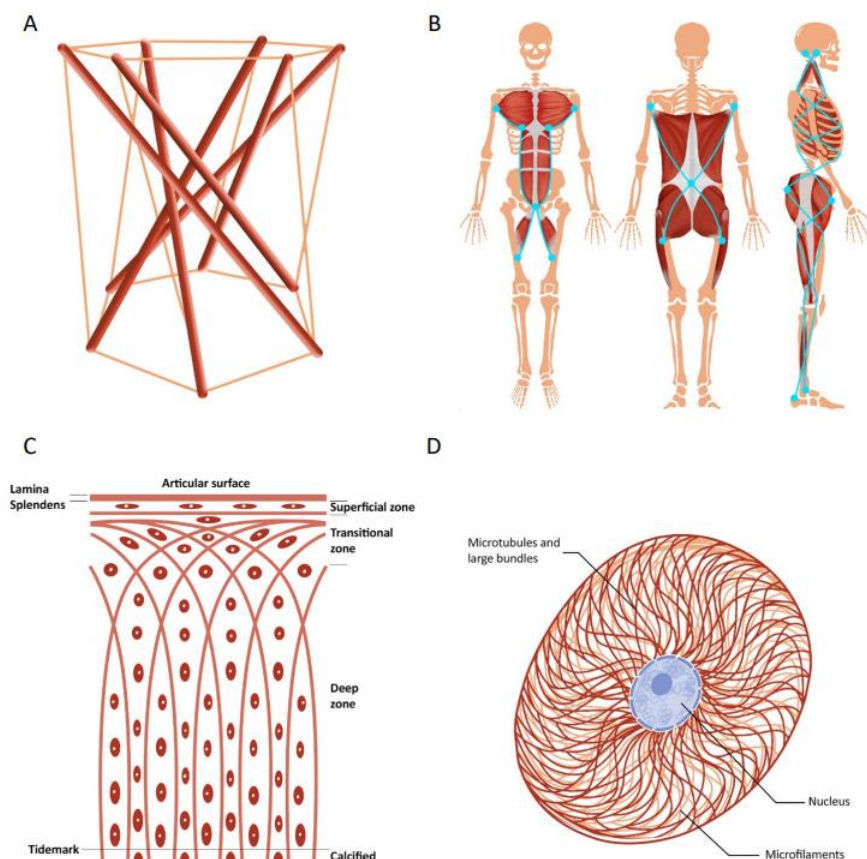
De osteopaat zoekt naar beweging of een gebrek daaraan. Een gebrek aan beweging geeft de osteopaat een indicatie van de functie van het weefsel. Gezond weefsel functioneert en beweegt om die functie uit te oefenen. Beweging ontstaat vanuit metabolische interactie. Een osteopaat baseert zijn bevindingen op grond van palpatie van anatomische structuren via de mate van beweging, bewegelijkheid en consistentie van deze structuren. Kennis van de embryologische groei en de directe ontstaansrelaties van de organen onderling dragen bij tot inzicht in de wijze waarop het lichaam haar metabolisme manifesteert wanneer symptomen zoals mobiliteitsverlies voelbaar zijn. Vanaf de eerste dag in onze ontwikkeling vormen we al een geheel en een organisme. En de onderdelen, weefsels en organen komen voort uit dat geheel en niet andersom.

### §1.1.3: Tensegrity

Tensegrity is een samentrekking van tension en structural integrity. Het verwijst naar de integriteit van structuren gebaseerd op een evenwicht tussen trek- en drukbelastingen.

Het gebruik van het tensegrity principe binnen biologische systemen is voornamelijk gebaseerd op het werk van Donald Ingber. (Ingber, 1998)

Donald Ingber was de eerste die het tensegrity principe koppelde aan biologische systemen. In 1998 publiceerde hij het artikel "The Architecture of Life" in het "Scientific American". Het artikel zorgde ook voor de eerste gedachten over de toepasbaarheid binnen de osteopathie. (Pflüger, 2008, p. 25)



Figuur 1. 1: Het mechanisme van tensegrity afgebeeld op verschillende niveaus. (Janssen, 2022)

A. Tensegrity afgebeeld in een 3D-model. De rode balken weerstaan de drukkracht die door de touwen wordt uitgeoefend. Andersom wordt de trekkracht van de steunen tegengegaan door de touwen wat resulteert in een evenwicht.

B. Tensegrity in het musculoskeletale systeem van een mens. De botten fungeren als steunen en weerstaan de drukkrachten gecreëerd door de spanning van de spieren, pezen en ligamenten (de kabels).

C. Tensegrity in articulair kraakbeen. Osmotische druk, veroorzaakt door hydratatie van proteoglycanen, zet het kraakbeen op voorspanning en gaat de trekkrachten tegen die worden gecreëerd door een netwerk van collageenvezels.

D. Tensegrity in de cel. Microfilamenten uit het cytoskelet veroorzaken trekkrachten en trekken het membraan naar binnen. Microtubuli en grote bundels van microfilamenten fungeren als steunen en gaan de naar binnen gerichte krachten tegen.

Volgens Ingber kan je complexe systemen niet begrijpen door alleen te kijken naar de afzonderlijke onderdelen. Door de complexiteit is het belangrijk om de regels van het systeem te begrijpen. Wat Ingber opviel bij de organisatie van levende organismen is dat bepaalde patronen in zowel microscopische als macroscopische structuren zich continu herhaalden. Tensegrity is op alle verschillende niveaus in het lichaam aanwezig en met elkaar verbonden. (zie figuur 1.1)

In lijn met Blechschmidt en Höppner betoogd Ingber ook dat in de zelforganisatie van levende organismen kleinere structuren grotere stabiele structuren vormen en dat deze emergente eigenschappen herbergen. Dus dat de grotere structuur nieuwe eigenschappen heeft die niet voorspelbaar zijn op basis van de kenmerken van de afzonderlijke componenten. (Ingber D. , 2003, p. 48)

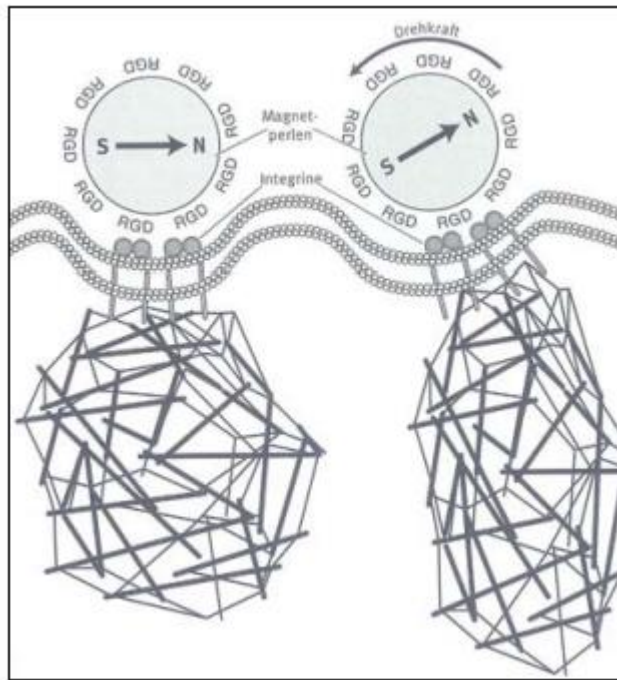
Systemen die functioneren volgens het tensegrity-principe stabiliseren zichzelf mechanisch door de manier waarop spanning en compressie in de structuur worden verdeeld en in evenwicht worden gebracht.

Een mechanische kracht zal dan ook zorgen voor een gecoördineerde verschuiving van alle structuren op de verschillende niveaus. De cel reageert op microscopisch niveau wat leidt tot veranderingen in de cel activiteit. De stabiliteit van het systeem wordt versterkt door de hiërarchische opbouw. De stabiliteit hangt zodoende niet af van de sterkte van individuele structuren, maar van hoe de gehele structuur spanning verdeelt en in evenwicht brengt.

Dit hiërarchische model van biologische organismen kan helpen om een van de meest fundamentele eigenschappen van levende wezens te verklaren: hoe de onderdelen en het geheel functioneren als een enkel geïntegreerd systeem.

Het tensegrity model is dus een verklaring hoe het lichaam als een geheel kan worden gezien. En waar een externe invloed via de verschillende hiërarchische lagen van een organisme invloed kan hebben tot op het celniveau. Op het celniveau zet het cytoskelet mechanische signalen om in biochemische antwoorden.

Oschman gebruikt het tensegrity model in relatie met het bindweefsel welke hij beschrijft als de "levende matrix". De levende matrix wordt door Oschman beschreven als een continu en dynamisch netwerk die zich uitstrekt naar alle verre hoeken van het lichaam. Zo bevat de nucleus van een cel een levende matrix die doorloopt in de matrix van de cel die op zijn beurt weer binnen de weefselmatrix bevindt. (Oschman, 2006, p. 112) Dus ook in deze theorie beïnvloeden krachten op een deel van het systeem ook alle andere delen van het gehele organisme



Figuur 1.2: Experimenteel is aangetoond dat het cytoskelet van een cel werkt als een tensegrity-structuur. Dit is getest door magneten aan de cel te bevestigen die draaiden in een magnetisch veld. Uit deze resultaten bleek dat het cytoskelet deze specifieke structuur heeft. (Oschman)

#### §1.1.3.1: Tensegrity vertaald naar de dagelijkse praktijk van de osteopaat

De enige zekere voorspelling die het tensegrity kan bieden, is dat het geheel zich zal aanpassen aan een bepaalde disfunctie, niet slechts delen ervan. Dit benadrukt het holistische karakter van het model, waarin het lichaam als een geïntegreerd geheel wordt beschouwd en waarin veranderingen of disfuncties in één deel invloed kunnen hebben op andere delen en op het geheel. Het model legt de nadruk op het belang van het herstellen van evenwicht en functionaliteit in het gehele lichaam om gezondheid en welzijn te bevorderen.

Thomas Myers, bekend om zijn concept van "Anatomy Trains", heeft het idee van tensegrity toegepast op het menselijk lichaam door middel van spierkettingen. Deze kettingen zijn groepen spieren en fascia (bindweefsel) die met elkaar verbonden zijn en functioneren als een eenheid. In plaats van spieren individueel te beschouwen, suggereert Myers dat ze deel uitmaken van langere ketens die krachten over het lichaam verdelen.

Een dysfunctionele keten creëert onmiddellijk verandering in het myofasciale netwerk, waarbij het risico op verstoringen en op de andere lijnen toeneemt. Meyers suggereert dat het balanceren van deze ketens en daarbij het lichaam gezien als één functionele unit, de algehele bewegingsfunctie zou verbeteren. (Meyers, 2015, p. 306)

#### §1.1.4: Bindweefsel

##### Inleiding

In deze paragraaf zal allereerst de filosofie van ons bindweefsel en het belang voor onze gezondheid volgens de grondlegger van de osteopathie A.T. Still omschreven worden.

Vervolgens zal aandacht worden besteed aan het Basis-Bio-Regulatie-Systeem (BBRS) zoals beschreven door de Oostenrijkse arts Prof. Alfred Pischinger (1899-1982). Dit systeem verwijst naar het extracellulaire matrixsysteem van het lichaam, dat fungeert als een communicatie- en transportsysteem tussen cellen in het gehele lichaam. En zodoende bruikbaar om de mens als biologische eenheid te illustreren.

##### *§1.1.4.1: De filosofie van A.T. Still*

Still, de grondlegger van de Osteopathie geeft de volgende definitie van het bindweefsel:

Het bindweefsel omringt elke spier, ader, zenuw en alle organen van het lichaam. Het is een netwerk van zenuwen, cellen en buizen, die er naartoe en ervan af lopen. Het is doorkruist en gevuld met miljoenen zenuwcentra en vezels om het werk van het afscheiden en uitscheiden van vloeistoffen, zowel vitaal als destructief, uit te voeren. Alle organen zijn bedekt met deze stof. (Still A. , Philosophy of Osteopathy, 1899, p. 51)

Daarnaast geeft Still het belang aan van het bindweefsel in relatie met onze gezondheid:

"He of all people should know more of the connective tissues, and whether the disease is local or general. That the connective tissues and their nerves demand his first attention, and that his success and the life of his patients largely depend upon his knowledge of them." (Still A. , Philosophy of Osteopathy, 1899, p. 55)

De filosofie van Still op bindweefsel, bezien vanuit 3 grondbeginselen van de osteopathie, zou je als volgt kunnen samenvatten:

- Het lichaam is een biologische eenheid. Quote Still: "There is no other tissue in the body that connects everything and allows it to function as a unit except connective tissue." (Still A. , Philosophy of Osteopathy, 1899, p. 52)
- Het belang van de vaten. Quote Still: "...that this connecting substance must be free in all places to receive and discharge all fluids (...) and to throw off all impurities so that health is not affected by dead and poisonous fluids." (Still A. , Philosophy of Osteopathy, 1899, p. 53)
- Het lichaam als zelforganiserend mechanisme. Quote Still: "Find it, fix it, and leave it alone. Nature will do the rest".

### §1.1.4.2: Het Basis-Bio-Regulatie-Systeem

#### **Wat is het basis-bio-regulatie-systeem**

Het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS) bestaat uit de functionele eenheid van bloed- en lymfevaten, losmazig bindweef en het neurovegetatieve eindtraject. Het gezamenlijke werkingsgebied van deze zogenoemde trias is de extracellulaire vloeistof. Het BBRS is het grootste beschreven orgaan en zet zich zonder onderbreking door het hele organisme voort. Het BBRS is hoofdzakelijk aanwezig in losmazig bindweefsel en beslaat rond de 60% van ons lichaam. (Muts, 1994) Het is een intermediair tussen de aanvoer van voedingsstoffen en afvoer van afvalstoffen van cellen. Zo reguleert het BBRS het milieu exterieur van de cel en is daarmee verantwoordelijk voor een goede homeostase. (Pischinger, 2004)

#### **Wat zijn de bestanddelen van het BBRS**

- Losmazig bindweefsel, bestaande uit:
  - Grondsubstantie, ook genoemd de matrix van bindweefsel
  - Cellen (fibroblasten, macrofagen, leukocyten, plasmacyten etc.)
  - Vezels (elastine en collageen)
  - Weefselvloeistof
- Capillairen en lymfevaten:

Zowel capillairen als lymfevaten staan niet in direct contact met de parenchymcellen. Dit betekent dat alle stoffen die uit de eindcapillairen treden eerst in de extracellulaire vloeistof terecht komen. De arteriële voeding van de parenchymcellen vindt dus vanuit het omgevende bindweefsel plaats. De veneuze afvoer vindt eveneens via het bindweefsel plaats. Metabole veranderingen in het bindweefsel kan een verstoring in de voedingstoestand van de parenchymcellen veroorzaken en eveneens een verstoring in de afvoer van katabolieten. Een deel van de interstitiële vloeistof wordt niet door de veneuze capillairen opgenomen maar door lymfevaten afgevoerd.
- Neurovegetatief eindtraject: Evenals de capillairen en lymfevaten, staan ook de zenuwvezels niet in direct contact met de parenchymcellen maar eindigen in het bindweefsel. De neurotransmitterstoffen worden afgegeven aan de extracellulaire vloeistof en vervolgens opgevangen door de receptoren op de celmembraan van de parenchym cel. Op die manier beïnvloeden de transmitterstoffen en de extracellulaire vloeistof elkaar.

#### **Waarom het BBRS?**

Het BBRS fungeert als een communicatie- en transportsysteem tussen alle cellen in het gehele lichaam. In het BBRS vinden de primaire regulatieprocessen plaats die de homeostase handhaven.

De mens zal zich gedurende zijn leven aan moeten passen aan endogene en exogene stressoren. Mocht het lichaam daar niet voldoende in slagen dan ontstaat een storende impuls in het organisme, die verschillende dysfuncties of pathologiën kan veroorzaken. De aanpassingen van het lichaam aan deze stressoren vindt in eerste instantie plaats in het BBRS. Aangezien osteopathie zich richt op het zelfregulerend vermogen van de mens kan je het bindweefsel en het daarmee samenhangende BBRS zien als het primaire weefsel voor de diagnostiek en therapie van de osteopaat. (Muts, 1994, p. 314)

#### **BBRS als communicatiesysteem**

De cel als de kleinste georganiseerde levende eenheid van een organisme speelt een centrale rol binnen het BBRS. Het BBRS is het milieu exterieur van de cel en functioneert als een communicatie-



en transportsysteem tussen cellen onderling. Voor zowel de voeding, afvoer van afvalstoffen, afweer en de communicatie tussen cellen functioneert het BBRS als intermediair van de cel.

Om de homeostase tussen cellen onderling te waarborgen is er een continue communicatie tussen cellen in het lichaam. Via signaalmoleculen (proteïnen, ionen, hormonen etc.) dragen cellen informatie aan elkaar over. Deze worden vervolgens ontvangen via receptormoleculen op de celmembraan, waarna secondmessengers in de cel het signaal tot effect transformeren.

Nu is een belangrijk fenomeen dat alle signaalmoleculen eerst via de extracellulaire ruimte moeten om bij een effector cel te komen. Bepaalde factoren in de extracellulaire ruimte kunnen op deze manier inwerken op de signaalmoleculen en zodoende op de informatieoverdracht (signaaltransductie) tussen cellen. Daarnaast kunnen er antistoffen tegen membraanreceptoren gevormd worden waardoor een bepaald beoogd effect geremd kan worden.

Om de homeostase te handhaven is de informatieoverdracht tussen cellen niet beperkt tot lokale overdracht maar bezit het lichaam drie belangrijke communicatiesystemen.

- Het telecricene systeem bestaande uit neurocricene en endocricene systeem.  
Het neurocricene systeem zorgt voor overdracht over lange afstand en maakt gebruik van signaalstoffen (neurotransmitters) via zenuwcellen en zenuwuiteinden. In de context van het BBRS gaat het hier om het neurovegetatieve eindwerk. Dit zijn de ongemyleiniseerde vezels waar geen onderscheid meer wordt gemaakt tussen het ortho- en parasympatische systeem en waar de neurotransmitterstoffen via vrije zenuwuiteinde direct in de extracellulaire ruimte belanden. Een goede overdracht is zodoende weer afhankelijk van het BBRS en andersom. Daarnaast is het goed om te weten dat 80% van de signalen afferent (van de cellen naar het centraal zenuwstelsel) zijn. (Bonaz, 2018) Het CZS wordt hiermee ruimschoots gevoed over de lokale omstandigheden binnen het BBRS.
- Het endocricene systeem gebruikt hormonen van kliercellen als signaalstof en gaat via het circulatoire systeem. Ook capillairen staan niet in direct contact met de parenchymcellen. Dit betekent dat alle stoffen die uit de eindcapillairen treden eerst in de extracellulaire vloeistof terecht komen.
- Het paracricene systeem waarborgt de overdracht van de ene cel op de andere via lokale diffusie en gaat dus ook weer door de extracellulaire ruimte (of via GAP junctions).
- Het autocricene systeem: gebruikt chemische stoffen die effect hebben op de eigen cel en gaat dus ook weer door de extracellulaire ruimte.

Het BBRS fungeert als een communicatie- en transportsysteem tussen alle cellen in het gehele lichaam. De informatieoverdracht tussen cellen is niet beperkt tot lokale overdracht maar bestrijkt via het telecricene systeem het gehele lichaam. Een lokaal probleem in het BBRS kan op deze manier ook zijn uitwerking hebben in het hele lichaam.

Naast de rol als communicatiesysteem tussen cellen, is het BBRS ook de plek die het eerst zal reageren op een stressor in het organisme. Ontstekingen, verwondingen, bacteriehaarden, vreemde voorwerpen en littekens kunnen langdurige storingen in dit grondstelsel veroorzaken. Hierdoor kunnen niet alleen ter plaatse klachten ontstaan maar kan er invloed uitgeoefend worden op het hele organisme en de gehele mens. (Pischinger, 2004, p. 113)

### BBRS als handhaver van de homeostase in het geval van een stressor

De eerste a-specifieke reactie van het organisme op een stressor (prikkel) vindt altijd plaats in het BBRS. Voor het BBRS maakt het niet uit welke soort prikkel er binnenkomt, (bacterie, virus, splinter, medicijn etc.) de reactie zal altijd dezelfde zijn. Deze bestaat uit een cascade van 19 verschillende reacties die moeten leiden tot de oorspronkelijke gezonde uitgangspositie. (Muts, 1994, pp. 222-226)

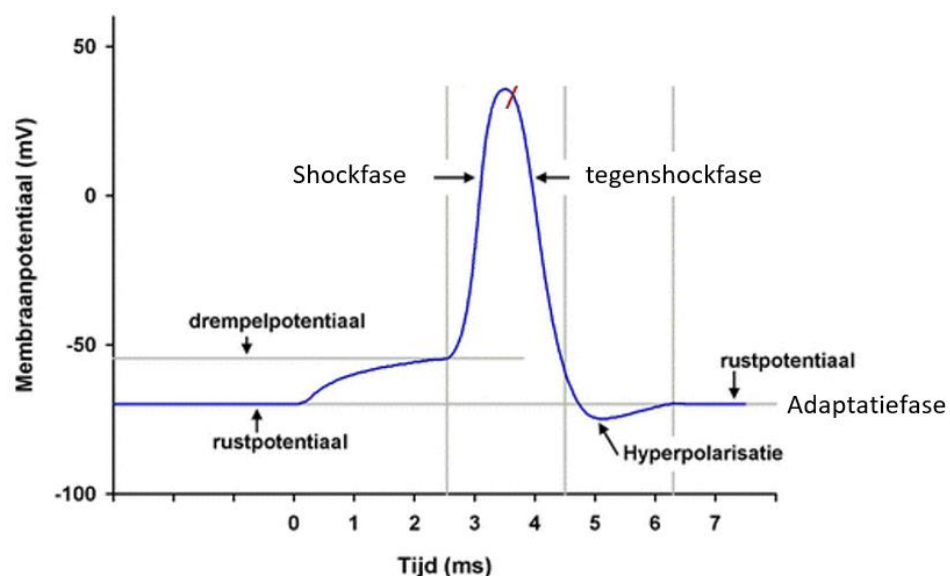
Het gaat hier over het lokale afweersysteem dat vanuit het BBRS gecoördineerd wordt. Deze lokale afweerreactie zal alleen leiden tot een totale reactie van het lichaam als er een individueel bepaalde prikkel drempel wordt overschreden. Een systemische afweerreactie kost veel meer energie en het lichaam is daarom gebaat bij het lokaal afhandelen van de stressor.

In een gezonde situatie zijn er in het BBRS als reactie op een stressor altijd de volgende fases te herkennen. Een shockfase, tegenshockfase en een adaptatiefase die goed of niet goed verloopt.

Shockfase: depolarisatie van het celmembraan en de extracellulaire matrix van het aangedane gebied.

Tegenshockfase: als reactie op de shockfase ontstaan een hyperpolarisatie met als doel het herstel van de lokale homeostase.

Adaptatiefase die goed verloopt: het lichaam past zich goed aan en de belasting door de stressor wordt opgeheven. Er is dus sprake van homeostase waar het lichaam, ondanks een veranderende omgeving in staat is om een stabiele interne omgeving te handhaven. (zie figuur 1.3)



Figuur 1.3: Een gezonde situatie waar het lichaam doormiddel van een shock en tegenshockfase de homeostase kan behouden.

Adaptatiefase die niet goed verloopt: het lichaam kan zich niet goed aanpassen aan een stressor. Dit kan zich op 2 manieren manifesteren. De shockfase wordt veel te snel ingezet (de plusvariant) of juist te langzaam (de minvariant).

Plusvariant: de reactie gaat gepaard met een vegetatieve hyperreactie. De correctie op de stressor is groter dan de bedreiging die de stressor veroorzaakt.

Dit kan het gevolg zijn van een allergische reactie op een stressor maar ook op een belast BBRS. Bij een BBRS dat chronisch belast is en waar de homeostase een labiel evenwicht heeft kan een onbetekende prikkel een overdreven reactie uitlokken.

Minvariant: in deze situatie is er juist sprake van een hyporeactie op een stressor. De prikkel drempel is dus verhoogd en er is sprake van een minimale reactie op een stressor.

Bij zowel de min als de plusvariant hebben we te maken met een niet goed functionerende homeostase. Omdat de reacties op een stressor plaatsvinden in het bindweefsel of in deze context het BBRS kan een belast BBRS zelf het adaptatiemechanisme beïnvloeden. Er zijn verschillende situaties bekend die kunnen zorgen voor een overbelast BBRS. Dit zijn de zogenaamde stoorvelden.

Stoorvelden zijn haardinfecties (ontstoken tanden, tonsillen), littekens en andere verstoringen met als gevolg weefseldefect, ze kunnen in het gehele lichaam voor problemen zorgen. (Pischinger, 2004, pp. 130-137) (Muts, 1994, p. 257)

Door een stoorveld vindt er continue depolarisatie van de cellen in dat gebied plaats. Bovendien kan een stoorveld een reactie in het gehele BBRS veroorzaken en daar de prikkel drempel verlagen. Hieronder de verschillende stoorvelden.

- Vreemd materiaal: Indien er vreemd materiaal achterblijft in het BBRS probeert het lichaam dit in te kapselen.
- Haarden: Door een focaal infectie (een situatie waarbij een lokale infectie toxinen of bacteriën naar andere delen van het lichaam verspreidt), blijft een aanhoudende prikkel bestaan en verandert de pH van het weefsel waarmee a-specifieke reacties geïnitieerd worden.
- A-bacteriële stoorvelden: Littekenweefsel waardoor potentiaalverschillen van het omliggende weefsel veroorzaakt worden.
- Zware metalen: Bepaalde stoffen binden zich aan de proteoglycanen en beïnvloeden daarmee de functie van het BBRS negatief. Bovendien blokkeren zij vele enzymatische processen.
- Dysbiosen: Veranderingen in de darmflora kunnen leiden tot auto-intoxicaties en resorptiestoornissen.
- atrogene belasting: Verschillende farmaca brengen een a-specifieke reactie in het BBRS te weeg.
- De factor tijd: Door ophoping van belastingen verlaagd met de tijd de prikkel drempel en komt het tot een verstoring van de reacties van het BBRS.

#### *§1.1.4.3: Het BBRS vertaald naar de dagelijkse praktijk van de osteopaat*

Voor de osteopathie betekent het BBRS een fundament voor diagnostiek en therapie. Osteopathie werkt op het mesodermale weefsel dat impliciet met het BBRS is verweven. De osteopatische behandeling is gebaseerd op het herstel van de tensie of het herstellen van een patroon naar zijn normaal. Over wat dit precies betekent en wat er onder normaal wordt verstaan, zal uitgebreid in gegaan worden in §2. Deze paragraaf gaat over grondbeginsel 2: de betekenis van structuur en functie.

Het zelforganiserend vermogen zal in eerste instantie worden ingezet door de a-specifieke afweerreactie in het BBRS. Het verloop van deze reactie, en daarmee de toestand van het gehele BBRS is bepalend voor het herstel.

Pischinger's theorie stelt dat verstoringen in dit systeem - veroorzaakt door factoren zoals toxines, trauma's of emotionele stress - kunnen leiden tot ziekte en disfunctie in het lichaam. Zijn concept benadrukt het belang van de gezondheid van het extracellulaire matrix en het grondregulatiesysteem voor het algehele welzijn van het individu.

#### *§1.1.4.4: Bindweefsel in vivo*

In dit hoofdstuk zijn verschillende concepten beschreven die onderbouwen dat de mens een ondeelbare eenheid is, een continuïteit van structuur en functie in ons lichaam.

Dr. Jean-Claude Guimberteau een plastisch chirurg die in zijn boek *Architecture of human living fascia* laat zien hoe deze continuïteit van weefsel er in vivo uitziet. In 2015 begon hij zijn onderzoek van levend weefsel door gebruik te maken van een chirurgische microscoop met een CCD camera. (Guimberteau J. , 2015, p. 5). Zijn beelden tonen aan dat het menselijk lichaam niet bestaat uit afzonderlijke delen, maar uit een netwerk van met elkaar verbonden weefsels die continu in interactie zijn. Fascia als een dynamisch weefsel dat zich aanpast en verandert, afhankelijk van beweging en spanning.

Dit in vivo materiaal laat een aantal punten van het tensegrity model zien:

- Hoe de opperhuid en andere structuren onder permanente endogene spanning staan. Zo is voorbelasting of de interne spanning een essentieel element in een tensegrity-systeem. (Guimberteau J. , 2015, p. 122)
- Dat alles in het lichaam aan elkaar is gelinkt.  
These observations give rise to a new paradigm: connective tissue the fascia's fibrillar network, is in fact the constitutive tissue. No longer it is seen as the passive padding or linkage between the main organ of the body. It -the constitutive tissue -creates the architecture. It is the frame within which all the body's components develop, exist, and have their being. This change in the view of what constitutes living form creates a new 'structural ontology' - a new way of categorizing and talking of what makes an organism. (Guimberteau J. , 2015, p. 179)
- Dat we zijn opgebouwd uit vaak dezelfde simpele structuren die zich continue herhalen op verschillende niveaus.

De observaties van Guimberteau laten zien dat alle vormen in levend weefsel bestaan uit veelhoekige en een onregelmatig raamwerk. De vorm is het resultaat van een constructie van moleculen, maar deze elementen zijn zelf ook weer een constructie met hun eigen onderscheidende vorm. De meer complexe structuren waar het levende organisme uit bestaat laten dezelfde simpele basisvormen zien. Deze vormen zijn buisvormig, spiraalvormig of bolvormig zoals bijvoorbeeld in het cytoskelet. (Guimberteau J. , 2015, p. 183)

Het werk van Guimberteau laat in vivo zien dat het bindweefsel een continuïteit vormt door het gehele lichaam. Of zoals bij het concept besproken: de componenten zijn op een zinvolle manier geordend en maken zin als het beeld van het innerlijke weefsel van de mens. Het is zodoende aan te bevelen om zijn in vivo materiaal te aanschouwen op youtube. (Guimberteau J. , sd)

§1.1.5: Hoe kan, vanuit de embryologie, tensegrity en het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS), onderbouwd worden dat de mens een ondeelbare eenheid is?

Osteopaten benaderen de mens als een coherente, onderling verbonden eenheid. Dit principe van "de mens als biologische eenheid" wordt onderbouwd door inzichten uit de embryologie, het tensegrity-model en de rol van bindweefsel middels het BBRS.

Blechschild's werk in de embryologie maakt zichtbaar dat de ontwikkeling van het organisme niet enkel door genetica wordt gestuurd, maar ook door fysieke krachten binnen het embryo. Hieruit volgt dat elke cel, weefsel en orgaan al functioneel is tijdens zijn eigen ontwikkelingsproces. Dit benadrukt dat het menselijk lichaam vanaf het prilleste begin een geïntegreerde entiteit is.

Verder wijst het onderzoek van Ingber op het zelforganiserende karakter van levende organismen. Hij betoogt dat kleinere structuren samenkomen om grotere structuren te vormen met emergente eigenschappen die niet direct afleidbaar zijn van hun individuele componenten.

Het tensegrity-model, dat het lichaam beschouwt als een netwerk van spanning en compressie, ondersteunt deze holistische visie. Het laat zien hoe externe invloeden op macroscopisch niveau doordringen tot het microscopische, cellulaire niveau. Binnen cellen zet het cytoskelet deze mechanische prikkels om in biochemische reacties, wat wijst op de diepe interconnectiviteit van het lichaam op alle niveaus.

Het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS) is de kern van de integriteit en homeostase van het menselijk lichaam, waarbij het fungeert als het belangrijkste communicatie- en transportsysteem tussen elke cel. Verstoringen in dit systeem, of het nu komt door ontstekingen, fysieke trauma's of emotionele stress, hebben niet alleen gevolgen voor het direct getroffen gebied maar resulteren in een domino-effect dat het hele lichaam kan beïnvloeden. Het BBRS zal in eerste instantie lokaal reageren met altijd dezelfde a-specifieke afweerreactie. De aard, snelheid en doeltreffendheid van deze reactie, samen met de algemene conditie van het BBRS, zijn cruciaal voor een efficiënt herstel.

Samenvattend, hoewel er verschillende manieren zijn om de notie van "de mens als biologische eenheid" te illustreren, ondersteunen deze concepten uit de embryologie, tensegrity en BBRS de holistische benadering van osteopaten.

## §2 Grondbeginsel 2: De betekenis van structuur en functie

### Inleiding

Het principe van structuur en functie wordt verhelderd aan de hand van het gedachtegoed uit de evolutionaire osteopathie. Deze stroming binnen de osteopathie gebruikt het basis beginsel van de osteopathische geneeskunde volgens Still: "Find health, anyone can find disease". (Still A. , Philosophy of Osteopathy, 1899)

In elk levend organisme is gezondheid het product van zijn specifieke ontwikkeling en evolutionaire geschiedenis. Dit binnen zijn specifieke omgeving en de daaruit volgende zelfgeorganiseerde complexiteit. Evolutionaire osteopathie stelt zich tot doel exact dit te bereiken. De osteopathische evolutionaire benadering probeert de kennis van de evolutiebiologie en de oorspronkelijke osteopathische filosofische principes met elkaar te verbinden. (Girardin, 2023) Embryologie vormt de fundamentele basis voor de anatomische studie en de logica achter morfologie en vorm. Het gedachtegoed van Blechschmidt als onderbouwing van de mens als ondeelbare eenheid vorm ook de basis van waaruit structuur en functie worden onderbouwd.

#### §1.2.1: gedachtegoed van Jean-Paul Höppner

Jean-Paul Höppner is osteopaat D.O., heeft zijn eigen opleiding en is auteur van het boek ``*Life as a verb*``. In zijn boek legt hij onder andere het principe van vorm en functie uit. Aangezien zijn gedachtegoed ook terugkomt in hoe de samenwerking met traumachirurgie is opgebouwd zal hier in dit hoofdstuk dieper op in worden gegaan. Dit hoofdstuk is dus grotendeel gebaseerd op het werk van Höppner zoals beschreven in zijn boek *Life as a Verb*. (Höppner, 2022)

##### §1.2.1.1: Polariteit

Het functioneren van het menselijk lichaam of juist het ontstaan van symptomen door een andere manier van functioneren zijn allemaal veranderingen in de vorm en functie. De kracht of de motor achter deze veranderingen is de aanwezigheid van een polariteit.

Het fenomeen van transformatie (verandering van vorm) is het resultaat van 1 van de meest universele grondbeginselen: er bestaat imperfectie.

Dit fenomeen kent zijn oorsprong kort na de oerknal, waar de expansie van energie in de nieuw gevormde ruimte een ongelijke verspreiding vertoonde. Deze ongelijke verdeling van energie wordt gezien als het vroegste bewijs van polariteit. Dit concept van polariteit, voortkomend uit deze asymmetrie, vormt de fundamentele basis voor talloze fenomenen die we in de natuur waarnemen. Stephen Hawking legt dit fenomeen in de youtube film *an imperfect universe* helder uit. (Hawking, sd)

De alomtegenwoordigheid van polariteit kan het gemakkelijkst worden waargenomen door het fenomeen van de zogenaamde spontane wederzijdse interactie tussen verschillende chemische elementen. Dit staat bekend als chemische reactie, die in feite de transformatie van energie is naar een andere vorm van materie: moleculen. Chemische reacties vinden overal om ons heen plaats, maar zonder de polariteit zou (trans)vorming eenvoudigweg niet plaatsvinden. Op een andere dimensie bestaat het fenomeen van cellulaire polariteit, deze bepaalt de ruimtelijke verschillen in celstructuur en functie, wat cruciaal is voor processen zoals celmigratie, weefselontwikkeling en orgaanvorming.

In wetenschappelijke termen kan polariteit bijvoorbeeld worden gedefinieerd als de concentratiegradiënt, of het verschil in druk of vochtigheid.

In de context van deze thesis gaat het om de kracht die nodig is vanuit de omgeving om een vormverandering te realiseren. Deze kracht (polariteit) wordt uitgedrukt in frequentie, intensiteit en richting. In §2.1.7 zal hier dieper op ingegaan worden.

#### *§1.2.1.2: Outside-inside principe*

Höppner gebruikt het universele outside-inside principe uit de thermodynamica. Systemen bestaan in een toestand van de laagste energie of evenwicht, en afwijkingen van deze toestand vereisen externe input.

Elke structuur neemt van nature de meest energetisch gunstige configuratie aan en zal, eenmaal in deze staat, niet spontaan veranderen. Om deze configuratie te wijzigen, moet men de weerstand overwinnen die wordt geboden door de dynamische krachten, die inherent zijn aan die structuur.

Het overwinnen van deze weerstand vereist externe interventie of invloed van de omliggende omgeving. De additionele energie is de zogenoemde activatie energie die nodig is voor een reactie. (polariteit)

Een voorbeeld om dit te verduidelijken is de tensegrity structuur uit §1.3. De trek- en drukelementen in deze tensegrity-structuur zijn optimaal geconfigureerd (een toestand van minimale energie met maximale stabiliteit). Door deze optimale configuratie zal deze structuur niet uit zichzelf veranderen. Er is een externe kracht een polariteit uit de omgeving nodig om de vorm van deze structuur te veranderen.

Als de elementen in een tensegrity-structuur worden verstoord of uit balans worden gebracht, zullen ze terugkeren naar een toestand van evenwicht om de energie te minimaliseren.

#### *§1.2.1.3: Een vorm is opgebouwd uit verschillende structuren*

Een derde principe is dat elke vorm is opgebouwd uit vele en tevens verschillende structuren. Deze structuren hebben op een dimensie lager dan weer een eigen vorm. Dus een vorm in een onderliggende dimensie. Met andere woorden: elke dimensie kent zijn vorm en vertegenwoordigt de structurele componenten van de vorm in een bovenliggende dimensie.

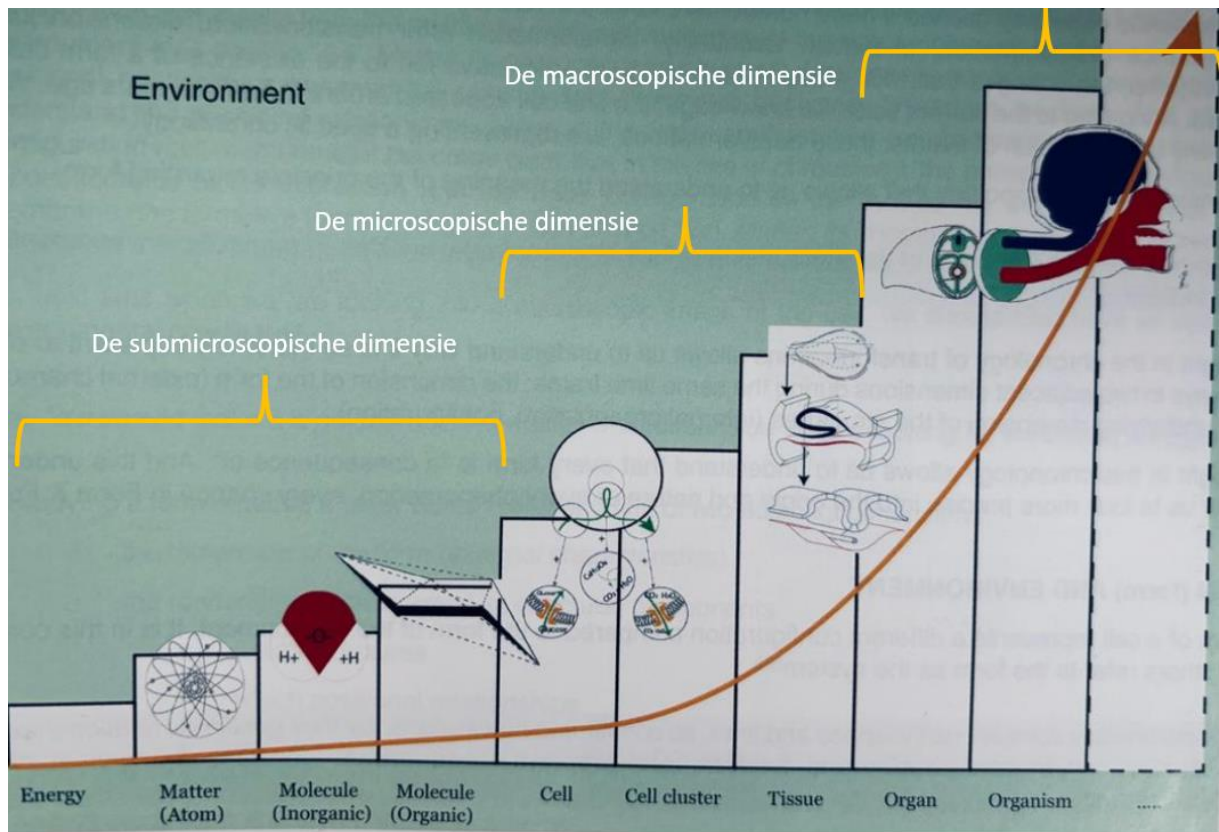
- Atomen zijn de structuren die de vorm van een molecuul creëren
- Atomen en moleculen zijn de structuren die de vorm van een cel creëren.
- Atomen, moleculen en cellen zijn de structuren die de vorm van een weefsel creëren
- Atomen, moleculen, cellen en weefsels zijn de structuren van een orgaan
- Atomen, moleculen, cellen, weefsels en organen zijn de structuren die de vorm van een organisme creëren.

De specifieke positie van elke structuur, evenals de positionele relatie tussen deze verschillende onderdelen, is de configuratie of ruimtelijke rangschikking

In het menselijke lichaam onderscheidt Höppner 3 hoofddimensies. (zie afbeelding 1.2)

- De submicroscopische dimensie – deze bevat de structuren zoals atomen en moleculen (organisch als anorganisch). Dit zijn dus de bouwstenen voor de celorganellen.
- De microscopische dimensie – deze dimensie bevat de celorganellen als structurele component van cellen. De cellen zijn in dezelfde microscopische dimensie de bouwstenen voor weefsels. De weefsels zijn vervolgens weer de structuren van de organen die de volgende dimensie vormen.

- De macroscopische dimensie – in deze dimensie zijn de structuren de organen en zij vormen de bouwstenen voor orgaanstelsels en voor het gehele lichaam.



Afbeelding 1.2: De menselijke vorm in verschillende dimensies en op verschillende niveaus van complexiteit. (Höppner, 2022, p. 73)

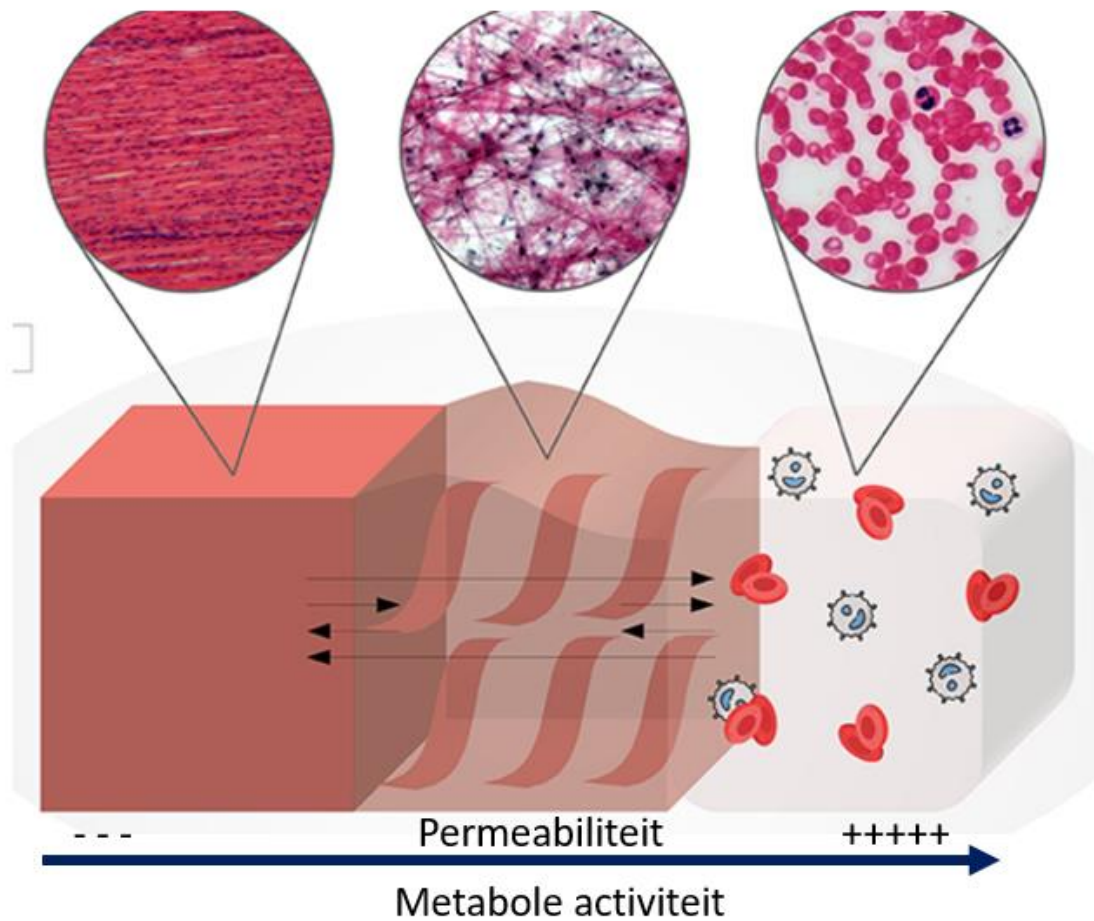
Binnen de vorm, die een eenheid vertegenwoordigt, handelen alle structuren als een eenheid. Wanneer we een vorm waarnemen, moeten we ons ervan bewust zijn dat deze voortkomt uit een emergente gebeurtenis. Deze emergente eigenschap komt voort uit het feit dat het gedrag van een vorm resulteert uit de weerstand die wordt geboden door de positionele relatie tussen zijn structuren.

Om het gedrag van een vorm te begrijpen, moeten we daarom in minstens twee aangrenzende dimensies kijken: de dimensie van de vorm en de onderliggende dimensie van zijn structuren. Veranderingen van een vorm zijn altijd het gevolg van een verandering in zijn structuren en/of hoe deze ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd. De veranderingen in structuren en/of hun positionele relaties komen tot uiting in de bovenliggende dimensie als de uiting van de vorm.

Om bijvoorbeeld het gedrag van bindweefsel te begrijpen wordt naar de vorm van het bindweefsel en de bijbehorende eigenschappen gekeken. Zo kan bindweefsel elastisch zijn en kent het een bepaalde trekvastheid, heeft het een bepaalde permeabiliteit of densiteit. Omdat veranderingen in een vorm het gevolg zijn van structuren en hoe deze ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd moet de onderliggende dimensie ook gekend worden om de vorm te begrijpen. In het geval van bindweefsel gaat het dan om de samenstelling uit water, matrix, cellen en vezels.



In de praktijk betekent dit dat bindweefsel dat meer water bevat een hogere permeabiliteit heeft en daarmee een hogere metabolische activiteit. Andersom heeft bindweefsel met meer vezels een lagere permeabiliteit en dus ook een lagere metabolische activiteit. (zie afbeelding 1.3)



Afbeelding 1.3: Als de structuren van bindweefsel veranderen zal ook de metabole eigenschap veranderen. (Zoccante, 2022)

De structuren van een vorm zijn op een bepaalde manier ten opzichte van elkaar geïmponeerd. Deze positionele relatie betekent het bestaan van een dynamisch veld. Dit veld bezit een bepaalde kracht of energie. De optelsom van alle dynamische velden waar een vorm uit bestaat is de totale energie van een bepaalde configuratie. Als de positie van twee onderlinge structuren ten opzichte van elkaar verandert, dan wijzigt ook de totale energie van de configuratie.

In eenvoudige bewoordingen: systemen zoeken van nature naar stabiliteit en het vergt energie of een externe kracht (polariteit) om ze uit die stabiele staat te halen. Dit universele principe is aanwezig op elk niveau, van cel tot orgaan. Altijd zal een vorm of gedragsverandering een gevolg zijn van een positie of structuurverandering in de onderliggende dimensie.

#### §1.2.1.4: Concept metabole velden

Dit principe vormt de basis van het concept van metabole velden dat Blechschmidt gebruikt in zijn algemene visie op de embryonale ontwikkeling.

Höppner heeft het in tegenstelling tot Blechschmidt over morphokinetische velden.

Het idee van morphokinetische velden is dat er bepaalde externe krachten zijn die de vorm bepalen op meerdere dimensies. Dus van cellen tot het volledige organisme.

Dit concept benadrukt het idee dat in biologische systemen, veranderingen en bewegingen niet willekeurig zijn, maar worden aangestuurd door specifieke krachten die functioneren binnen een bepaalde ruimte en tijd. Het is dus zodoende een manier om de complexiteit en orde van biologische systemen te begrijpen.

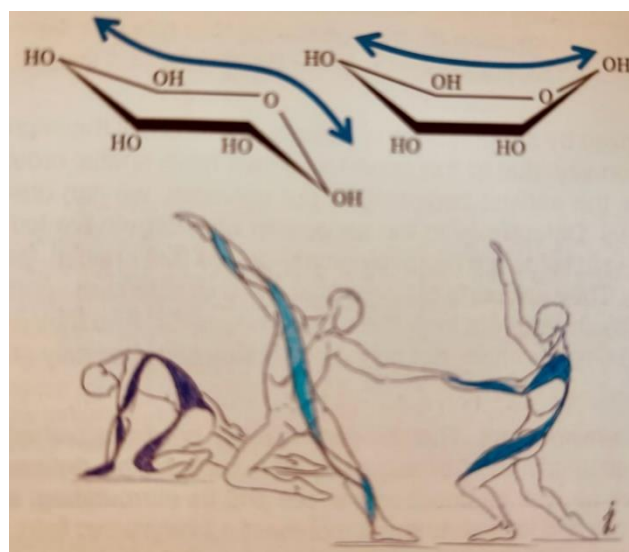
#### §1.2.1.5: *Patroon, vorm en structuur*

In elke vorm is een specifieke richting te onderscheiden, een specifiek patroon dat voortkomt uit de onderlinge positionering van de structuren. Deze komt voort uit hoe de externe krachten (metabole velden) een bepaalde vorm hebben geschept. Dit is een indicatie in welke richting omgevingsinvloeden de minste invloed hebben op de configuratie (*the way of ease*). Denk aan de vorm van een boom die ontstaan is door een voornamelijk oostenwind. Deze boom zal meer moeite hebben om de krachtsinvloeden van een westenwind te kunnen weerstaan omdat deze tegen het patroon van de boom inwerkt. (Höppner, 2022, pp. 449- 453)

Dit patroon speelt een belangrijke rol in de weerstand van het geheel tegen elke vorm van omgevingsinvloed. Wanneer een omgevingsinvloed de ruimte van een cel of weefsel beïnvloedt, is de vraag: kan deze de invloed weerstaan en zijn vorm behouden, of niet?

Het begrijpen en kennen van deze patronen is zodoende een belangrijk aspect binnen de osteopathie. Zolang de krachten uit de omgeving zich bewegen langs *the way of ease* zal het weinig moeite kosten om deze invloed te weerstaan. (zie afbeelding 1.4)

Een configuratie heeft de eigenschap om ondanks de omgevingsinvloeden de structuren ten opzichte van elkaar in positie houden. Het gaat hier dan om het vermogen om een dynamische balans te behouden.



Afbeelding 1.4: Het patroon van een vorm is een resultante van de onderliggende configuratie. In de dimensie van een glucose molecuul geven de pijlen de hoofdrichting aan: het patroon. *The way of ease* (Höppner, 2022, p. 449)

#### §1.2.1.6: *Metabolisme*

Het basisvermogen om als organisme je te weren tegen invloeden van buiten begint op de dimensie van de cel. We noemen dit metabolisme. Metabolisme is de poging van een cel, weefsel, orgaan of organisme om zijn dynamische evenwicht te behouden.

Als een vorm verandert is dit doordat een structuur binnen de vorm een bepaalde trek of drukkracht uit de omgeving niet kan weerstaan en van positie zal veranderen.

### §1.2.1.7: Vormverandering

Om daadwerkelijk een vormverandering te realiseren zullen de omgevingsfactoren de weerstand van de vorm moeten overbruggen. Hiervoor heeft het de volgende mogelijkheden:

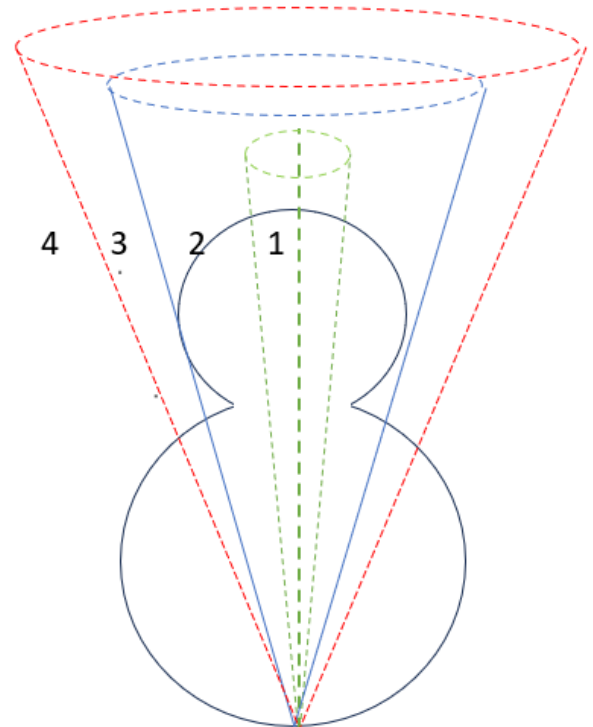
- Frequentie – tijd
- Intensiteit – Amplitude
- Richting – traject

Nu is het de vraag wanneer zijn we van mening dat de vorm zich zo heeft moeten aanpassen aan invloeden uit de omgeving dat deze niet meer normaal functioneert?

Allereerst is van belang wat beschouwd wordt als de gemiddelde verschijning van een vorm. Een normale verschijning is dan de vorm die correspondeert met de norm. Höppner omschrijft dit 'als een toestand waarin de vorm en de functie geen belasting of spanning ondergaat'. Er is sprake van dynamische balans. Het niet-normaal is dan logischerwijs de situatie waar deze belasting of spanning wel aanwezig is.

Bovenstaande kunnen we verhelderen aan de hand van een tuimelaar. (zie figuur 1.4) De tuimelaar is een model dat de dynamische balans weergeeft van bijvoorbeeld een cel, weefsel, orgaan of organisme. De tuimelaar zal altijd in beweging zijn door krachten van buitenaf.

- In zone 1 en 2 spreken we van een dynamische balans. Zone 1 laat zien dat de tuimelaar constant binnen bepaalde grenzen beweegt zonder dat de vorm verandert. Zone 2 is de fysiologische grens en geeft de potentie aan waarin de tuimelaar kan bewegen zonder vormverandering. In dagelijkse omstandigheden zal de tuimelaar geen gebruik hoeven te maken van de potentie maar soms kan de omgeving net meer vragen en dan geeft deze zone eigenlijk de weerbaarheid aan van de vorm.
- Gaat de tuimelaar bewegen naar zone 3 dan gaan we over de fysiologische grens en hebben we te maken met een vormverandering er ontstaat een abnormale situatie met een bepaalde spanning en patroon.
- Als de tuimelaar in zone 4 komt dan gaan we niet alleen over de fysiologische grens maar ook over de anatomische grens en hebben we te maken met een laesie. Er is schade aan het weefsel.



Figuur 1.4: de tuimelaar als een fysiek model om de dynamische balans te illustreren. Vrij naar Höppner. (Höppner, 2022, p. 47)

### §1.2.1.8: De communicatiesystemen van het metabolisme

We weten nu dat als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen er een vormverandering ontstaat waarmee ook de functie verandert en daarmee een verandering van het metabolisme. Zo kan er een abnormale situatie ontstaan met een *pattern of strain*.

Om zo dicht mogelijk bij de bron te blijven en de vertaling van *strain* tot verwarring kan leiden zal de Engelse term *pattern of strain* niet vertaald worden in deze thesis. We spreken van een *pattern of strain* als de oorspronkelijke configuratie van de vorm de krachten uit de omgeving niet kan weerstaan en er zodoende een herconfiguratie van de onderliggende structuren ontstaat met eigen parameters.

Deze *pattern of strain* kan leiden tot een symptoom. Anders gezegd; metabolisme onder invloed van een *pattern of strain* kan zichtbaar worden als een symptoom.

Het is belangrijk om te vermelden dat de *pattern of strain* zich manifesteert in het bindweefsel. Zoals in §2.1.3. besproken zijn water, matrix, cellen en vezels de onderliggende structuren. De configuratie van precies deze structuren zullen dus veranderen en daarmee het metabolisme.

De osteopathie staat erom bekend dat het symptoom zelden de plaats is waar ook de behandeling plaatsvindt. Dit is te verklaren middels de verschillende communicatie systeem van het metabolisme. Er bestaan 4 verschillende communicatiesystemen of in deze context metabole omstandigheden.

#### Autocriene communicatie

Als we naar de autocriene communicatie kijken dan gaat het over een 1 enkele cel in haar omgeving. Tussen de cel en de omgeving bestaat er een polariteit of beter gezegd een concentratie gradiënt. De cel neemt anabolieten op en geeft katabolieten af aan de omgeving. Als het metabolisme van de cel te snel gaat waardoor er teveel katabolieten in de omgeving komen dan kan de cel via autocriene communicatie het metabolisme minder snel laten verlopen. Een terugkoppelingsmechanisme waarmee de cel zijn dynamische balans behoudt.

De metabole situatie wordt echter anders als we kampen met een *pattern of strain* in ons lichaam. In dit geval zal de viscositeit van de vloeistof rondom de cel veranderen en daarmee de permeabiliteit.

#### Paracriene communicatie

De paracriene communicatie is vrijwel gelijk aan de autocriene communicatie. Het metabole gedrag van 1 cel beïnvloedt het metabole gedrag van de naastgelegen cel in het geval ze dezelfde omgeving delen. Het metabole gedrag van 1 cel en de secretie van katabolieten wordt de polariteit van de naastgelegen cel. Ook hier zal de *pattern of strain* direct invloed hebben op de regio waar deze spanning aanwezig is.

#### Endocriene communicatie

De volgende stap in de metabole hiërarchie is de endocriene communicatie. Endocrien wordt vaak direct gerelateerd aan hormonen alsof het hier een synoniem voor is. Het gaat echter over alle substraten die in het interne weefsel worden afgescheiden. (Höppner, 2022, p. 459) In het geval van endocriene communicatie gaat het niet alleen om de directe omgeving waar de katabolieten worden afgegeven maar ook om de indirecte omgeving via afgifte aan de veneuze haarvaten.

Het logische gevolg van een *pattern of strain* wat de veneuze en lymfatische afvoer belemmert is dat deze zal zorgen voor congestie. Er ontstaat dan niet alleen lokaal een probleem maar het probleem zal zich ook elders in het lichaam manifesteren.

De locaties waar er structuren zijn die dwars op de vaten lopen (veneus en lymfatisch) worden gezien als target zones. In dit geval zullen de symptomen zich veelal ergens anders voordoen dan waar de *pattern of strain* ontstaat.

### Neurocricne communicatie

De laatste stap binnen de metabole hiërarchie vormt de neurocricne communicatie. Hier vormen spanningsvelden die dwars op de structuur van zenuwen lopen hetzelfde gevaar. Bij bloedvaten gaat het om congestie maar bij zenuwen gaat het om een verminderd axoplasmatisch transport. Het proces waarbij moleculen worden getransporteerd langs het axon van een neuron. Dit transportmechanisme is van cruciaal belang om ervoor te zorgen dat de verre uiteinden van het axon worden voorzien van essentiële stoffen en dat signalen effectief kunnen worden doorgegeven.

Bovenstaande verklaart dat het symptoom zich op een grote afstand kan bevinden van de plek waar de *pattern of strain* zich voordoet.

Kortom: het probleem zal altijd lokaal ontstaan door plaatselijke veranderingen van weefsel door een ander *pattern of strain*. De symptomen daarentegen zullen zich echter zeker niet altijd lokaal voordoen en kunnen zich in het gehele lichaam manifesteren.

### §1.2.2: Gedachtegoed van Blechschmidt

Zoals omschreven in §1.2 van deze thesis zijn de zogenaamde groeifactoren fundamenteel in de embryonale ontwikkeling. De submicroscopische bewegingen vanuit metabole velden die de manier van groei bepalen.

De metabole velden spelen een rol op het moment dat een orgaan, weefsel of cel zich vormt. De specifieke functies van het orgaan, weefsel of cel worden hieruit afgeleid. De groeifactoren van het embryo zijn altijd de voorloper van alle latere mogelijkheden in het lichaam. Als zodanig vormen de vroegere groeifuncties het natuurlijke plan voor alle volwassen functies. Er is geen cel, geen weefsel en geen orgaan dat niet al functioneert tijdens zijn eigen ontwikkeling. (Blechschmidt, 2004, p. 5)

Als een structuur zich ontwikkelt in een veld met trekkrachten in een bepaalde richting dan is het goed te begrijpen dat hier een structuur uit voortkomt zoals bijvoorbeeld een ligament. Dit ligament zal altijd deze functie behouden en het best functioneren in de ``way of ease`` zoals deze gevormd is.

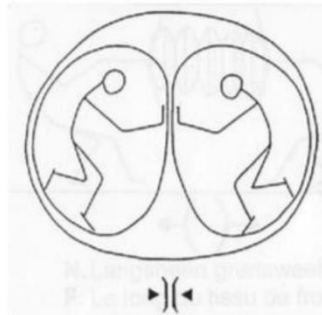
Dus samengevat is embryologie een outside-inside proces, waar krachten een belangrijke rol spelen in het tot uiting komen van de vorm en de functie. Deze krachtlijnen blijven het hele leven bestaan als de embryologische basis van de optimale vitaliteit. Deze krachten zijn de koppeling tussen anatomie en fysiologie. We weten dat als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen we een vorm en functie verandering krijgen. Een verandering van het metabolisme. Zo kan er een situatie ontstaan met een *pattern of strain* wat kan leiden tot een symptoom.

Als duidelijk is hoe bepaalde weefsels zijn ontstaan vanuit de embryologische krachten dan is er een adequate manier om dit weefsel te behandelen als osteopaat. Het lichaam probeert ten alle tijden binnen een dynamisch evenwicht te functioneren. In het geval van trauma kan het lichaam terugbrengen naar een zo natuurlijk mogelijke anatomische en fysiologische relatie doeltreffend zijn. Het doel is om *pattern of strain* te normaliseren en zo het zelforganiserend proces te optimaliseren met een zo optimaal mogelijke vorm.

Het is als osteopaat dus belangrijk om te weten vanuit welke metabole velden weefsels zijn ontstaan om een *pattern of strain* te kunnen herkennen en veranderen. Blechschmidt onderscheidt niet alleen compressie en tractie krachten maar heeft hier acht varianten gedefinieerd. Voor een volledige beschrijving verwijs ik naar het boek van Blechschmidt zoals in de literatuurlijst vermeld. In figuur 1.5 een overzicht van de 8 verschillende metabole velden. Bij de acht velden staat kort vermeld in welke richting de metabole velden hun kracht uitoefenen. En als voorbeeld een aantal organen en weefsels die zijn ontstaan in het metabole veld.

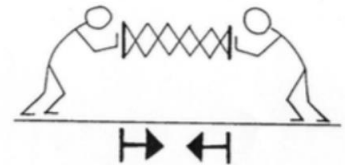
## Corrosie veld

- Wanden tegen elkaar geperst
- Geen tussen weefsel
- Degeneratie contactplaats
- Vb: aorta abdominalis



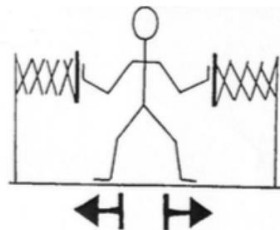
## Contusie veld

- Ophoping van cellen
- Afplattung van cellen
- Vb jong kraakbeen



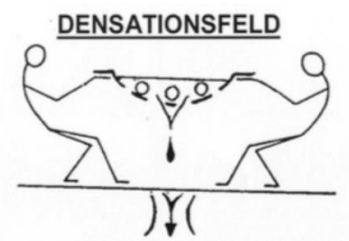
## Distusie veld

- Groeiende cellen drukken structuur uiteen
- Moeilijk opname en afgifte
- Verhoging osmotische druk: zwellingsgroei
- Het kraakbeen en niet de spier is aanleiding tot groei bewegingsapparaat



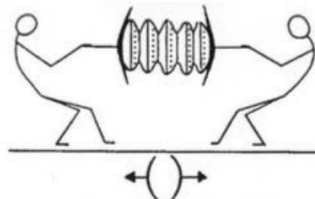
## Densatie veld

- Door poreuze membraan
- Vloeistof met cellen lekt uit
- Vast partikels sedimenteren
- Vb Bot groei in periferie



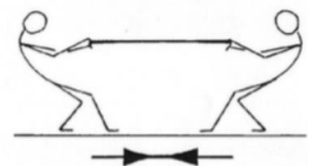
## zuigveld

- Thv grens weefsel
- Ingroeiend binnenweefsel
- Vb klieren en organen



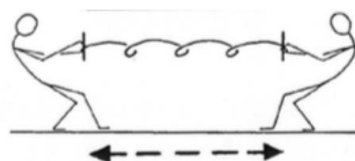
## Retentie veld

- Constante tractie op een niet elastische structuur
- Groeiweerstand!!
- VB Dura mater



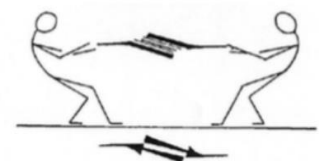
## Dilatatie veld

- Tractie op een elastische structuur
- Toegeven zonder veel weerstand
- Dunner worden
- Vb Spier en bindweefsel



## Detractie veld

- Tractie aan een vaste onderlaag verbonden met kleefstof
- Taaie glijbeweging
- Uitpersen vloeistof in naadgebied
- Verbening schedel



Figuur 1.5: de 8 verschillende metabole velden volgens Blechschmidt met kort de krachtrichting en voorbeelden van bijbehorende organen/structuren. (Blechschmidt, 2004, pp. 72-86)

### § 1.2.3: Het gedachtegoed van Höppner en Blechschmidt vertaald naar de dagelijkse praktijk van de osteopaat

Het is als osteopaat dus belangrijk om te weten vanuit welke metabole velden weefsels zijn ontstaan om de *pattern of strain* te kunnen herkennen en te normaliseren.

Zoals Höppner aangeeft moet er een bepaalde polariteit zijn die de kracht creëert om de vorm en daarmee de functie te veranderen. Deze kracht kent een bepaalde frequentie, richting en intensiteit. Deze kunnen de vorm dusdanig veranderen dat het discomfortabel wordt.

In de praktijk is het de kunst om te bepalen welke structuren zich verzetten tegen een bepaalde kracht. Gezien de complexiteit van het menselijk lichaam lijkt dit een vrij grote uitdaging. De textuur van de verschillende structuren vormt echter een eerste aanknopingspunt. In de praktijk betekent dit dat het bindweefsel is te palperen en zo de textuur is te beoordelen. De textuur kan ons iets vertellen over het functioneren van het weefsel.

| <b>Structuur</b> | <b>Textuur</b> | <b>Anatomische structuur</b>                     |
|------------------|----------------|--|
| Vloeistof        | viscositeit    | intercellulaire vloeistof, bloed, lymfe, synovia |
| Cel              | turgor         | vaatwanden, zenuwen, spiercel, mucosa            |
| Vezel            | tensie         | Fascia, ligamenten, pezen                        |
| Alle componenten | malleabiliteit | Been, kraakbeen                                  |

*Figuur 1.6: Overzicht van de verschillende structuren en de bijbehorende textuur. (Höppner, 2022)*

Naast het beoordelen van de textuur, is er ook de informatie betreffende een specifieke richting van een structuur. Structuren zullen de spanning doorgeven aan de aangrenzende structuren van dezelfde aard. (dit fenomeen hebben we ook al bij het hoofdstuk over tensegrity beschreven). Zo kan bijvoorbeeld spanning via de m. pectoralis minor via de m. biceps brachi worden doorgegeven aan de pronator. teres. (zie figuur 1.6)

Als we specifieker kijken naar de verschillende hoofdrichtingen die aanwezig zijn binnen de configuratie van een vorm, dan kunnen we 3 verschillende patronen onderscheiden:

#### Een longitudinaal patroon

Dit patroon kent een parallel verloop. De richting van het patroon loopt dan bijvoorbeeld in het bovenste lidmaat van de schouder tot aan het topje van de vinger.

Bij een longitudinaal patroon gaat het om een systemische impact. Deze heeft een grotere metabole (systemische) impact.

#### Transversaal patroon

Dit patroon kent een transversaal verloop. De richting van het patroon loopt dan bijvoorbeeld in het bovenste lidmaat loodrecht op de elleboog. Een transversaal patroon heeft een lokale metabole impact.

#### Spiraalvormig diagonaal patroon (combinatie van bovenstaande 2 patronen)

Dit patroon kent een transversaal en longitudinaal verloop. In het bovenste lidmaat zou het gaan om het verloop van bloedvaten, dus bijvoorbeeld de a. axillaris of de a. ulnaris. Een spiraalvormig diagonaal patroon heeft een regionale impact.



Een *pattern of strain* zal zich altijd in het bindweefsel manifesteren. Bindweefsel dat uit veel vloeistof en minder vezels bestaat is meer permeabel en heeft een lager dichtheid. Bindweefsel met een hogere permeabiliteit heeft de mogelijkheid voor een hogere metabole activiteit. Bindweefsel met een hoge dichtheid heeft zodoende minder metabole activiteit maar is wel beter bestand tegen fysieke belasting.

Een *pattern of strain* zal zodoende in het bindweefsel leiden tot minder permeabiliteit en zodoende een verandering in de metabole activiteit. Verandering van de vorm zorgt voor verandering van functie. In de praktijk wil dit dus zeggen dat je een onderscheid kunt maken in een lokaal, regionaal of systemisch patroon welke te palperen is door de textuur van het weefsel die kan veranderen door een verschil in permeabiliteit en dichtheid.

§1.2.4: Hoe kan, vanuit het gedachtegoed van Jean-Paul Höppner D.O. en Dr. E. Blechschmidt, de diepere betekenis van de samenhang tussen structuur en functie in het menselijk lichaam onderbouwd worden?

De verminderde beweeglijkheid van de structuren zijn van diagnostische betekenis in de osteopathie. Bij een verstoorde functie verandert de structuur, het lichaam zal hierop in eerste instantie trachten te adapteren. Wanneer compensatie niet meer mogelijk is ontstaat er een structureel probleem en het lichaam wordt ziek.

De structuur wordt door de osteopaat onderzocht op bewegingsmogelijkheid, de richting, het ritme en de spanning. De functie creëert de structuur en de structuur dirigeert de functie. Dit principe wordt in de osteopathische diagnose gebruikt in de palpatie van bewegingen, ritmiek en spanning van weefsels.

Embryologie is een outside-inside proces, waar krachten (metabole velden) een belangrijke rol spelen in het tot uiting komen van de vorm en de functie. Deze krachtlijnen blijven het hele leven bestaan als de embryologische basis van de optimale vitaliteit. Deze krachten zijn de koppeling tussen anatomie en fysiologie

We weten dat als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen we een vorm en functie verandering krijgen. En daarmee een verandering van het metabolisme. Zo kan er een situatie ontstaan met een bepaalde *pattern of strain* wat kan leiden tot een symptoom.

Als duidelijk is hoe bepaalde weefsels zijn ontstaan vanuit de embryologische krachten dan is er een adequate manier om dit weefsel te behandelen als osteopaat. Het lichaam probeert ten alle tijden zo goed mogelijk te functioneren. In het geval van trauma kan het terugbrengen van weefsel naar een zo natuurlijk mogelijke anatomische en fysiologische relatie doeltreffend zijn. Zoals in deze paragraaf besproken kan het normaliseren van een *pattern of strain* een mogelijke vormverandering voorkomen en daarmee een eventuele verandering van functie.

Samenvattend, de relatie tussen structuur en functie in het menselijk lichaam is diep verweven en *interdependent*, zoals geïllustreerd door het gedachtegoed van Höppner. Het begrijpen van deze relaties en de krachten die ze beïnvloeden, zoals die van embryologische oorsprong, biedt een holistische benadering van gezondheid en welzijn.

## §3 Grondbeginsel 3: Het belang van een goede circulatie

### Inleiding

De circulatie in levend weefsel moet continu verzorgd worden. Deze verzorging vindt plaats door het bloed, waarmee zuurstof, voedingsstoffen, hormonen en enzymen afgegeven worden aan het weefsel. Katabolieten en kooldioxide worden vervolgens afgevoerd. De grotere moleculen worden door de lymfe afgevoerd. Het bloedvatensysteem zorgt ervoor dat de besturingsmechanismen via hormonen hun invloed kunnen uitoefenen als onderdeel van de zelfregulering.

Stromend water wordt telkens verversd en blijft zo gezond. Stilstaand water wordt troebel en is een bron van besmetting. Dit werkt ook zo bij het interstitium: de continue stroom van bloed en lymfe is noodzakelijk om als mens gezond te blijven. Als de circulatie belemmerd wordt, komt de homeostase van het weefsel in het geding. (Mescher, 2016, p. 290) De belemmering wordt gezocht in spanningen van spieren, fascia, ligamenten, gewrichtsblokkeringen en verminderde beweeglijkheid van organen.

In het hoofdstuk over BBRS is het belang van een goede aan- en afvoer van afval- en voedingsstoffen als voorwaarde voor een goede homeostase van het interne milieu al besproken. Het laatste gedeelte van het transport, naar en van de cel, gaat altijd via het bindweefsel. De kwaliteit van het bindweefsel is zodoende van belang. Dit maakt duidelijk dat storingen in het bindweefsel een verstoring in de voedingstoestand van de parenchymcellen kan veroorzaken en eveneens een verstoring in de afvoer van afvalstoffen.

Vanuit de theorie van Höppner weten we dat als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen er een vormverandering ontstaat waardoor ook de functie verandert en daarmee een verandering van het metabolisme. In dit geval zal de viscositeit van de vloeistof rondom de cel veranderen en daarmee de permeabiliteit. In bovenstaande spreken we over een lokaal probleem van de circulatie.

Als een *pattern of strain* zich manifesteert in de richting van het bloedvat is er meestal niet veel aan de hand. De circulatie kan echter belemmerd worden als er zich een *pattern of strain* dwars op het bloedvat bevindt. Dit leidt tot congestie. Deze *pattern of strain* beïnvloedt niet alleen lokaal het metabolisme maar beïnvloedt het metabolisme ook op de plekken waar het bloedvat zijn functie in aan- en afvoer vervult.

De locaties waar structuren (fascia, spieren e.d) dwars op de bloedvaten lopen noemt Höppner target zones. Deze target zones zijn bekend bij de osteopaat zodat hij de symptomen die hier een gevolg van zijn kan herkennen. (Höppner, 2022, p. 461)

Met bovenstaande in het achterhoofd zal aan de hand van wash out, zonder de totale werking van het veneuze en lymfatische systeem te bespreken, inzichtelijk worden hoe zogenaamde entrapment plaatsen een belangrijk rol vormen in de therapie van een osteopaat. Het optimaliseren van de afvoer van katabolieten is belangrijk in het zelforganiserend vermogen van het lichaam.

### §1.3.1: Wash out

Wash out is een principe dat is geïntroduceerd door Barany en Scotchbrook. (Barany, 1954) De kern van hun gedachtegoed is dat cellen hun katabolieten kunnen opruimen waardoor de homeostase in balans blijft.

In eerste instantie gaat het om een goede afvoer op lokaal niveau. Vanuit de extracellulaire matrix moeten katabolieten, zoals endotoxines, ontstekingsstoffen, afbraakproducten en hormonen

afgevoerd kunnen worden. Mocht dit niet in voldoende mate lukken dan kan er door acidose makkelijk een steriele inflammatie ontstaan. Voor de extracellulaire matrix is het een voorwaarde dat er een goede veneuze en of lymfatische afvloei capaciteit aanwezig is. Als deze veneuze en/of lymfatische drainage in orde is, kan een goede wash out plaatsvinden van genoemde stoffen, waarbij zij het lichaam uiteindelijk verlaten. (Girardin M. )

### §1.3.2: Interstitium

Uit bovenstaande blijkt dat het belangrijk is om de homeostase binnen het interstitium constant te houden. Stressoren op het bindweefsel vormen een gevaar voor de homeostase.

Als we het over het interstitium hebben gaat het over een netwerk van met vocht gevulde ruimtes die zich bevinden tussen de collageenvezels en cellen in bindweefsels door het gehele lichaam. (Meyers, p. 254) In gezond bindweefsel is vrijwel al het water gebonden aan proteoglycanen zodat het in meer of mindere mate een geleachtige structuur wordt. (de Morree, 2018, p. 22) Mocht er een teveel aan water zijn waardoor het water niet meer kan binden aan proteoglycanen spreken we over oedeem.

Het interstitium speelt een essentiële rol bij de ``last mile`` voor de afvoer en de aanvoer van afvalstoffen en nutriënten naar onze cellen. Tussen het cardiovasculaire en lymfatische systeem is het interstitium de essentiële schakel in de continue vloeistofcirculatie die de homeostase in het hele lichaam handhaaft.

Mocht de homeostase onder invloed van een stressor andere eigenschappen krijgen, zoals bijvoorbeeld een lager PH, dan zal dit invloed hebben op de stoffen die via de *last mile* naar de cel worden getransporteerd. Zo weten we dat bij een te lage PH acetylcholine zijn functie als neurotransmitter verliest wat weer een gevolg heeft op de neuronale communicatie. (Wessler, 2015)

### §1.3.3: Hoe kan, vanuit de rol van het interstitium en wash out, het belang van een goedwerkende circulatie in het lichaam onderbouwd worden?

Het interstitium speelt een cruciale rol bij het transport van anabolieten en katabolieten naar en van onze cellen. De continue stroom van bloed en lymfe is noodzakelijk om de homeostase van het interstitium in balans te houden. Als de circulatie belemmerd wordt komt de homeostase van het weefsel in het geding. (Mescher, 2016, p. 290)

De circulatie kan belemmerd worden als er zich een *pattern of strain* dwars op het bloedvat bevindt. Dit leidt tot congestie. Deze *pattern of strain* beïnvloedt niet alleen lokaal het metabolisme maar ook op de plekken waar het bloedvat zijn functie in aan- en afvoer vervult.

Het goed kennen van entrapment plaatsen voor de circulatie (arterieel, veneus en lymfatisch) en de bijbehorende symptomen is hiervoor belangrijk.

## §4 Grondbeginsel 4: het zelforganiserend vermogen van het lichaam

### Inleiding

Gezondheid is een vorm van dynamisch evenwicht. Het lichaam bezit zijn eigen genezende krachten en de aangeboren eigenschap zichzelf te verdedigen. Er zijn talrijke situaties denkbaar waardoor het lichaam uit evenwicht gebracht wordt. De zelfregulatiekrachten kunnen, via talloze mechanismen, reflexen en chemische processen het organisme vanuit de zieke toestand weer terug naar een dynamische balans brengen. Bloedstolling, bacteriedoding, littekenvorming, koorts, etc. gelden als voorbeeld van deze zelfregulatiekrachten.

De osteopaat creëert de optimale voorwaarden zodat de zelfregulatiekrachten het lichaam van de patiënt naar een dynamische balans kunnen bewegen.

Het vierde grondbeginsel van de osteopathie “het zelforganiserend vermogen van het lichaam” zal ik aansluitend onderbouwen aan de hand van kennis vanuit het complex adaptief systeem. Op deze manier wordt duidelijk hoe we dit vervolgens kunnen plaatsen in het licht van osteopathie na trauma.

### §1.4.1: het complex adaptief systeem

De grondbeginselen van Osteopathie kunnen worden begrepen vanuit het complex adaptief systeem (CAS). Dit model benadrukt de complexiteit en het aanpassingsvermogen van levende organismen in relatie tot hun omgeving.

Een Complex Adaptief Systeem (CAS) is een dynamisch netwerk van verschillende onderdelen (structuren) die onderling verbonden zijn en voortdurend evolueren in reactie op veranderingen in hun omgeving en door interactie met elkaar. Wat een CAS kenmerkt, is dat deze systemen zichzelf organiseren, emergent gedrag vertonen en zich aanpassen aan nieuwe omstandigheden zonder centrale controle. Dit leidt vaak tot onvoorspelbare uitkomsten en complexe patronen van gedrag, waarbij het geheel meer is dan de som der delen. (Dooley, 1992) Verder zijn de volgende eigenschappen belangrijk als we spreken over een CAS. (Heylighen, 2009)

- Er is orde als er sprake is van herhaling, als deze er niet is spreken we van chaos.
- Kan zich aanpassen aan veranderende omstandigheden.
- Het is dus een verzameling actoren. Hoe meer actoren hoe complexer.
- Er moet altijd sprake zijn van een spanningsveld, polariteit.
- Polariteit komt altijd van buiten.
- Er is altijd sprake van positieve feedback, deze zorgt voor patronen. Sporen met veel positieve feedback gaan zich herhalen tot patronen.

### Complex

Het model is een complex adaptief systeem omdat hoe groter het aantal variabelen, des te gecompliceerder het systeem.

Het menselijk lichaam is complex. Ter verduidelijking een aantal indrukwekkende cijfers. Het menselijk lichaam bestaat uit ruwweg 50 triljoen cellen, 40.000 verschillende proteïne, een genetische code van 1.5Gbytes en 40 biljoen vetcellen. Het energiegebruik van een volwassen persoon is gelijk aan een brandende 100watt gloeilamp. Elke cel is een zelfstandige chemische fabriek die 10 miljoen chemische reacties per seconde kan uitvoeren. De hersenschors bevat 20 biljoen neuronen, elk met meer dan 2.000 synapsen die het mogelijk maken om te communiceren met de rest van het lichaam.

Naast dat er een grote mate van complexiteit is, bestaat er in een CAS wel orde. Volgens Kaufman (Dooley, 1992) is er orde zodra er sprake is van herhaling. Anders spreken we over chaos.

### **Adaptief**

Een eigenschap van een CAS is dat het zich kan aanpassen aan veranderende omstandigheden. Ter illustratie: het immuunsysteem bestaat uit bijna een triljoen cellen en honderden significante chemische stoffen, die met uitzonderlijke precisie de talrijke pathogenen die in ons lichaam rondzwerven in balans houden. De onderdelen van het immuunsysteem worden niet centraal aangestuurd maar gaan lokaal en aspectief aan de slag. Zoals we in §1.3.2 hebben besproken vindt de eerste a-specifieke reactie van het organisme op een stressor (prikkel) altijd lokaal plaats in het BBRs.

### **Systeem**

Een belangrijk concept binnen een CAS is dat complexe systemen bestaan uit meerdere niveaus van organisatie, waarbij elk niveau zijn eigen kenmerken en functies heeft en ook bijdraagt aan het functioneren van het geheel.

Het belangrijkste uitgangspunt heeft betrekking op het reductionisme: de systeemtheorie stelt dat eigenschappen van het 'geheel' niet kunnen worden voorspeld door alleen de eigenschappen van de afzonderlijke samenstellende delen te ontleden en te onderzoeken. (Jayasinghe, 2012, p. 2)

Precies dit principe is in de vorige hoofdstukken meerdere malen teruggekomen. Höppner liet zien hoe structuren uit verschillende dimensies zijn opgebouwd, van atomen tot organen en hoe hun positionele relaties de configuratie van een vorm beïnvloeden. De onderliggende structuren vormen het emergente gedrag van het niveau erboven.

### **Feedback**

Feedback in een CAS is een belangrijk principe om te begrijpen hoe het systeem zich aanpast aan veranderende omstandigheden. Interacties die tot positieve feedback leiden zullen zich vaker gaan herhalen en zo ontstaan de patronen. Als er van positieve feedback gesproken wordt gaat het over een beloning: een reactie die het systeem dichterbij een dynamische balans brengt. Op deze manier kunnen organismen zich aanpassen aan veranderingen en een zekere mate van stabiliteit handhaven, ondanks de voortdurende verstoringen die ze tegenkomen in hun omgeving en hun interne processen. (Deisboeck, 2006, p. 8)

Het menselijk lichaam kent vele feedbacksystemen zoals de bloeddruk, glucose spiegel en temperatuur regulatie. Deze feedback systemen zijn onderdelen van een CAS, maar op zichzelf een gesloten systeem. Een enkel feedback systeem is goed bruikbaar om specifieke situaties met enkele parameters te verduidelijken. (Toch zal dit pas echt van waarde zijn als ze in samenhang met de andere feedbacksystemen, die zich ook weer afspelen op een lager hiërarchie niveau in ons lichaam, worden bekeken. Kortom: de waarde ontstaat als het enkele feedbacksysteem wordt bekeken binnen het geheel.

§1.4.2: Hoe kan, aan de hand van het complex adaptieve systeem (CAS), onderbouwd worden dat we als osteopaat de voorwaarden kunnen scheppen voor het zelforganiserend vermogen van het lichaam?

Een Complex Adaptief Systeem (CAS) is een dynamisch netwerk van onderling verbonden elementen dat zichzelf organiseert en aanpast aan veranderende omstandigheden, resulterend in complex gedrag en onvoorspelbare uitkomsten. Uit de interacties van de onderdelen van een complex adaptief systeem kan emergent gedrag ontstaan. Er kan dus door de interacties iets nieuws ontstaan.

In Hoofdstuk 1 §2.1 over de betekenis structuur en functie volgens Höppner, is onderbouwd dat het symptoom zich op een grote afstand kan bevinden van de plek waar de *pattern of strain* zich voordoet. Het probleem zal lokaal ontstaan, de symptomen daarentegen zullen zich echter zeker niet altijd lokaal voordoen en kunnen zich in het gehele lichaam manifesteren.

Het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS) is de kern van de integriteit en homeostase van het menselijk lichaam. Verstoringen in dit systeem, of het nu komt door ontstekingen, fysieke trauma's of emotionele stress, hebben niet alleen gevolgen voor het direct getroffen gebied maar resulteren in een domino-effect dat het hele lichaam kan beïnvloeden.

Bovenstaande voorbeelden geven aan dat het menselijk lichaam een complex adaptief systeem is, hetgeen in deze context betekent dat het onvoorspelbaar is. Het bekijken van de losse onderdelen van een systeem geeft geen goed beeld van de onderlinge samenwerking en van de functie van het lichaam in haar totaliteit. Het gebied waar de klacht zich voordoet onderzoeken, zonder naar andere delen van het lichaam te kijken, belemmert de osteopaat in het begrijpen van de samenhang tussen de verschillende structuren en de manier waarop het hele lichaam (samen)werkt.

De onvoorspelbaarheid van het lichaam en het functioneren van het lichaam als een eenheid maken dat de osteopaat alleen de voorwaarden kan scheppen voor het zelfherstellend vermogen van het lichaam.

## H2: Osteopathie na traumatologie

### Inleiding

Vanuit de kennis van de theorie van de osteopatische grondbeginselen zal in dit hoofdstuk in kaart gebracht worden welke bijdrage de osteopaat in de praktijk na traumachirurgie kan leveren.

Traumachirurgen behandelen patiënten na een ongeval (trauma). Traumapatiënten komen vaak in het ziekenhuis terecht met botbreuken, letsels aan pezen, uitwendig letsel (zoals snijwonden en bloedingen) en letsels van de inwendige organen. (OLVG, 2023) Na de behandeling door de traumachirurg is er kans op complicaties en met name in het wondherstel. (Guo S, 2010)

Naast het persoonlijke leed van de patiënt zorgen complicaties ook voor extra operationele belasting van de zorgverlener. Het is duidelijk dat er sprake is van schaarste in de zorg. De prognose is dat dit tekort eerder zal toenemen dan afnemen. In een artikelenserie van het NRC Handelsblad wordt de schaarste in de zorg helder uiteengezet. (NRC, 2023)

Danny van der Ven D.O. MRO is 2 jaar geleden, in samenwerking met het OLVG, aan de slag gegaan vanuit de hypothese dat osteopathie een bijdrage kan leveren aan het herstel zonder complicaties na traumachirurgie. Hij heeft een programma ontwikkeld waarbij patiënten zowel in de eerste fase, ca 10 dagen na de traumachirurgie, als op een later moment in het herstelproces, rond dag 40 na de operatie, behandeld worden door een osteopaat.

Danny van der Ven kreeg de mogelijkheid om de patiënten op dezelfde manier te behandelen zoals hij normaal gesproken in zijn eigen praktijk doet. Dit betekent concreet dat hij naast de behandelingen, op dag 10 en 40 na de operatie, zelf kan bepalen welke osteopathische interventie de patiënt verder nodig heeft. Iedere patiënt kreeg hierdoor zorg op maat.

De eerste resultaten van de samenwerking zijn erg positief volgens het OLVG. Zelfs zo positief dat 60 traumachirurgen unaniem hebben ingestemd om osteopathie te integreren in het traumaprotocol van Noord-Holland. Het OLVG wil zelf naar buiten treden met de exacte resultaten.

In dit hoofdstuk worden de volgende deelvragen behandeld:

- 1) *Hoe kan de osteopaat, in de verschillende fases van wondgenezing van traumapatiënten, een rol spelen?*
- 2) *Hoe kan de osteopaat, in het herstelproces van bindweefsel van traumapatiënten, een rol spelen?*

## § 2.1: De verschillende fases van wondgenezing en de rol van de osteopaat

Wondgenezing kan gedefinieerd worden als de fysiologie waarmee het lichaam de beschadigde weefsels vervangt en herstelt. Alle weefsels in het lichaam kunnen genezen door één van de twee mechanismen: regeneratie of reparatie. (de Morree, 2018, p. 29)

Regeneratie is het proces waarbij beschadigde weefsels worden vervangen door identieke cellen en is daarmee vollediger dan reparatie. Bij mensen vindt volledige regeneratie plaats in een beperkt aantal cellen, bijvoorbeeld epitheel-, lever- en zenuwcellen. Het belangrijkste genezingsmechanisme is herstel (reparatie) waarbij beschadigd weefsel wordt vervangen door bindweefsel dat vervolgens een litteken vormt. Er zijn verschillende onderbouwingen in hoeverre het bij het herstel van bindweefsel puur om reparatie gaat of ook om regeneratie. Van den Berg beweert dat bij een goed herstelproces van het bindweefsel wel degelijk sprake kan zijn van regeneratie en daarmee met meer behoud van de oorspronkelijke functie. (de Morree, 2018, p. 29) (van den Berg, 1999, p. 48)

Naast de omvang van het letsel is het ook van belang of het gaat om een zogenaamde open of gesloten wond. Een open wond staat in tegenstelling tot een gesloten wond direct in verbinding met de buitenwereld en met pathogenen. Beide letsels kennen hun eigen complexiteit. Mocht er een trauma zijn waar geen sprake is van een open wond, bijvoorbeeld een spiraalbreuk van de tibia dan zal een eventuele operatie wel zorgen voor een open wond met meer kans op infectie. (Fuglestad MA, 2021)

Een belangrijk criterium voor herstel zijn de fysiologische prikkels die het weefsel tijdens het genezingsproces ontvangt. Hoe beter deze prikkels op het genezende weefsel kunnen inwerken, des te eerder er genezing met normaal weefsel kan ontstaan. Hierdoor ontstaat er bijvoorbeeld minder littekenweefsel. Het genezingsproces gaat over het voorkomen van complicaties en over de kwaliteit van het herstelde weefsel.

Voor een voorspoedig herstel is het verder van belang dat de verschillende fases van wondgenezing goed in elkaar overlopen. Zodra een fase te kort of juist te lang aanhoudt, heeft dit veel gevolgen voor de kwaliteit en de duur van de genezing. (Landen N.X, 2016)

Om inzichtelijk te maken op welke manier de osteopaat een bijdrage kan leveren aan het herstel van de patiënt na traumachirurgie is inzicht in de verschillende fases van wondherstel belangrijk. Hierna volgt een korte beschrijving van dit proces. Voor een uitgebreide beschrijving is de specifieke literatuur van (de Morree, 2018) (van den Berg, 1999) aan te raden.



### §2.1.1: Het ontstaan van een traumawond

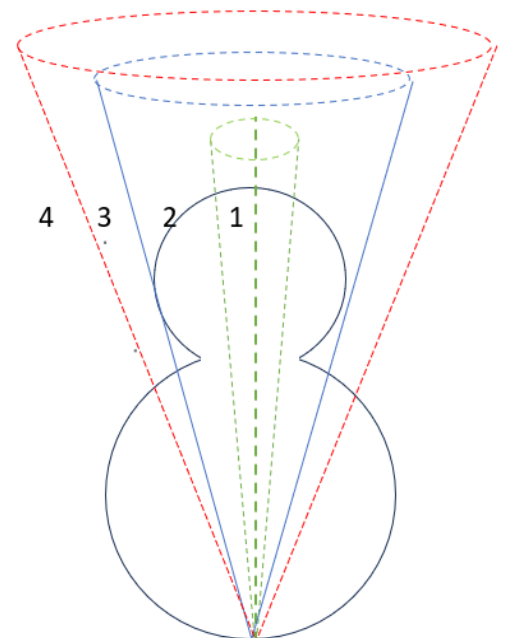
Er zijn verschillende manieren waarop een wond ontstaat. Als er sprake is van een traumawond spreken we over een laesie.

- Exogeen (mechanisch): het letsel is door een acuut mechanisch trauma ontstaan. Patiënt heeft bijvoorbeeld een klaplong opgelopen bij een auto-ongeluk. Hier kan ook nog een onderscheid worden gemaakt tussen letsel dat in open contact staat met de buitenwereld. Dit in verband met infectie gevaar.
- Endogeen (*Allostatic Load*): hiermee wordt bedoeld dat er een cumulatieve fysieke en of psychologische belasting op het lichaam heeft plaatsgevonden. Het lichaam is tot op zekere hoogte in staat om zich aan omstandigheden van buitenaf aan te passen maar als deze belasting te lang duurt dan heeft dit consequenties. Zoals we in hoofdstuk 2.1.7 hebben besproken: de tuimelaar is via zone 3 in zone 4 gekomen en is daarmee niet alleen over de fysiologische grens maar ook over de anatomische grens gegaan. We hebben in deze situatie te maken met een laesie. Er is schade aan het weefsel. De patiënt heeft bijvoorbeeld spontaan (zonder een duidelijke oorzaak) een klaplong opgelopen. Ondanks dat we in beide bovenstaande gevallen te maken hebben met een klaplong is de ontstaansgeschiedenis belangrijk in de eventuele behandeling.
- Daarnaast is het de vraag of de patiënt conservatief is behandeld of geopereerd. In het laatste geval betekende dit dus letterlijk een extra wond. Dit brengt naast mogelijk infectiegevaar ook extra stress met zich mee die invloed heeft op de *allostatic load* van de patiënt. (van der Bie, 2006)

In hoofdstuk 1 hebben we het model van de tuimelaar besproken in het kader van vorm en functie verandering. Hier zal ditzelfde model gebruikt worden om de samenwerking tussen de traumachirurg en de osteopaat te duiden. (zie figuur 2.1)

Als er sprake is van een traumawond spreken we over een laesie. Zowel de fysiologische grens als de anatomische grens is dan overschreden. De tuimelaar kan in één keer van een dynamisch evenwicht, zoals in 1 en 2, door een trauma in 4 terechtkomen. Als het letsel zich geleidelijk opbouwt zullen eerst de fysiologische grenzen gepasseerd worden en vervolgens ook de anatomische grenzen worden overschreden. In het model van de tuimelaar geeft zone 4 het werkgebied is van de traumachirurg aan.

Als de traumachirurg zijn werk heeft gedaan kan de osteopaat een bijdrage leveren aan het herstelproces van de patiënt. Bij herstel zonder complicaties zal de patiënt van zone 3 naar zone 2 en 1 bewegen. Als de patiënt vanuit zone 3 weer terug naar zone 4 beweegt is er sprake van een complicatie. De osteopaat kan een rol spelen om dit te voorkomen. De vraag is dan wat de aangrijpingspunten voor de osteopaat zijn in het genezingsproces zodat de patiënt naar zone 2 kan bewegen.



Figuur 2.1: de tuimelaar als een fysiek model om de dynamische balans te illustreren. Vrij naar Höppner. (Höppner, 2022, p. 47)

### §2.1.2: Hemostase

Deze fase start direct nadat er schade is opgetreden. Het hoofddoel is de integriteit van het vasculaire systeem en het voorkomen van overmatig bloeden.

Binnen enkele minuten wordt verder bloedverlies voorkomen doordat de uiteinden van de bloedvaten zich samentrekken. Hemostase omvat de vasoconstrictie (vernaauwing van bloedvaten), de vorming van een bloedplaatjesprop en de coagulatie (stolling) van bloed.

### §2.1.3: Inflammatie

Deze fase start op het moment dat er weefselschade ontstaat en duurt rond de 3 tot 5 dagen. (afhankelijk van de bron verschilt het aantal dagen). (Landen N.X, 2016) (van den Berg, 1999) Deze fase kan langer duren als de chirurg de patiënt opereert. Door de chirurgische ingreep ontstaat er weer weefselschade waarna de patiënt opnieuw de fases van wondgenezing zal moeten doorlopen.

In deze fase wordt de oorspronkelijke oorzaak van de cel-beschadiging verwijderd. Daarnaast worden afgestorven (necrotische cellen) en weefsels die door de oorspronkelijke beschadiging en het ontstekingsproces zelf beschadigd zijn geraakt opgeruimd.

Wanneer de ontsteking langer dan circa 4 dagen duurt hebben we het over een chronische inflammatiefase. (Landen N.X, 2016) De hoofdoorzaak van de ontsteking is in het geval van trauma vaak duidelijk. Daarnaast kunnen andere oorzaken zoals stress, hevige psychische opwindning, een pathogene infectie en overgevoeligheid mede veroorzaker zijn. (Meerwaldt, 2018, p. 11)

De ontstekingsreactie wordt gekenmerkt door de karakteristieke verschijnselen: dolor (lokale pijn); calor (lokale warmte); tumor (lokale zwelling); rubor (lokale roodheid). Dit zijn signalen voor het lichaam om vocht (exsudaat) en antimicrobiële cellen naar het aangedane weefselgebied te leiden. In deze fase is oedeem een natuurlijke reactie van het lichaam om het beschadigde weefsel te beschermen en voedingsstoffen en immuuncellen aan te voeren.

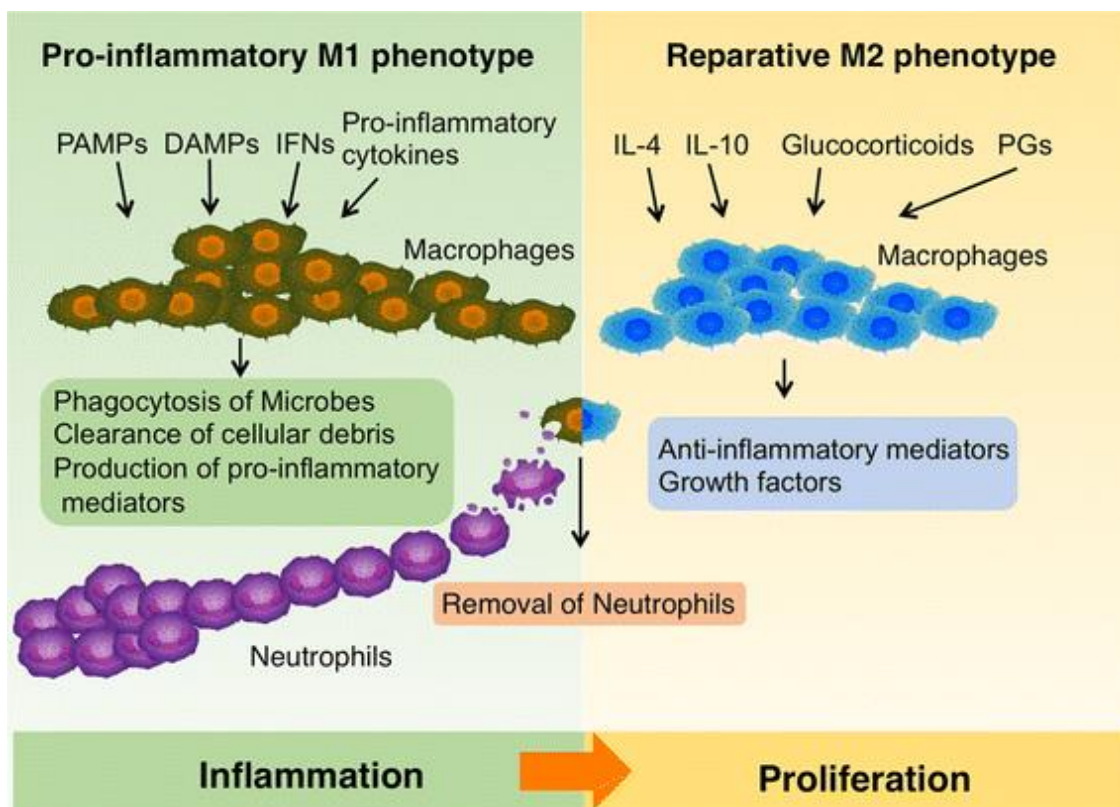
Het zijn de neutrofielen die zich als eerste type witte bloedcel in grote aantallen, in korte tijd, naar de wond begeven. Dode cel fragmenten, levende en dode bacteriën en andere micro-organismen worden door deze cellen gefagocytiseerd en onschadelijk gemaakt. Op deze manier vindt reiniging van het wondbed op natuurlijke wijze plaats.

In deze fase zal de constitutie van de bindweefsel matrix veranderen van een gelachtige naar een waterige substantie zodat de afweercellen zich goed kunnen verplaatsen en hun werk kunnen doen. Naast de substantie verandert de omgeving hierdoor ook op het gebied van de PH waarde en zuurstofdruk. Door de verstoorde circulatie wordt de zuurstofspanning lager en mede hierdoor vindt er meer anaerobe verbranding plaats waardoor er melkzuur vrij komt en de PH zal dalen. Het gevolg hiervan is wefselacidose. In deze fase van de ontsteking is dit nuttig omdat bijvoorbeeld macrofagen onder deze PH goed kunnen functioneren. (de Morree, 2018, p. 32) Zoals we bij het BBRS hebben gezien is het echter wel zaak dat deze fase niet te lang duurt omdat dit ook gevolgen heeft voor de dagelijkse processen die in het weefsel plaatsvinden en deze minder goed onder een lage PH functioneren.

Verder ontstaat er ook schade aan het weefsel doordat de neutrofiële granulocyten agressief optreden. Daarom moeten deze cellen niet langer dan noodzakelijk in de ontstekingsfase aanwezig zijn. Na hooguit 2 tot 3 dagen is het dan ook de macrofaag die de neutrofiële cellen onderdrukt en het proces overneemt.

De macrofaag wordt door de eigenschap dat deze gemakkelijk van het ene functionele fenotype naar het andere kan overschakelen als reactie op verschillende stimuli uit de micro-omgeving wel de 'dirigent' van het wondgenezingsproces genoemd. (Landen N.X, 2016) Over het algemeen wordt aangenomen dat macrofagen het vermogen hebben om de immuunrespons te induceren of te onderdrukken. Belangrijk is dat ze een substantiële plasticiteit vertonen in hun fenotypes en functies, dat wil zeggen dat ze gemakkelijk van het ene functionele fenotype naar het andere kunnen overschakelen als reactie op verschillende stimuli uit de micro-omgeving. Onderstaand 3 voorbeelden van de rol die de macrofaag speelt in het wondgenezingsproces:

- In de vroege fase van wondherstel worden infiltrerende monocyt en residente macrofagen geactiveerd en verwerven ze voornamelijk een pro-inflammatoir M1-fenotype. Hun functie is fagocytose om de boel op te ruimen. Verder kunnen ze extra leukocyten rekruteren. (zie figuur 2.2)
- Later tijdens het genezingsproces gaan macrofagen over van een pro-inflammatoir M1- naar een herstellend M2-fenotype, waarbij ze ontstekingsremmende mediators tot expressie brengen. Deze overgang van M1 naar M2 is van cruciaal belang voor het beeindigen van de ontsteking en de overgang naar de proliferatiefase. Het is in deze fase belangrijk dat de neutrofielen uit de wond verdwijnen omdat de neutrofielen vrije zuurstofradicalen produceren, wat resulteert in oxidatieve stress, dat het weefsel verder beschadigt en de genezing vertraagt. (Landen N.X, 2016)



Figuur 2.2: De rol van macrofagen bij wondgenezing. En het belang voor het genezingsproces dat macrofagen overgaan een pro-inflammatoir M1- naar een herstellend M2-fenotype. (Landen N.X, 2016, p. 4)

- Daarnaast heeft de macrofaag de rol van een antigeen presenterende cel (APC). APC's spelen een rol bij het presenteren van potentiële bedreigingen voor het lichaam, waaronder zowel pathogen-associated molecular patterns (PAMPs) als damage-associated molecular patterns (DAMPs) aan andere immuuncellen, zoals T-lymfocyten. (Zindel, 2019) Deze presentatie van antigenen aan T-cellen is essentieel voor het starten en reguleren van een immuunrespons.

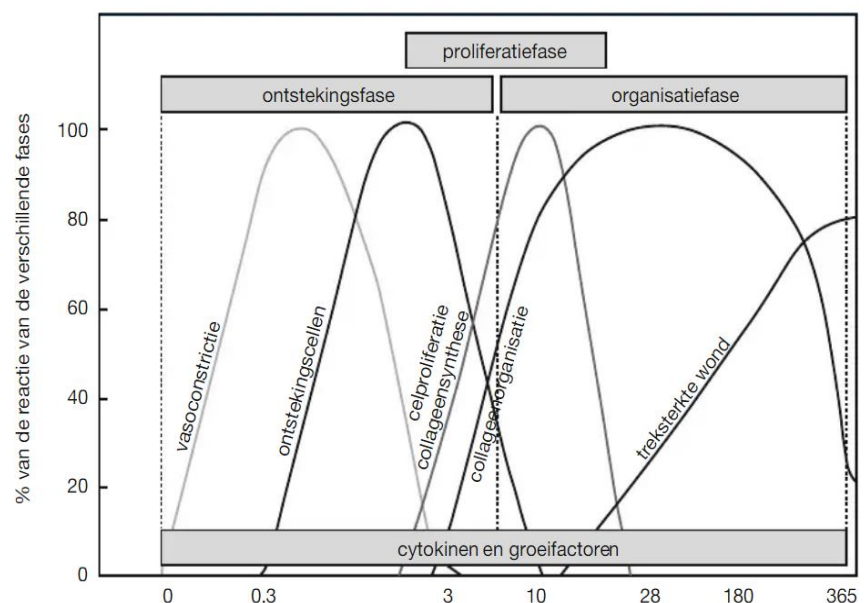
#### §2.1.4: Proliferatie

De proliferatiefase start ongeveer 1 tot 3 dagen na het ontstaan van het letsel, zodra de acute fase is beëindigd.

De eerste dagen van deze fase staan in het teken van de proliferatie van fibroblasten. Deze zijn net als de macrofagen goed bestand tegen de lage pH in het weefsel. De fibroblasten zijn deels afkomstig van rustende mesenchymcellen in de buitenzijde van bloedvaten en deels afkomstig van delende fibroblasten.

Vanuit de capillairen aan de wondrand vindt er direct ingroei van nieuw gevormde capillairen plaats. Dit is diepood reparatieweefsel (granulietweefsel).

De fibroblasten beginnen met de productie van hyaluronzuur, proteoglycanen en collageen type 3. Hierdoor ontstaat er een gelachtige structuur met het fragiele collageen type 3. In deze fase is er nog weinig beweeglijkheid en ook geen informatie over in welke richting de collageenvezels moeten worden aangelegd.



Figuur 2.3 overzicht van de proliferatiefase afgezet in de tijd (de Morree, 2018, p. 22)

De vorming van collageenfibrillen is afhankelijk van de samenstelling van de proteoglycanen in de matrix. De fibroblast heeft in het bindweefsel daarmee de mogelijkheid, via aangepaste productie van de verschillende proteoglycanen, de collageendepositie te regelen. De samenstelling van de matrix heeft dus al invloed op hoe de collageenvezels worden aangelegd. Deze is weer afhankelijk van de druk en trekkrachten die op het bindweefsel worden uitgevoerd. (Mescher, 2016, p. 114)

Een andere belangrijke functie van de fibroblasten is dat ze meer actine- en myosinefilamenten gaan vormen, waardoor ze de eigenschappen van gladde spiercellen aannemen en kunnen samentrekken. Myofibroblasten zijn belangrijk voor het proces waarbij de wond gesloten wordt: de wondcontractie. (Meyers, 2015, p. 262)

De productie van collageen type 1 kost meer energie en de halfwaardetijd is tussen de 200 en 500 dagen. Het is dus efficiënt om, op het moment dat het niet duidelijk is in welke richting de vezels moeten worden aangelegd en deze later in de proliferatie weer moeten worden afgebroken, een type 3 collageen te gebruiken. Dit collageen kost minder energie voor het lichaam om te produceren en is makkelijker om af te breken door enzymen zodra dit tijdelijke collageen geen functie meer heeft.

Binnen een week is er een netwerk van capillairen aangelegd dat nodig is voor de productie van collageen. Hier is een hoge zuurstofspanning en zijn bouwstoffen zoals eiwitten, mineralen, en vitamine A en C en hormonen voor nodig.

Fibroblasten zijn gevoelig voor kleine elektrische ladingsveranderingen die ontstaan doordat collageene vezels en proteoglycanen langs elkaar heen schuiven bij belasting. Dit wordt het piëzo-elektrisch effect genoemd welke een stimulator is om collageen te synthetiseren.

In deze fase is het belangrijk dat de collageen fibrillen al in de gewenste trekrichting worden aangelegd. Na 3 weken wordt de enzymatische afbraak van fibrillen steeds lastiger en na 8 weken heeft een wond al meer dan de helft van zijn treksterkte herwonnen en wordt het steeds lastiger voor de osteopaat om het patroon te beïnvloeden.

Na een week ligt de focus op de productie van het sterkere collageen type 1. In deze fase is het essentieel dat de zuurstofspanning weer hoog is. De ontstekingsfase moet voorbij zijn zodat er bijvoorbeeld geen neutrofielen schade aanrichten aan het nieuwe weefsel.

Teveel vocht in de extracellulaire matrix (ECM) is tijdens de proliferatiefase van wondgenezing nadelig voor het herstelproces. Het kan de collageen aanmaak verstoren, kan zorgen voor vertraagde wondsluiting en het kan de huid onder spanning zetten en de natuurlijke barrière tegen infecties.

#### §2.1.5: Remodellering

Deze fase start rond week 3 en kan afhankelijk van het weefsel langer dan 2 jaar duren. (de Morree, 2018, p. 77) In deze fase worden de nieuwe weefselstructuren, die tijdens de eerdere fasen (de ontstekingsfase en de proliferatiefase) zijn gevormd, geherstructureerd en versterkt. De collageensynthese en -afbraak blijft nog ca 4 maanden bestaan. Na een maand neemt de hoeveelheid collageen niet meer toe maar worden de vezels dikker in de richting van de voornaamste trekrichting. Afhankelijk van het soort weefsel zal de trekvastheid na een bepaalde periode weer genormaliseerd zijn.

#### §2.1.6: Hoe kan de osteopaat, in de verschillende fasen van wondgenezing van traumapatiënten, een rol spelen?

In de fase van hemostase en inflammatie is de rol van de osteopaat in eerste instantie beperkt. De matrix structuur is veranderd van een gel achtige naar een waterige substantie zodat de afweercellen hun werk kunnen doen. De zwelling is functioneel. De hemostase en zeker de eerste dagen van de inflammatie fase zijn vooral van diagnostische waarde voor de osteopaat.

Voor herstel zonder complicaties is het belangrijk dat de vier fasen van wondgenezing elkaar opvolgen binnen een bepaalde tijd. Als een fase te lang duurt dan is dit nadelig voor de genezing. Nu blijkt vooral de overgang van de inflammatiefase naar de proliferatie fase belangrijk voor het herstel van de patiënt na trauma. Aanhoudende ontstekingscellen, voornamelijk neutrofielen en macrofagen, genereren een grote hoeveelheid pro-inflammatoire cytokines en een zeer proteolytische micro-omgeving (afbraak eiwitten) op de wondlocatie. Factoren die cruciaal zijn voor de proliferatie fase zoals groeifactoren, fibronectine en matrixmoleculen kunnen hierdoor afgebroken of niet functioneren. (Landen N.X, 2016)

Voordat de osteopaat kan behandelen zijn er een aantal vereisten om de patiënt na trauma te kunnen behandelen:

- 1) De osteopaat behandelt als er geen sprake is van een PAMP. In de ontstekingsfase worden door de APC de zogenaamde PAMP's en DAMP's gepresenteerd aan immuuncellen. Het is voor de osteopaat belangrijk om te weten of het gaat om een PAMP dus een pathogeen.

Mocht er sprake zijn van een pathogeen dan is het de vraag of eventuele drainagetechnieken niet het gevaar op bacteriëmië vergroten. Een van de redenen om niet eerder dan na een week te behandelen is omdat er dan duidelijkheid is of er sprake is van PAMP of een DAMP. Zolang het reticulo-endotheliale systeem (RES) in staat is om de bacteriën uit het bloed snel onschadelijk te maken is er niet veel aan de hand. Dit wordt anders als deze populatie te groot wordt of het RES te zwak is. (van der Meer, 2016, pp. 2-4) Deze informatie wordt door het ziekenhuis beschikbaar gesteld aan de osteopaat.

- 2) De osteopaat behandelt als de ontstekingsfase voorbij is. De eerste behandeling van de osteopaat vindt ongeveer 10 dagen na het ontstaan van het trauma plaats. Op dit moment zou de inflammatoire fase al afgerond moeten zijn en is de proliferatieve fase gestart. Voor de osteopaat is het belangrijk om te controleren of de ontstekingsfase ook daadwerkelijk voorbij is. De zwelling zal zo goed als mogelijk weg moeten zijn en de patiënt zal voor het grootste gedeelte in een trofotrope toestand moeten verkeren. Een trofotrope toestand betekent een betere vertering en zorgt dat er meer bouwstoffen aanwezig kunnen zijn. In de ontstekingsfase wordt het afgeraden om al actief te bewegen omdat dit de ontstekingsfase langer kan laten duren waardoor extra weefsel schade ontstaat. (de Morree, 2018, p. 22) De osteopaat heeft beschikking tot de CRP waarden van de patiënt.

Bovenstaande punten moeten duidelijk zijn voor de osteopaat voor de behandeling. De osteopaat behandelt altijd vanuit de 4 grondbeginselen van de osteopathie. Specifiek met betrekking tot wondgenezing zal hieronder ingegaan worden op spanningspatronen en het ontstaan van oedeem.

#### *Pattern of strain*

In de proliferatieve fase wordt hard gewerkt aan het aanleggen van matrix en collageen. In deze fase is het voor de osteopaat belangrijk om eventuele patronen te behandelen zodat het bindweefsel in de juiste trekrichting wordt aangelegd. In het geval van trauma wil je een toestand waarin de vorm en functie geen *pattern of strain* meer bevatten. Door de *pattern of strain* te normaliseren heeft het bindweefsel de mogelijkheid om te herstellen.

#### *Oedeem*

In deze fase kan oedeem in het aangedane gebied gaan functioneren als een potentieel stoorveld. Doordat er onvoldoende afvoer is van afvalstoffen kan het immuunsysteem onnodig actief blijven. Zoals we in hoofdstuk 1 hebben aangegeven gaat het hier om een zogenaamd stoorveld volgens Pischinger (Muts, 1994, p. 257). Oedeem beperkt de uitwisseling van nutriënten en zuurstof tussen het interstitium en de cellen die in de proliferatieve fase hard nodig zijn.

Ondanks dat het oedeem plaatselijk voor problemen zorgt wil het niet zeggen dat dit ook de plek is waar de osteopaat zijn behandeling op richt. Zoals we bij de grondbeginselen hebben kunnen zien kan de circulatie belemmerd worden als er zich een *pattern of strain* dwars op een bloedvat of lymfe bevindt. De zogenaamde target zones. De behandeling zal zich zodoende hierop richten waardoor het oedeem bij de wond beter kan afvloeien.

In de fase van remodelleren is het belangrijk dat er geen *pattern of strain* meer aanwezig is, en er wordt gestreefd naar een toestand waarin de vorm en functie geen patroon of spanning bevatten. De osteopaat kan werken aan het helpen herstellen van een dynamische balans in het weefsel, wat kan bijdragen aan de juiste richting van de bindweefselvorming.

## § 2.2: Voorwaarden voor het herstel van bindweefsel

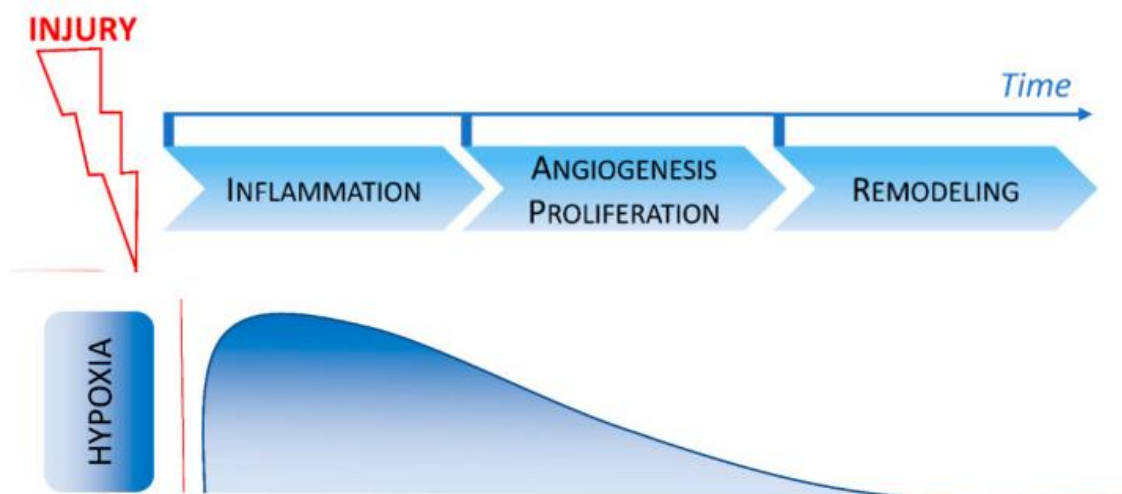
Vanuit de kennis over de verschillende fases van wondgenezing zal nu aandacht besteed worden aan wat het bindweefsel nodig heeft om te herstellen, zonder complicaties, na trauma. Vervolgens zal onderbouwd worden op welke manier de osteopaat in dit proces een rol kan spelen.

Voor dit hoofdstuk gebruiken we onderstaande 5 factoren die belangrijk zijn voor het herstel van het bindweefsel na trauma. Er zijn legio andere factoren die een belangrijke invloed hebben maar waar de rol van de osteopaat niet primair een bijdrage kan leveren. (Guo, 2010). Zo speelt voeding en nachtrust een belangrijke rol maar is de invloed van de osteopaat beperkt. Ook beweging is een belangrijke factor (de Morree, 2018, p. 25) maar hier ligt de rol van de fysiotherapeut in het herstelproces. Onderstaande 5 factoren zijn gebaseerd op de keuze van Danny van der Ven D.O.-MRO, die de samenwerking met het OLVG heeft opgezet.

- 1) Het belang van zuurstof bij het herstel van bindweefsel
- 2) Het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel
- 3) De invloed van zenuwstelsel en de hormoonhuishouding op het herstel van bindweefsel
- 4) De rol van het immuunsysteem bij het herstel van bindweefsel
- 5) De invloed van de metabole velden op het herstel van het bindweefsel

### §2.2.1: Het belang van zuurstof bij het herstel van bindweefsel

Zonder zuurstof geen menselijk leven. Zuurstof is essentieel bij alle cellulaire activiteiten in ons lichaam. Het speelt een sleutelrol bij wondgenezing. In een nieuwe wond zal door een verminderde vascularisatie en een hoog verbruik van zuurstof door metabolisch actieve cellen de micro-omgeving zuurstofarm zijn. Als gevolg van vasculaire verstoring en een hoog zuurstofverbruik door actieve cellen is de micro-omgeving van de vroege wond zuurstofarm en behoorlijk hypoxisch. (Figuur 2.3) Bij acute wonden fungeert hypoxie als een signaal dat vele aspecten van het wondgenezingsproces stimuleert en is daardoor bevorderlijk voor de wondgenezing. (Favier, 2023)



Figuur 2.3: Hypoxie gedurende het proces van wondgenezing na trauma (Favier, 2023)

Zo zijn macrofagen en granulocyten goed in staat om hun taak uit te voeren in zuurstofarme omstandigheden. In een zuurstofloos milieu maken macrofagen gebruik van de omzetting van suikers zonder zuurstof: glycolyse.

Toch is er snel behoefte aan zuurstof en daarmee aan ingroeivende bloedcapillairen. Fibroblasten hebben tijdens de proliferatie fase een hoge metabolische activiteit voor de productie van matrix moleculen en vezels. Hiervoor is zuurstof nodig. Als de zuurstofdruk te laag blijft zal het herstel niet op gang kunnen komen.

Rond de derde dag zijn nieuwgevormde haarvaatjes alweer functioneel. Zij zorgen voor meer zuurstof, wat het lichaam nodig heeft in de proliferatiefase. (de Morree, 2018, p. 71)

Patiënten met chronische wonden worden soms behandeld met behulp van zuurstoftherapie. Met een transcutane zuurstofmeting wordt bepaald of dit noodzakelijk is. Dit geeft aan hoe belangrijk zuurstof tijdens het proces van de wondgenezing is. (Ochoa, 2019)

Verschillende systemische aandoeningen zoals diabetes maar ook het ouder worden, kunnen een verminderde vasculaire stroming veroorzaken, waardoor de weg wordt geëffend voor een slechte weefseloxygenatie. (Cano Sanchez, Lancel, Boulanger, & Neviere, 2018)

## §2.2.2: het belang van zuurstof bij het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat

In plaats van de wereld te ontleden in afzonderlijke delen, kijken osteopaten naar het geheel en de inherente betekenis ervan. Waar de reguliere artsen de patiënt bijvoorbeeld lokaal extra zuurstof toedienen zal de osteopaat, in aanvulling hierop, de voorwaarden creëren zodat er een dynamische balans binnen het lichaam kan ontstaan.

Bij een patiënt die is geopereerd door een traumachirurg manifesteert het probleem zich lokaal in het bindweefsel. Zo kunnen fibroblasten in het bindweefsel te weinig zuurstof opnemen door een gebrek aan angiogenese. In §1.2 over wondgenezing is besproken dat dit een gevolg kan zijn van een gebrek aan VEGF (Vasculair Endothelial Growth Factor) of dat de concentratie neutrofielen in het weefsel te hoog blijft met een proteolytische micro-omgeving tot gevolg, waardoor de opbouw van nieuwe eiwitstructuren wordt beperkt. Dit maakt duidelijk dat er totaal verschillende redenen kunnen zijn waardoor het bindweefsel zich niet goed kan herstellen. De osteopaat richt zich op het creëren van de voorwaarden zodat het bindweefsel zichzelf kan herstellen. Een voorbeeld ter illustratie:

Een verhoogde tonus van de ademhalingsmusculatuur kan een goede circulatie in de weg staan. De osteopaat kan werken aan de detonisering van de thorax musculatuur wat de patiënt in staat stelt om dieper in en uit te ademen. Door de detonisering van de thorax musculatuur is de expansie mogelijkheid van de thorax en de interne organen ook toegenomen.

Vanuit lineair denken kan beredeneerd worden dat met de expansiemogelijkheid de ventilatie, diffusie, perfusie of de regulatie van de ademhaling is toegenomen en er hierdoor wellicht meer zuurstof bij het aangedane perifere weefsel kan komen of CO<sub>2</sub> kan worden afgevoerd. Het gevolg hiervan kan zijn dat het herstel van het bindweefsel is bevorderd. (Groenink, 2015)

In Hoofdstuk 1 §1 is de Goetheaanse methode van waarnemen uitgewerkt. Deze methode gaat over het waarnemen van kwalitatieve veranderingen en patronen in hun totaliteit, dus zonder ze te reduceren of te ontleden. De osteopaat zal doormiddel van zijn anamnese, lichamelijk onderzoek en klinische redenering een vanzelfsprekend betekenisvol patroon proberen te herkennen bij de patiënt.



Vanuit dit patroon kan de verhoogde tonus van de ademhalingsmusculatuur een geheel andere betekenis krijgen.

Zo kan een detonisering van de thorax musculatuur de effectiviteit van de diafragmatische ademhaling verbeteren wat kan leiden tot het verminderen van fysiologische en psychologische stress bij de patiënt. (Hopper, 2019) De mogelijke effecten hiervan zijn besproken in §2.2.3.

In H1 §4 is het grondbeginsel ``het zelforganiserend vermogen van het lichaam`` uitgewerkt aan de hand van het lichaam als een Complex Adaptief Systeem (CAS). Een dynamisch netwerk van onderling verbonden elementen dat zichzelf organiseert en aanpast aan veranderende omstandigheden, resulterend in complex gedrag en onvoorspelbare uitkomsten.

In het licht van bovenstaande kan de quote van de grondlegger van osteopathie Andrew Still begrepen worden: ``Find it, fix it, and leave it alone. Nature will do the rest``.

Bovenstaand voorbeeld dient ter illustratie. Het is niet zo dat een osteopaat, als de inflammatiefase tijdens het genezingsproces te langt duurt, het diafragma behandelt omdat het weefsel meer zuurstof nodig heeft. Osteopaten werken en denken niet lineair.

Osteopaten nemen de kennis over het bindweefsel en wondherstel mee in het totaal van diagnose en lichamelijk onderzoek om een betekenisvol patroon te herkennen De diagnose en het lichamelijk onderzoek zullen leidend zijn in de behandeling.

### §2.2.3: Het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel

Om te kunnen herstellen heeft het bindweefsel voedingsstoffen (aminozuren) nodig voor de synthese van eiwitten en om de matrix moleculen en vezels te kunnen produceren. Ook vitamine C en mineralen, als co-factoren voor enzymen, zijn onmisbaar. Goede voeding speelt dan ook een belangrijke rol bij het herstel van het bindweefsel. (de Morree, 2018, p. 22)

Daarnaast moeten de voedingsstoffen goed verteerd en opgenomen worden. Om voedingsstoffen goed op te kunnen nemen moet het lichaam zich in een trofotrope situatie bevinden. De parasympatische activatie leidt tot een betere vertering en een lagere bloeddruk waardoor er meer voedingsstoffen kunnen worden opgenomen en beschikbaar zijn voor groei en herstel. (de Morree, 2018, p. 27) Verder is het van belang dat de voedingsstoffen op de juiste plaats komen. Hiervoor is een goede circulatie noodzakelijk.

De schildklier heeft een functie in de distributie van energie in het lichaam. Zo heeft het menselijk lichaam groeihormonen nodig voor het regenereren van cellen en weefsels. Deze hormonen gaan naar de plekken waar cel- en groeiaanmaak nodig zijn zoals dit het geval is bij de proliferatiefase van wondherstel. Groeihormonen stimuleren vervolgens de synthese van de insuline-achtige groeifactor (IGF-1) in de lever. Voor deze omzetting in de lever is het schildklierhormoon noodzakelijk. IGF-1 is een belangrijke groeifactor voor het herstel van bindweefsel. Het proces hierachter is complex zoals figuur 2.4 laat zien.

Het lichaam van patiënten met een lage schildklierfunctie kan glucose (suiker) langzamer opnemen en minder efficiënt gebruiken voor energieproductie. Dit kan leiden tot een aandoening genaamd hypoglykemie, waarbij er onvoldoende suiker beschikbaar is voor energie, wat symptomen zoals vermoeidheid, prikkelbaarheid en duizeligheid kan veroorzaken.

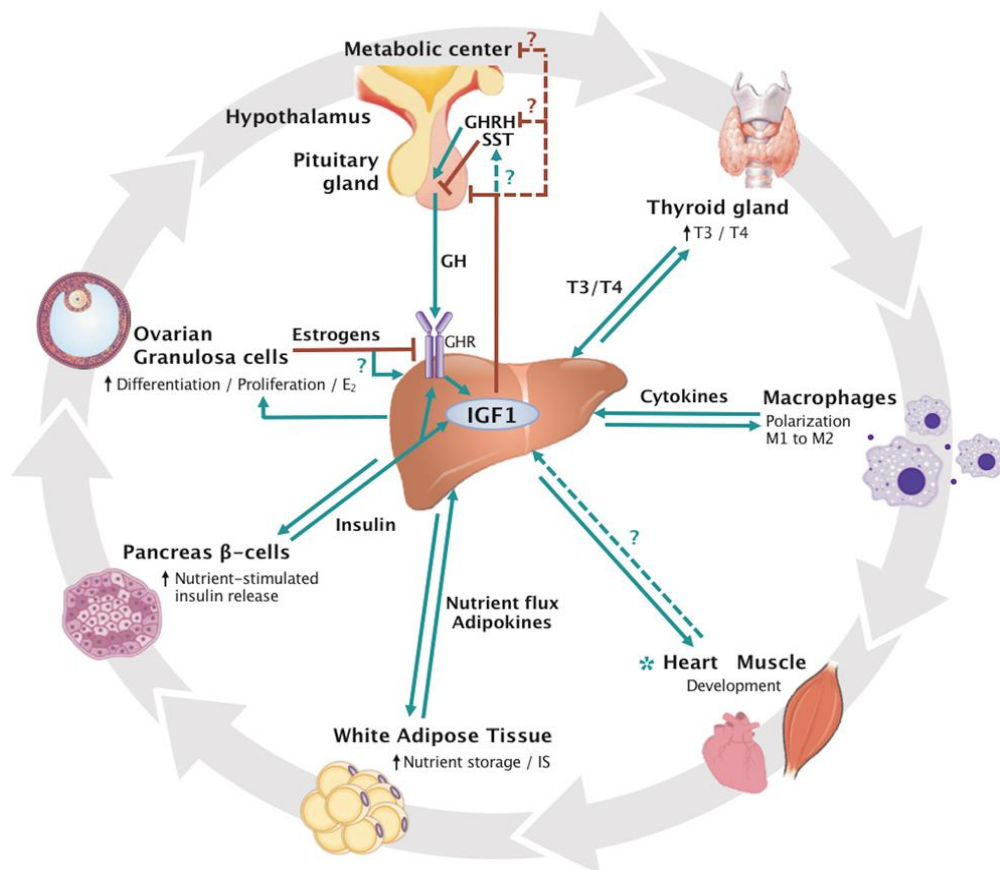
Het probleem is niet een tekort aan glucose in het bloed, maar eerder het feit dat de glucose niet effectief in de lichaamscellen kan worden opgenomen en gebruikt. Om het tekort aan energie te compenseren, gaan de bijnieren stresshormonen produceren. Deze stresshormonen activeren de

lever om opgeslagen glucose vrij te geven in de bloedbaan, in een poging om de energievoorziening te herstellen. (Kineman, 2018)

Als dit proces te lang aanhoudt kunnen de cellen in het lichaam minder gevoelig worden voor de effecten van deze hormonen, wat kan leiden tot verdere complicaties in het glucosemetabolisme en de regulatie van de bloedsuikerspiegel. (Hillebrands, 2014, p. 537)

Groeihormonen zoals IGF 1 worden door artsen, ter bevordering van het herstel na een trauma, ingezet. Bijvoorbeeld bij het herstel van een achillespeesruptuur wordt IGF-1 gebruikt om de genezing te versnellen. (Yang G, 2013)

In de loop der jaren zijn er verschillende pogingen gedaan om wondgenezing te stimuleren door extracellulaire matrix eiwitten aan te bieden. Soms door met complete stukken dermis (schapencollageen, rundercollageen) van dierlijke herkomst de wond te bedekken. (Gibbs, 2007) Bovenstaande maakt duidelijk hoe belangrijk het is, tijdens het proces van wondgenezing, dat de juiste voedingsstoffen op de juiste plaats aankomen.



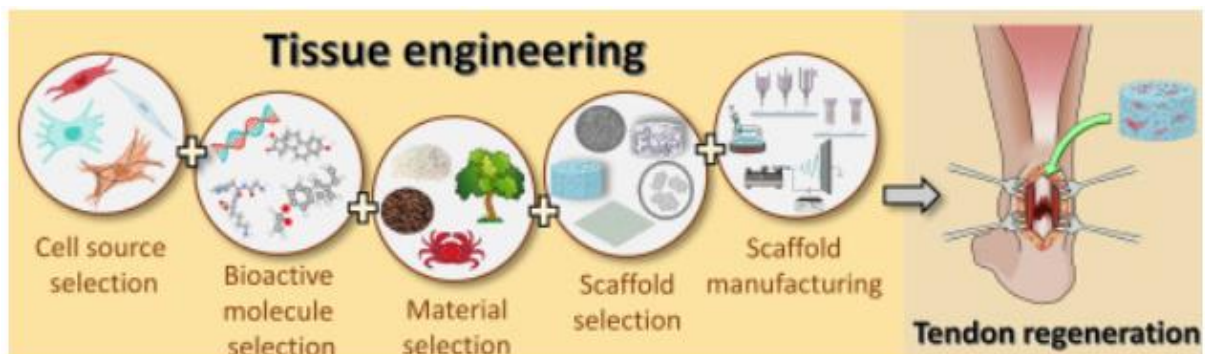
*Figuur 2.4: Samenvatting van het belang om de hepatocyt-specifieke productie van IGF1 te beoordelen en om de weefsel-specifieke rol van IGF1R op de metabolische functie te bepalen. In deze context gebruikt om de complexiteit van de sturing en productie van IGF-1 door de lever visueel te maken. (Yang G, 2013)*

#### §2.2.4: Het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat

Hetgeen hierboven is geschreven met betrekking tot het belang van zuurstof voor het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat is ook van toepassing op het belang van bouwstoffen voor het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat.

De beschikbare voedingsstoffen moeten ook opgenomen kunnen worden door de fibroblasten, die de voedingsstoffen nodig hebben om het bindweefsel te kunnen herstellen. Een van de vele belangrijke hormonen die hier een rol spelen is het IGF-1. Zoals we in de vorige paragraaf hebben kunnen zien is de productie van IGF-1 door de lever van heel veel factoren en andere organen afhankelijk. Daarnaast is IGF-1 slechts een van de vele groeifactoren die een rol speelt bij het herstel. Toch kan ook hier de kennis en het belang van IGF-voor het herstel van bindweefsel, in combinatie met de anamnese en lichamelijk onderzoek een ingang zijn om te verklaren dat wat de osteopaat doet van invloed is.

Een vergelijking zou je kunnen maken met een scaffold\* implementatie bij een achillespees ruptuur. (\*ondersteunend materiaal om beschadigd weefsel in de achillespees te herstellen) Op basis van de wetenschap en de kennis over welke moleculen, hormonen en cellen een belangrijke rol spelen bij het herstel wordt er een scaffold samengesteld. (Ruiz-Alonso, 2021) Het emergente gedrag van de toegevoegde cellen en moleculen moeten uiteindelijk zorgen voor een sneller herstel. (Zie figuur 2.5)



*Figuur 2.5: Weefseltechnologie die wordt toegepast bij een achillespees ruptuur. Door een juiste samenstelling van groeihormonen, cellen moet de ruptuur sneller herstellen. (Ruiz-Alonso, 2021)*

### §2.2.5: De invloed van het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding op het herstel van het bindweefsel

Het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding hebben een sturende rol op de aanpassingsmogelijkheid van ons bindweefsel. Het sympathisch zenuwstelsel kan zorgen voor een ergotrope functie in ons lichaam. Dat wil zeggen dat er processen in werking worden gesteld, die de voorwaarden scheppen voor actieve arbeid. Belangrijk is hier het katabolisme.

Het parasympatische systeem zorgt voor een trofotrope functie. Hier worden in het lichaam de processen in werking gesteld die helpen bij het verteren en vrijmaken van bouwstoffen voor groei en herstel van het bindweefsel.

Een ander belangrijk element bij het herstel van bindweefsel is slaap. Tijdens de slaap wordt HGH afgegeven door de hypofyse. Dit hormoon zorgt ervoor dat er door fibroblasten aminozuren kunnen worden opgenomen om er eiwitten van te maken. Dit is belangrijk voor het herstel van het bindweefsel.

Als er sprake is van verhoogde stress wordt er vanuit de limbische cortex een voortdurende ergotrope toestand gecreëerd. Hierdoor wordt het wondherstel vertraagd. In een toestand van hoge stress brengt de sympathicus het lichaam in een alarmtoestand. Het hormoon adrenaline wordt afgegeven hetgeen het wondherstel verder vertraagd.

Vanuit de hypothalamus wordt het neurohormoon CRH (Corticotropin Releasing Hormoon) afgegeven, die de hypofyse het hormoon ACTH (Adreno Cortico Troop hormoon) laat afgeven. Het gevolg hiervan is dat de bijnierschors cortisol produceert. Dit proces wordt de HPA as genoemd. De HPA as stimuleert in de lever de omzetting van aminozuren in suikers (gluconeogenese) en heeft een remmende werking op de fibroblasten en de specifieke immuun cellen.

Deze drie systemen; sympathicus, adrenaline en cortisol zijn erg nuttig voor de eerste fase van het ontstekingsproces maar een aanhoudende alarmfase door stress blokkeert de trofotrope processen en daarmee het herstel van het bindweefsel in de proliferatiefase na trauma.

Het belang van een goede overgang van de ontstekingsfase naar de proliferatiefase is groot. Als de neutrofielen te lang actief blijven vertraagt dit de opbouw van het weefsel door de aanwezigheid van vrije radicalen. Voor de proliferatiefase is het van essentieel belang dat het lichaam lange trofotrope periodes kent voor de vertering van voeding die nodig is voor de opbouw van het weefsel. In hoofdstuk 2 in §2.1 over de 4 fases van wondgenezing kwam het belang van deze overgangsfase ook al aan de orde.

### §2.2.6: De invloed van het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding op het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat

Deze drie systemen sympathicus, adrenaline en cortisol zijn erg nuttig voor de eerste fase van het ontstekingsproces maar een aanhoudende alarmfase door bijvoorbeeld stress blokkeert de trofotrope processen en daarmee het herstel van het bindweefsel in de proliferatiefase na trauma. Het zenuwstelsel en de hormoonhuishouding kunnen systemische problemen veroorzaken die lokaal de wondgenezing kunnen vertragen. Als het lichaam van de patiënt na trauma niet in de trofotrope toestand komt vertraagt dit lokaal het wondgenezingsproces.

De rol van de osteopaat is ook in deze situatie afhankelijk van de anamnese, lichamelijk onderzoek en de klinische redenatie. Osteopaten zijn niet gebonden aan een vastomlijnd protocol bij het opstellen van een behandelplan of de aanpak van een behandeling. Dit betekent zeker niet dat behandelingen berusten op willekeur.

Het is cruciaal om elke patiënt te zien als een uniek individu binnen de specifieke context en omstandigheden. Door een gedetailleerde anamnese en een vastomlijnd onderzoek van het gehele lichaam te combineren met een goed begrip van zowel de fysiologie, anatomie als de basisprincipes van osteopathie, kan een op maat gemaakt behandelplan worden opgesteld op basis van de gevonden *patterns of strain* en de klinische redenatie.

Hieronder een voorbeeld ter illustratie. Bij het opstellen van het behandelplan kan de onderstaande informatie uit de anamnese en het lichamelijk onderzoek een rol hebben gespeeld.

Klinische symptomen bij de patiënt zoals heesheid, uvula deviatie en orgaanproblematiek (zoals verteringsproblemen, hartfrequentie of hartritme stoornissen en longproblematiek) (Kanen, 2022, p. 67). De patiënt heeft een droge mond, geeft aan snel te transpireren en komt onrustig over. Uit de anamnese komt naar voren dat de patiënt moeilijk in slaap komt en veel ligt te tobben in bed.

Uit het lichamelijk onderzoek komt onder andere een *pattern of strain* naar voren rond het foramen Jugulare en de fascia cervicalis media.

De osteopaat kan klinisch beredeneren dat het normaliseren van de *pattern of strain* rond het foramen Jugulare mogelijk invloed heeft op de N. Vagus en daarmee op de beweging van de patiënt naar een trofotrope situatie. Dit zal hij dan meenemen in zijn behandelplan.

Zoals uitgewerkt in Hoofdstuk 1.4.2 geeft het bekijken van de losse onderdelen van een systeem geen goed beeld van de onderlinge samenwerking en van de functie van het lichaam in haar totaliteit. Het gebied waar de klacht zich voordoet onderzoeken, zonder naar andere delen van het lichaam te kijken, belemmert de osteopaat in het begrijpen van de samenhang tussen de verschillende structuren en de manier waarop het hele lichaam (samen)werkt.

#### §2.2.7: De rol van het immuunsysteem bij het herstel van bindweefsel

Chronische activiteit van het immuunsysteem wordt veroorzaakt door risicofactoren die verband houden met het moderne leven. Sedentaire tijd, een gebrek aan lichaamsbeweging, slaapgebrek, roken, te veel eten en ook niet-opgeloste psycho-emotionele problemen kunnen hierbij een rol spelen. De som van de risicofactoren zorgt voor chronische activering van stress-assen en het binnendringen van bacterieel afval in de bloedbaan. Hierdoor ontstaat een chronische infectieuze toestand, die chronische laaggradige ontsteking wordt genoemd.

Het menselijke afweersysteem vertoont een soort egoïstisch gedrag tijdens zowel acute als chronische activiteitstoestanden. Stress, gedefinieerd als homeostatische verstoringen, kan laaggradige ontstekingen induceren, waardoor de behoefte aan water, natrium en energierijke stoffen toeneemt, zodat voldaan kan worden aan de verhoogde metabole vraag die veroorzaakt wordt door de stressor. (Pruimboom, 2017).

Een periode van onderdrukking van het immuunsysteem heeft verschillende doelen. Ten eerste faciliteert deze onderdrukking het herstel van de energiedistributie naar de organen en systemen die tijdens de ontstekingsreactie een tekort aan energie hebben gehad. Ten tweede kan wondheling van start gaan als de ontstekingsfase is afgerond. Als het immuunsysteem chronisch geactiveerd is komen deze doelen in het gedrang.

In hoofdstuk 1 is geschreven over lokale afweersystemen die vanuit het BBRS gecoördineerd worden. Deze lokale afweerreactie zal alleen leiden tot een totale reactie van het lichaam als er een individueel bepaalde prikkel drempel wordt overschreden.

Pischinger's theorie stelt dat verstoringen in dit systeem - veroorzaakt door factoren zoals toxines, trauma's of emotionele stress - kunnen leiden tot ziekte en disfunctie in het lichaam. Zijn concept benadrukt het belang van de gezondheid van de extracellulaire matrix en het grondregulatiesysteem voor het algehele welzijn van het individu. De zogenaamde stoorvelden hebben direct invloed op de kwaliteit van de extra cellulaire matrix en daarmee op de metabole activiteit van de cellen. (Pischinger, 2004, pp. 130-137) (Muts, 1994, p. 257)

#### §2.2.8: De rol van het immuunsysteem bij het herstel van bindweefsel en de rol van de osteopaat

Voor het herstel van het bindweefsel is het belangrijk dat het immuunsysteem niet chronisch is belast en teveel energiebronnen, die het lichaam nodig heeft om te herstellen, onttrekt aan het lichaam. In hoofdstuk 1 §1.3.2 zijn er verschillende stoorvelden besproken die kunnen leiden tot ziekte en disfunctie in het lichaam. Gebaseerd op de theorie van het basis-bio-regulatie-systeem. (Pischinger, 2004)

Voor de osteopaat is het belangrijk om in de anamnese en lichamelijk onderzoek rekening te houden met deze stoorvelden. De behandeling van de stoorvelden zal altijd via het bindweefsel verlopen. Bijvoorbeeld door het verbeteren van de wash-out (veneuze / lymfatische afvoer). Hieronder zal een aantal stoorvelden van Pischinger's benoemd worden en daarbij zal aangegeven worden hoe deze stoorvelden kunnen worden gediagnosticeerd.

- 1) Vreemd materiaal: vooral in de huid en subcutis. Te herkennen doordat het vreemde materiaal ligt ingekapseld in bindweefsel.
- 2) Littekens: zowel littekens van trauma of een operatie. Geïrriteerde littekens zijn te herkennen aan de rode, geïrriteerde rand.
- 3) Focale infecties: gekeken wordt in de keel naar irritaties, aften, vergrote amandelen, ontstoken tandvlees, lang durende verkoudheid, etterige slijmafscheiding, hoofdpijnen boven en onder de ogen.
- 4) Dysbiose: verandering darmflora door, onder andere, een verlaagde immuniteit, voeding en bestraling.

Het is als osteopaat zaak om deze stoorvelden terug te brengen naar een lokale homeostase om zo de voorwaarden te creëren voor het systemisch herstel van het bindweefsel en daarmee het wondherstel.

#### §2.2.9: De invloed van de metabole velden op het herstel van het bindweefsel

Embryologie is een outside-inside proces, waar krachten (metabole velden) een belangrijke rol spelen in het tot uiting komen van de vorm en de functie. Dit krachtenspel blijft het hele leven bestaan en vormt de basis van de optimale vitaliteit. Deze krachten zijn de koppeling tussen anatomie en fysiologie.

In hoofdstuk 1 §2.4 is besproken dat als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen er een vorm en functie verandering ontstaat en daarmee een verandering van het metabolisme. Zo kan er

een situatie ontstaan met een bepaalde *pattern of strain* wat kan leiden tot een symptoom. De *pattern of strain* manifesteert zich in het bindweefsel waarvan de onderliggende structuren water, matrix, cellen en vezels zijn. De configuratie van precies deze structuren zullen veranderen en daarmee verandert het metabolisme.

Deze symptomen kunnen zich lokaal voordoen maar door endocriene en neurocricne communicatiesystemen kunnen symptomen zich ook op andere plekken in het lichaam manifesteren. Zo kan een *pattern of strain* de veneuze en lymfatische afvoer belemmeren met congestie tot gevolg. Ook kan het axoplasmatisch transport verminderen waardoor signalen minder effectief kunnen worden doorgegeven.

Een trauma is bij uitstek een moment waarop dit krachtenspel zich op een andere manier gaat manifesteren in het bindweefsel. Deze verandering kan zich uiten in het functioneren van het weefsel zelf en daardoor zal dit het herstel van het bindweefsel beïnvloeden. Door andere trek of drukkrachten kan de bindweefselmatrix veranderen en daarmee de onderliggende samenstelling zoals de PH waarde en de collageenstructuur. Dit heeft lokaal invloed op het herstel van het bindweefsel.

In hoofdstuk 1 §1.3 is het tensegrity model uitgewerkt ter onderbouwing voor de manier waarop het lichaam als een geheel kan worden gezien. Duidelijk werd dat een externe invloed via de verschillende hiërarchische lagen van een organisme invloed kan hebben op het metabolisme op celniveau. Het model toont aan dat het geheel zich zal aanpassen aan een bepaalde disfunctie, niet slechts een deel ervan.

#### §2.2.10: De invloed van de metabole velden op het herstel van het bindweefsel en de rol van de osteopaat

De osteopaat zoekt naar beweging of een gebrek daaraan. Een gebrek aan beweging geeft de osteopaat een indicatie van de functie van het weefsel. Gezond weefsel functioneert en beweegt om die functie uit te oefenen. Beweging ontstaat vanuit metabolische interactie. Kennis van de embryologische groei en de directe ontstaansrelaties van de organen onderling, dragen bij tot inzicht in de wijze waarop het lichaam haar metabolisme manifesteert wanneer symptomen zoals mobiliteitsverlies herkenbaar zijn.

In hoofdstuk 1 § 2.3 zijn we dieper ingegaan op hoe we de kennis van metabole velden kunnen gebruiken in de praktijk. Voor de osteopaat is het belangrijk om te weten vanuit welke metabolische velden weefsels, embryologisch, zijn ontstaan. Vanuit deze kennis herkent de osteopaat het krachtenspel en patroon veranderingen.

Als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen verandert een vorm en de functie. Daarnaast verandert het metabolisme. Op deze manier kan er een situatie ontstaan met een bepaald spanningspatroon wat kan leiden tot een symptoom. Voor osteopaten is dit concept van belang bij het ondersteunen van de patiënt die moet herstellen na trauma.

Het lichaam probeert te allen tijde zo goed mogelijk te functioneren. In het geval van trauma is het terugbrengen naar een zo natuurlijk mogelijke anatomische en fysiologische relatie het doel. Door de *pattern of strain* de behandelen voorkom je een uiteindelijke vormverandering en dus een verandering van functie. In dit concept zitten 2 verschillende oplossingen voor hetzelfde probleem.

Voor het herstel van bindweefsel is het van belang dat de collageen fibrillen al in de gewenste trekrichting worden aangelegd. Na 3 weken wordt de enzymatische afbraak van fibrillen steeds lastiger en na 8 weken heeft een wond al meer dan de helft van zijn treksterkte herwonnen en is het

steeds lastiger voor de osteopaat om dit proces te beïnvloeden. Het is dan ook van belang, voor een goed herstel en behoud van de vorm en functie van het weefsel, om het weefsel in zijn oorspronkelijke trekrichting te krijgen.

Daarnaast zal het verwijderen van een *pattern of strain* ook indirect invloed hebben op het herstel van ons bindweefsel. Er verschillende factoren van invloed op een gezond herstel. Het weefsel moet genoeg voedingstoffen krijgen, heeft zuurstof nodig, moet afvalstoffen kwijt kunnen en moet niet onderhevig zijn aan een te grote *allostatic load*. Door het *pattern of strain* te behandelen creëert de osteopaat de voorwaarden voor het weefsel om goed te kunnen functioneren. Dit kan dus effect hebben op het herstel.



## Conclusie

Ondanks dat de cijfers nog niet officieel gepubliceerd zijn, wijzen de resultaten van osteopathie na traumachirurgie in een meer dan positieve richting. Deze cijfers worden nog waardevoller als het juiste concept en de filosofie van de osteopathie erachter begrepen wordt.

De hoofdvraag van deze thesis is:

***Hoe kan, wetenschappelijk onderbouwd, verklaard worden dat osteopathie een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de genezing, zonder complicaties, van traumapatiënten?***

Om deze vraag te beantwoorden zijn eerst de grondbeginselen van de osteopathie wetenschappelijk onderbouwd aan de hand van 4 deelvragen.

### **1. Hoe kan, vanuit de embryologie, tensegrity en het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS), onderbouwd worden dat de mens een ondeelbare eenheid is?**

Osteopaten zien en behandelen mensen als een biologische eenheid. De Goetheaanse methode van kijken waar het geheel zijn delen creëert sluit hier goed op aan. Een traumawond kan niet op zichzelf bekeken en behandeld worden maar alleen vanuit het gehele menselijke functioneren en zijn.

Het werk van Blechschmidt laat zien dat we vanaf de eerste dag in onze ontwikkeling al een geheel en een organisme vormen. De onderdelen, weefsels en organen komen voort uit dat geheel en niet andersom. Het outside-inside principe benadert embryologie niet alleen vanuit een DNA context maar benadrukt juist de fysieke factoren om het menselijke ontwikkelingsproces te verklaren. Dit benadrukt dat het menselijk lichaam vanaf het prilste begin een geïntegreerde entiteit is.

Aan de hand van het tensegrity model en het basis-bio-regulatie-systeem wordt onderbouwd dat we vanaf de eerste dag in onze ontwikkeling een geheel zijn en het lichaam als een eenheid functioneert.

Het tensegrity-model beschouwt het lichaam als een dynamisch netwerk van spannings- en compressiekrachten. De stabiliteit hangt af van hoe het gehele lichaam de spanning verdeelt en weer in evenwicht brengt. Hierbij vertaalt de spanning zich van het macro- naar het microniveau, waarbij cellulaire structuren, zoals het cytoskelet, mechanische prikkels converteren naar biochemische signalen.

Het BBRS is het grootste beschreven orgaan en is hoofdzakelijk aanwezig in losmazig bindweefsel. Het is een intermediair tussen de aanvoer van voedingsstoffen en afvoer van afvalstoffen van cellen. Zo reguleert het BBRS het milieu exterieur van de cel en is daarmee verantwoordelijk voor een goede homeostase.

De a-specifieke afweerreactie op een stressor vindt plaats in het BBRS. Het verloop van deze reactie en daarmee de toestand van het gehele BBRS is bepalend voor het herstel. Zogenaamde stoorvelden in het BBRS kunnen in het gehele lichaam voor problemen zorgen en de prikkeldeempel verlagen.

Zowel het tensegrity model als het BBRS tonen aan dat externe factoren niet alleen lokaal hun effect hebben maar in het gehele lichaam voor problemen kunnen zorgen. Een trauma kan zodoende niet alleen gezien worden als een plaatselijk probleem maar kan ook elders in het lichaam voor symptomen zorgen. Andersom werkt het ook zo dat problemen elders in het lichaam invloed hebben op het herstel van de het trauma.

Bovenstaande toont aan dat de mens als een biologische eenheid kan worden gezien omdat we ontstaan zijn als een eenheid, alles met elkaar verbonden is als een eenheid en ook functioneert als een eenheid. Het is vanuit deze kennis onmogelijk om een trauma te isoleren als een probleem van een deel van deze eenheid.

## **2. Hoe kan, vanuit het gedachtegoed van Jean-Paul Höppner D.O. en Dr. E. Blechschmidt, de diepere betekenis van de samenhang tussen structuur en functie in het menselijk lichaam onderbouwd worden?**

De metabole velden van Blechschmidt laten de samenhang tussen structuur en functie zien. Blechschmidt onderbouwt dat de structuur van een zich ontwikkelend orgaan niet alleen wordt bepaald door genen maar ook door de fysieke krachten en bewegingen binnen het embryo. Deze metabole velden vanuit de embryologie zijn de voorloper van alle latere mogelijkheden in het lichaam. Als zodanig vormen de vroegere metabole velden het natuurlijke plan voor alle volwassen functies. Er is geen cel, geen weefsel en geen orgaan dat niet al functioneert tijdens zijn eigen ontwikkeling.

Höppner gebruikt drie hoofdprincipes, configuratie, polariteit en het outside-inside principe, om de samenhang tussen structuur (vorm) en functie in het menselijk lichaam te onderbouwen. Een vorm bestaat uit verschillende structuren en hun positionele relatie: de configuratie. Zo bestaat bindweefsel uit de configuratie van water, matrix, cellen en vezels. De configuratie handelt als een eenheid en functioneert in een toestand van de laagste energie of evenwicht. Een afwijking van deze toestand zal daarom nooit vanuit de configuratie zelf komen maar vereist een externe input, het outside-inside principe. Deze externe input, de polariteit, kent een bepaalde richting, frequentie en intensiteit om de weerstand van de configuratie te overbruggen.

In elke vorm is een specifiek patroon te onderscheiden die voortkomt uit hoe de externe krachten (metabole velden) een bepaalde vorm hebben geschapen tijdens de embryologie van de mens. Een proces dat het gehele leven voortduurt.

Het begrijpen en kennen van deze patronen is een belangrijk aspect binnen de osteopathie. Zolang de krachten uit de omgeving zich bewegen langs *“the way of ease”* zal het weinig moeite kosten om een dynamische balans te behouden. Als de oorspronkelijke configuratie van de vorm de krachten uit de omgeving niet kan weerstaan is er sprake van een *pattern of strain*. Deze *pattern of strain* heeft een nieuwe configuratie en daarmee een nieuwe vorm. Door deze nieuwe vorm zal het metabolisme veranderen wat kan leiden tot een symptoom. Anders gezegd; metabolisme onder invloed van een *pattern of strain* wordt zichtbaar als een symptoom.

De *pattern of strain* manifesteert zich in het bindweefsel. De samenstelling van water, matrix, cellen en vezels zal veranderen en daarmee het metabolisme. Deze verandering in het bindweefsel is als osteopaat te palperen. De consistentie (textuur) van het weefsel geeft de osteopaat informatie over het functioneren. Naast de consistentie kan de osteopaat ook de richting van een *pattern of strain* beoordelen en normaliseren.

Als duidelijk is hoe bepaalde weefsels zijn ontstaan vanuit de embryologische krachten dan is er een adequate manier om dit weefsel te behandelen als osteopaat. Het lichaam probeert te allen tijde zo goed mogelijk te functioneren. In het geval van trauma kan het terugbrengen van weefsel naar een zo natuurlijk mogelijke anatomische en fysiologische relatie doeltreffend zijn.

Kortom: het probleem zal altijd lokaal ontstaan door plaatselijke veranderingen van weefsel door een ander *pattern of strain*. De symptomen daarentegen zullen zich zeker niet altijd lokaal voordoen en kunnen zich in het gehele lichaam manifesteren.

### **3. Hoe kan, vanuit de rol van het interstitium en wash out, het belang van een goedwerkende circulatie in het lichaam onderbouwd worden?**

Het interstitium speelt een cruciale rol bij het transport van anaboliëten en kataboliëten naar en van onze cellen. De continue stroom van bloed en lymfe is noodzakelijk om de homeostase van het interstitium in balans te houden. Omdat het laatste gedeelte van het transport, naar en van de cel, altijd via het interstitium gaat is de kwaliteit van het bindweefsel van belang. Als er geen goede wash out is van kataboliëten zoals endotoxines, ontstekingsstoffen, afbraakproducten en hormonen dan kan er door acidose een steriele inflammatie ontstaan. Dit geeft het belang aan van een goedwerkende circulatie in het lichaam.

### **4. Hoe kan, aan de hand van het complex adaptieve systeem (CAS), onderbouwd worden dat we als osteopaat de voorwaarden kunnen scheppen voor het zelforganiserend vermogen van het lichaam?**

Het concept dat de osteopaat slechts voorwaarden schept moet worden gezien in de context van de vorige principes. Het lichaam werkt als een biologische eenheid waar alles met elkaar is verbonden en waar verstoringen niet alleen lokaal maar overal in het lichaam voor symptomen kunnen zorgen. Het menselijk lichaam functioneert als een complex adaptief systeem. Het systeem is onvoorspelbaar en er is geen sprake van een lineaire oorzaak en gevolg. Het bekijken van de losse onderdelen van een systeem geeft geen goed beeld van de onderlinge samenwerking en van de functie van het lichaam in haar totaliteit.

De osteopaat ziet en behandelt de patiënt als biologische eenheid. Een traumawond kan dan niet op zichzelf bekeken en behandeld worden maar alleen vanuit het gehele menselijke functioneren en zijn.

Nadat deze 4 deelvragen zijn beantwoord is in hoofdstuk 2, met behulp van twee deelvragen, vanuit de kennis over de osteopatische grondbeginselen onderbouwd welke bijdrage de osteopaat in de praktijk na traumachirurgie kan leveren.

### **1. Hoe kan de osteopaat, in de verschillende fases van wondgenezing van traumapatiënten, een rol spelen?**

Wondherstel kent 4 verschillende fases. Alle 4 de fases van wondherstel kennen hun eigen vorm (de malleabiliteit verschilt van gelachtig tot vloeibaar) en functie. Er wordt een omgeving gecreëerd waarbij de verschillende fysiologische processen die nodig zijn voor het herstel optimaal kunnen functioneren. Om goed te genezen moet een wond deze fasen in de juiste volgorde en tijdsperiode doorlopen. Vooral de overgang van de inflammatiefase naar de proliferatie fase is belangrijk voor het herstel van de patiënt na trauma. De proteolytische micro-omgeving, die voorwaardelijk is in de ontstekingsfase, werkt in de proliferatiefase het herstel juist tegen.

In de hemostase en inflammatie is de rol van de osteopaat in eerste instantie beperkt. Wel is het belangrijk voor de osteopaat dat hij geïnformeerd is over eventuele pathogenen (PAMP) en over hoe de ontsteking zich heeft ontwikkeld. Dit kan de osteopaat bepalen middels zijn eigen observatie en de CRP waarden vanuit het ziekenhuis.

De eerste behandeling van de osteopaat is rond dag 10 na het trauma. Het proces van wondgenezing moet zich nu in de proliferatiefase bevinden. In deze fase is het belangrijk dat er een omgeving

bestaat waar nutriënten en zuurstof optimaal kunnen worden aangevoerd en katabolieten en andere resten vanuit de ontstekingsfase kunnen worden afgevoerd.

Rond dag 10 ligt de focus al op de productie van het sterkere collageen type 1. In deze fase is het belangrijk dat de collageen fibrillen al in de gewenste trekrichting worden aangelegd zodat de vorm en daarmee de juiste functie wordt gecreëerd.

De osteopaat zou in deze fase moeten zorgen voor optimalisatie van het functioneren van de lymfe en veneuze afvoer. Oedeemvorming beperkt de aanvoer van nutriënten, zuurstof en andere stoffen zoals groeihormonen die nodig zijn voor de proliferatie.

Begrip van de grondbeginselen van de osteopathie is hiervoor belangrijk omdat bovenstaande twee doelstellingen niet zonder meer plaatselijk kunnen worden opgelost.

Het is niet effectief om lokaal het oedeem te draineren als er zich ergens anders in het lichaam een *pattern of strain* bevindt die een goede circulatie tegenwerkt.

Volgens hetzelfde principe is het niet zinvol om als osteopaat lokaal te zorgen dat het bindweefsel in de juiste trekrichting wordt aangelegd als er zich ergens anders in het lichaam een *pattern of strain* bevindt die een hele keten beïnvloedt.

Zo kan er vanuit het grondbeginsel ``het lichaam als biologische eenheid`` verklaard worden dat het behandelen van het bekken of middenrif functioneel kan zijn ondanks dat we te maken hebben met een spiraalbreuk van de tibia. Ook het derde principe van een goede circulatie laat hier zijn betekenis zien. Een goede aan en afvoer van nutriënten en katabolieten is essentieel maar het normaliseren van een *pattern of strain*, om dit proces te bevorderen, zal zich niet logischerwijs op de plek bevinden van het symptoom.

Dit maakt het voor de osteopaat belangrijk om naar het gehele lichaam te kijken en op basis van de diagnose, het lichamelijk onderzoek en het klinisch redeneren het behandelplan op te stellen. De osteopaat kijkt dus naar het geheel en niet alleen naar het symptoom. Of de behandeling nu uiteindelijk heeft gezorgd voor een betere afvoer van katabolieten of aanvoer van nutriënten of hormonen waardoor de wond beter geneest, zal gezien het lichaam als zelforganiserend systeem niet te voorspellen zijn.

Rond dag 40 is de tweede osteopathie behandeling van de traumapatiënt. Het wondherstel bevindt zich dan al ruim 2 weken in de remodeleringsfase. In deze fase is het belangrijk dat de collageen fibrillen in de gewenste trekrichting worden aangelegd zodat de vorm en daarmee de juiste functie wordt gecreëerd. Bij het BBRS is uitgewerkt dat een litteken voor een potentieel stoorveld kan gaan zorgen.

## **2. Hoe kan de osteopaat, in het proces van het herstel van het bindweefsel van traumapatiënten, een rol spelen?**

Voor het bindweefsel zijn 5 factoren van belang om zich te kunnen herstellen.

### **Zuurstof**

Bij acute wonden fungeert hypoxie als een signaal dat vele aspecten van het wondgenezingsproces stimuleert en is daardoor bevorderlijk voor de wondgenezing.

Toch is er snel behoefte aan zuurstof en daarmee aan ingroeiende bloedcapillairen. Fibroblasten hebben tijdens de proliferatie fase een hoge metabolische activiteit voor de productie van matrix

moleculen en vezels. Hiervoor is zuurstof nodig. Als de zuurstofdruk te laag blijft zal het herstel niet op gang kunnen komen.

Osteopaten nemen de kennis over het bindweefsel en wondherstel mee in het totaal van diagnose en lichamelijk onderzoek om een betekenisvol patroon te herkennen. De diagnose en het lichamelijk onderzoek zullen leidend zijn in de behandeling.

### **Bouwstoffen**

Om te kunnen herstellen heeft het bindweefsel bouwstoffen (aminozuren) nodig voor de synthese van eiwitten en om de matrix moleculen en vezels te kunnen produceren. Ook vitamine C en mineralen, als co-factoren voor enzymen, zijn onmisbaar.

Verder is het van belang dat de voedingsstoffen kunnen worden opgenomen en op de juiste plaats komen. Hier is een goede vertering, absorptie en circulatie voor nodig.

De bouwstoffen moeten beschikbaar worden gemaakt voor de fibroblasten. Een van de vele belangrijke hormonen die hier een rol spelen is het IGF-1. De beschikbaarheid van IGF-1 is weer afhankelijk van de werking van de schildklier, de productie in de lever en de aansturing vanuit de hypothalamus.

De conclusie is dat bouwstoffen belangrijk zijn voor het herstel van bindweefsel maar dat de beschikbaarheid van de bouwstoffen voor het herstel gezien moet worden als een complex systeem met centrale en perifere afhankelijkheden. In deze paragraaf zijn een aantal belangrijke factoren genoemd die voor de osteopaat belangrijk zijn om te kennen voor zijn klinische redenering en om in zijn behandeling rekening mee te houden. Ze moeten zeker niet gezien worden als lineaire hulpmiddelen bij het opstellen van een behandelplan.

### **Een trofotrope situatie**

Er blijkt een duidelijke systemische invloed op het wondherstel. Waar stress in eerste instantie het genezingsproces bevordert is er in de proliferatiefase een behoefte aan een trofotrope situatie waarin de fibroblasten optimaal kunnen werken aan de opbouw van het weefsel.

Als het lichaam van de patiënt na trauma niet in de trofotrope toestand komt vertraagt dit lokaal het wondgenezingsproces. Voor de osteopaat is het belangrijk om uit zijn anamnese en onderzoek symptomen te herkennen en met deze indicatie te werken indien geïndiceerd.

### **Een immuunsysteem dat niet chronisch actief is**

Als het immuunsysteem chronisch geactiveerd is komt het herstel van het bindweefsel in het gedrang. De energie die beschikbaar is zal eerst ter beschikking komen aan het immuunsysteem en pas daarna aan het bindweefsel.

Stoorvelden in het lichaam kunnen leiden tot chronische ontstekingen, die daarmee de benodigde energiebronnen onttrekken aan het herstel van het bindweefsel. Het is als osteopaat zaak om deze stoorvelden terug te brengen naar een lokale homeostase om zo de voorwaarden te creëren voor het systemisch herstel van het bindweefsel en daarmee het wondherstel.

### **Geen *pattern of strain***

Als de vorm voorbij gaat aan zijn fysiologische grenzen verandert een vorm en de functie. Daarnaast verandert het metabolisme. Op deze manier kan er een situatie ontstaan met een bepaald *pattern of strain* wat kan leiden tot een symptoom. Voor osteopaten is dit concept van belang bij het ondersteunen van de patiënt die moet herstellen na trauma.

Voor het herstel van bindweefsel is het van belang dat de collageen fibrillen al in de gewenste trekrichting worden aangelegd. Na 3 weken wordt de enzymatische afbraak van fibrillen steeds

lastiger en na 8 weken heeft een wond al meer dan de helft van zijn treksterkte herwonnen en is het steeds lastiger voor de osteopaat om dit proces te beïnvloeden. Het is dan ook van belang, voor een goed herstel en behoud van de vorm en functie van het weefsel, om het weefsel te normaliseren naar zijn oorspronkelijke trekrichting.

Daarnaast zal het verwijderen van een *pattern of strain* ook indirect invloed hebben op het herstel van ons bindweefsel. Er zijn verschillende factoren van invloed op een gezond herstel. Het weefsel moet genoeg voedingsstoffen krijgen, heeft zuurstof nodig, moet afvalstoffen kwijt kunnen en moet niet onderhevig zijn aan een te grote *allostatic load*. Door het *pattern of strain* te behandelen creëert de osteopaat de voorwaarden voor het weefsel om goed te kunnen functioneren. Dit kan dus effect hebben op het herstel.

### **Hoe kan, wetenschappelijk onderbouwd, verklaard worden dat osteopathie een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de genezing, zonder complicaties, van traumapatiënten?**

Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat osteopathie een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de genezing, zonder complicaties, van traumapatiënten. De wetenschappelijk onderbouwing hiervan is te vinden in de grondbeginselen van de osteopathie.

- Op basis van de concepten vanuit de embryologie, tensegrity en het basis-bio-regulatie-systeem (BBRS) kan onderbouwd worden dat de mens een biologische eenheid is. (H1.1)
- Op basis van het gedachtegoed van Jean-Paul Höppner D.O. en Dr. E. Blechschmidt kan de samenhang tussen structuur en functie onderbouwd worden (H1.2)
- Vanuit het principe van wash out en het interstitium kan het belang van een goedwerkende circulatie onderbouwd worden. (H1.3)
- Aan de hand van het complex adaptieve systeem (CAS) kan onderbouwd worden op welke manier de osteopaat voorwaarden kan scheppen voor het zelforganiserend vermogen van het lichaam. (H1.4)

Er is op basis van reguliere medische wetenschap geen heilige graal te vinden die op voorhand uitwijst hoe een behandelprotocol er bij welk traumatisch letsel uit dient te zien. Dit is tevens een logisch gevolg uit de hiervoor benoemde, wetenschappelijk onderbouwde, modellen. Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat de osteopaat, in de verschillende fases van wondgenezing en in het proces van herstel van het bindweefsel van traumapatiënten, met name rond dag 10 en rond dag 40 post-operatief (H2.1 en H2.2) een belangrijke rol kan spelen. De rol van de osteopaat zal idealiter dienen te bestaan uit het scheppen van de voorwaarden voor optimaal herstel rond deze perioden post-operatief.

## Discussie

In het eerste hoofdstuk van deze thesis wordt de betekenis van de grondbeginselen van osteopathie onderbouwd, vanuit de concepten die centraal staan in de samenwerking met het OLVG.

Dit is te verklaren aangezien de osteopaat die aan de basis staat van deze samenwerking met het OLVG Amsterdam en voor het grootste gedeelte verantwoordelijk is voor de tot nu toe behaalde resultaten zijn behandeling op deze concepten baseert.

De vraag is dan alleen wel of de conclusie niet zou moeten zijn dat we conceptueel onderbouwd kunnen verklaren dat een osteopatische behandeling van Danny van der Ven D.O.-MRO een wezenlijke bijdrage levert aan de genezing, zonder complicaties, van trauma patiënten?

Je zou kunnen beredeneren dat de meeste concepten uit hoofdstuk 1 grotendeels wel bekend zijn bij de meeste osteopaten. Het principe van tensegrity en de embryologie volgens Blechschmidt zijn onderdeel van het curriculum van de opleiding osteopathie aan het College Sutherland. Andere osteopaten zouden in ieder geval op basis van deze variabele dezelfde resultaten moeten kunnen behalen.

Aan de andere kant zijn de concepten van vorm en functie gebaseerd op het gedachtegoed uit de evolutionaire osteopathie wellicht minder bekend bij alle osteopaten. De nascholing hierin, die ook Danny van der Ven D.O.-MRO heeft gevolgd, blijkt een intensief traject te zijn op basis van informatie van osteopaten die hebben deelgenomen.

In de nascholing aan het College Sutherland, die wordt gegeven aan osteopaten die willen deelnemen aan de behandelingen van trauma patiënten zijn deze concepten overigens wel onderdeel van het curriculum. De nascholing is ook met deze reden en op verzoek van het OLVG opgezet.

Blijft de vraag natuurlijk relevant of het succes is toe te schrijven aan een persoon of aan een vakgebied. Zodra er meer osteopaten zullen deelnemen aan de samenwerking is dit een interessante vraag om te blijven monitoren.

Een andere vraag is of er niet meer concepten naast die van Blechschmidt, Höppner en Goethe onderdeel hadden moeten zijn van hoofdstuk 1. Een belangrijk reden waarom deze keuze is gemaakt is dat dit de concepten zijn die Danny van der Ven D.O.-MRO gebruikt in zijn samenwerking. Een andere reden is dat het begrijpen en doorgronden van het werk van Höppner maar ook van Blechschmidt een studie op zich is en het werk vrij uitgebreid en daarmee compleet is.

De bevindingen uit dit onderzoek hadden deels ten doel om de brug te slaan tussen de osteopaat en de arts of tussen complementair en regulier. Een beter begrip van grondbeginselen door deze te onderbouwen op basis van wetenschappelijke literatuur. In deze thesis is uitgebreid onderbouwd hoe de grondbeginselen kunnen worden begrepen op basis van de verschillende concepten. Dit zou de arts meer inzicht geven in wat er bedoeld wordt al iemand zegt dat hij holistisch te werk gaat of over vorm en functie begint.

Daarnaast kan het ook gebruikt worden om andere samenwerkingen aan te gaan met ziekenhuizen en zo vanuit de osteopathie onze steen bij te dragen aan het steeds grotere tekort aan zorg. De vraag is nu of een thesis als medium de juiste is. Wellicht beïnvloed door mijn commerciële achtergrond zou het heel nuttig kunnen zijn om de inhoud van deze thesis om te zetten in een presentatie vorm. Deze presentatie in combinatie met de resultaten die behaald zijn in de samenwerking met het OLVG

zouden zo kunnen dienen in het verder vormgeven tussen de samenwerking tussen regulier en complementair.

### **Aanbevelingen**

We moeten bij de samenwerking met het OLVG ons ervan bewust zijn dat er een ander terrein wordt bewandeld gebaseerd op verschillende wetenschappelijke concepten en denkkaders. Dit is natuurlijk in eerste instantie een enorme kans om van elkaar te leren. Het geeft wellicht toegang tot meetapparatuur, kennis en data vanuit het ziekenhuis die niet in de praktijk van een osteopaat aanwezig is.

Aan de andere kant is het belangrijk dat we wel de filosofie en concepten die ten grondslag liggen aan de osteopathie blijven respecteren en uitdragen. Het is natuurlijk goed om wetenschappelijk bewijs te vergaren voor wat we doen maar we moeten waken niet meegesleept te worden in de technocratische 21e-eeuwse wereld waarin alles meetbaar en onderbouwd moet zijn om van waarde te zijn. In een wereld waar reductionisme overheerst ben ik er, zeker na het schrijven van deze thesis, van overtuigd dat de toegevoegde waarde van de osteopathie voor een belangrijke mate voortkomt uit zijn filosofie en concepten.

Aangezien deze thesis de eerste is van het overkoepelende onderzoeksprogramma naar dit onderwerp zou ik mijn ``opvolger`` het volgende willen adviseren. Op dit moment worden de resultaten van deze samenwerking onderzocht door het OLVG Amsterdam.

In navolging op de discussie hierboven kan het van toegevoegde waarde zijn om een eigen onderzoek op te zetten met meetinstrumenten die aansluiten bij het holistische concept van de osteopathie. Literatuuronderzoek naar geschikte meetinstrumenten en vragenlijsten is hiervoor nodig.



## Literatuurlijst

- Barany, E. S. (1954). Influence of testicular hyaluronidase on the resistance to flow through the angle of the anterior chamber. *Acta. Physiol. Scandinav*, pp. 30(2-3):240-8.
- Bie, G. v. (2012). *Wholeness in Science. A Methodology for Pattern Recognition and Clinical Intuition*. Driebergen: Spectrum.
- Blechs Schmidt, E. &. (2004). *The ontogenetic basis of human anatomy. A biodynamic approach to development from conception to birth*. Berkeley: North Atlantic Books.
- Bonaz, B. B. (2018). The Vagus Nerve at the Interface of the Microbiota-Gut-Brain Axis. *doi: 10.3389/fnins.2018.00049.*, 12:49.
- Cano Sanchez, M., Lancel, S., Boulanger, E., & Neviere, R. (2018). Targeting Oxidative Stress and Mitochondrial Dysfunction in the Treatment of Impaired Wound Healing: A Systematic Review. *Antioxidants*. <https://doi.org/10.3390/antiox7080098>, 7.
- de Morree, J. (2018). *Dynamiek van het menselijk bindweefsel. functie, beschadiging en herstel*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Deisboeck, T. K. (2006). *Complex system science in biomedicine*. New York: Springer.
- Dooley, K. (1992). A Nominal Definition of Complex Adaptive Systems," The chaos network. <https://www.researchgate.net/publication/244963240>, 8.
- Favier, A. N. (2023). Moleculaire en cellulaire mechanismen van ontsteking en weefselregeneratie. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051416>, 5.
- Fuglestad MA, T. E. (2021). Evidence-based Prevention of Surgical Site Infectio. *DOI: 10.1016/j.suc.2021.05.027*, 951-966.
- Gibbs, S. B. (2007, maart 18). Wondgenezing bij veneuze ulcera; het mechanisme, de aanpak en moderne ontwikkelingen. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2007;151:635-40, p. 5.
- Girardin. (2023, oktober 12). Opgehaald van morphologicum: <https://www.morphologicum.org/domeinen/evost>
- Girardin, M. (sd). Dictaat College Sutherland. Fysiologie: neuronaal weefsel.
- Groenink, J. (2015). Pathofysiologie van de longen. *doi: 10.1007/978-90-313-9630-6\_3.*, 145–202.
- Guimberteau, J. (2015). *Architecture of human living fascia. The extracellulair matrix and cells revealed through endoscopy*. Edinburgh: Handspring publishing.
- Guimberteau, J. (sd). [https://www.youtube.com/watch?v=Lee4\\_wQnQN8&t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=Lee4_wQnQN8&t=0s). Opgehaald van vidéo fascia ostéopathie: [https://www.youtube.com/watch?v=Lee4\\_wQnQN8&t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=Lee4_wQnQN8&t=0s)
- Guo S, D. L. (2010). Factors affecting wound healing. *doi: 10.1177/0022034509359125.*, 7.
- Guo, S. D. (2010). Factors affecting wound healing. *doi: 10.1177/0022034509359125*, 219–229.
- Hawking, S. (sd). *Lucky Imperfection*. Opgehaald van <https://www.youtube.com/watch?v=8dHfY-Y8Ib8>

- Heylighen, F. (2009). Complexity and Self-Organization. *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, pp. 1-17.
- Hillebrands, J.-L. V. (2014). *Functionele histologie*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Hopper, S. M. (2019). Effectiviteit van diafragmatische ademhaling voor het verminderen van fysiologische en psychologische stress bij volwassenen: een kwantitatieve systematische review. DOI: 10.11124/JBISRIR-2017-003848, 1855-1876.
- Höppner, J. (2022). *Life as a verb: in search for the origin and nature of form & function*. Gent: Skribis Mirto Print.
- Huber M, K. J. (2011). How should we define health? <https://doi.org/10.1136/bmj.d4163>, 32.
- Ingber, D. (1998, 1 1). The architecture of life. *Scientific American*, pp. 48-57.
- Ingber, D. (1998, 1 1). The architecture of life. *Scientific American*, pp. 48-57.
- Ingber, D. (2003). Tensegrity. Cell structure and hierarchical systems biology. DOI: 10.1242/jcs.00359, 7.
- Jayasinghe, S. (2012). Complexiteitswetenschap om gezondheid en ziekte te conceptualiseren: is het relevant voor de klinische geneeskunde? 10.1016/j.mayocp.2011.11.018, 5.
- Kanen, A. (2022). *Safety in osteopathie*. Rotterdam: Eigen uitgave.
- Kineman, R. d.-M.-C. (2018). Inzicht in de weefsel-specifieke rollen van IGF1/IGF1R bij het reguleren van het metabolisme met behulp van het Cre/loxP-systeem. <https://doi.org/10.1530/JME-18-0076>, 12.
- Landen N.X, L. D. (2016). Overgang van ontsteking naar proliferatie: een cruciale stap tijdens wondgenezing. DOI: 10.1007/s00018-016-2268-0, 85.
- Meerwaldt, R. (2018). *Kwaliteitsstandaard Organisatie van wondzorg in Nederland*. Utrecht: Nederlandse Vereniging voor Heelkunde.
- Mescher, A. L. (2016). *Functionele histologie*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Meyers, T. (2015). *Anatomy trains, myofascial meridiand for manuel therapists&movement professionals (4de editie)*. Maine: Elsevier.
- Muts, R. (1994). *Bindweefsel en het basisbioregulatiesysteem als aangrijpingspunt voor de osteopatische behandeling*. Antwerpen: onuitgegeven thesis ter verkrijgen van de titel D.O.
- NRC, R. (2023, 10 22). *Zorg wordt schaars*. Opgehaald van <https://www.nrc.nl>: <https://www.nrc.nl/serie/zorg-wordt-schaars/>
- NVO. (2017). *Domeinomschrijving osteopathie*. Utrecht: Nederlandse vereniging voor osteopathie.
- Ochoa, M. R. (2019). Integrated sensing and delivery of oxygen for next-generation smart wound dressings. . <https://doi.org/10.1038/s41378-020-0141-7>, 46.
- OLVG. (2023, 10 20). *OLVG*. Opgehaald van <https://www.olvg.nl>: <https://www.olvg.nl/afdelingen/traumachirurgie/>
- Oschman, J. L. (2006). *Energiemedizin. Konzepte und ihre wissenschaftliche*. Elsevier.

- Parsons, J. M. (2006). *Osteopathy - Models For Diagnosis, Treatment and Practice*. London: Elsevier.
- Pflüger, C. (2008). The Meaning of Tensegrity Principles for Osteopathic Medicine. Master thesis Donau University Krems. <https://www.osteopathic-research.org/files/original/9a3e19aed447e0336ff19035b88cdcdaca6d283.pdf>, 129.
- Pischinger, A. (2004). *Das system der Grundregulation*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Ruiz-Alonso, S. L.-M.-d.-B. (2021). Tendon tissue engineering: Cells, growth factors, scaffolds and production techniques. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.03.040>, 448-486.
- Still, A. (1899). *Philosophy of Osteopathy*. KIRKSVILLE: PUBLISHED BY A. T. STILL, KIRKSVILLE, MO.
- Still, A. (2015). *The Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy*. London: Read Books Ltd.
- Still, A. T. (1899). *Philosophy of Osteopathy*. KIRKSVILLE: PUBLISHED BY A. T. STILL, KIRKSVILLE, MO.
- Sutherland. (2023). *college-sutherland.n*. Opgehaald van <https://college-sutherland.nl/osteopathie/beginselen-osteopathie/>
- van den Berg, F. (1999). *Angewandte Physiologie: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. New York: Thieme.
- van der Bie, G. (2006). *Immunology Self and Non self from a phenomenological point of view*. Driebergen: Louis Bolk Institute.
- Wahl, D. (2005). "Zarte Empirie" : Goethean Science as a Way of Knowing. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9965-z>, 58–76.
- Wahl, D. C. (2005). Goethean Science as a Way of Knowing. <https://doi.org/10.5840/jh20058134>, 58/76.
- Wessler, I. (2015). pH-dependent hydrolysis of acetylcholine: Consequences for non-neuronal acetylcholine. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2015.04.039>, 3.
- Yang G, R. B. (2013). Tendon and ligament regeneration and repair: clinical relevance and developmental paradigm. *doi: 10.1002/bdrc.21041. PMID: 24078497; PMCID: PMC4041869.*, 19.
- Zindel, J. K. (2019). DAMP's, PAMP's en LAMP's bij immuniteit en steriele ontstekingen. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathmechdis-012419-032847>, 28.
- Zoccante, L. M. (2022). The "Connectivome Theory": A New Model to Understand Autism Spectrum Disorders. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.794516>, 12-34.

|



# **Osteopathie: een logische keuze in het herstel na traumachirurgie**

Een literatuurstudie naar de bijdrage van osteopathie in het herstel  
na traumachirurgie

*Naam en voornaam van de auteur: Jan Willem ten Kate*

*Promotor / begeleider: Jaap Zwaan D.O- M.R.O*

*Afstudeeropdracht voorgedragen met het oog op het afstuderen aan het Nederlands Academisch  
College voor Osteopathie en Mesologie (NACOM)*

*Ondergetekende is als promotor / begeleider van bovengenoemde auteur op de hoogte van de opzet,  
structuur en inhoud van de case/thesis, die ter beoordeling aan het NACOM wordt aangeboden ter  
afsluiting van de opleiding Osteopathie en het behalen van de titel D.O.*

*Ondertekend: (naam in blokletters en handtekening)*

*Naam promotor / begeleider: J. Zwaan D.O.*

*Handtekening:*



