

Effect van een compressie ter hoogte van het os occipitale op de hartritmevariabiliteit

Een vergelijking tussen een compressie aan de hand
van het Cranial Rhythmic Impulse (CV4) en een
mechanische compressie volgens Busquet

Thesis voor het verkrijgen van het Diploma in de Osteopathie (D.O.)
College Sutherland, Amsterdam

Auteur: Casper van Tuijl
Promotor: Rik Hoste D.O.



OSTEOPATHIE
College Sutherland

Amsterdam, november 2011

"I believe in intuition and inspiration. Imagination is more important than knowledge. For knowledge is limited, whereas imagination embraces the entire world, stimulating progress, giving birth to evolution. It is, strictly speaking, a real factor in scientific research."

Albert Einstein

Samenvatting

Achtergrond

Binnen de osteopathische literatuur is veel terug te vinden over het effect van de compressie van het vierde ventrikel (hierna: CV4). Volgens literatuur heeft deze techniek onder andere als resultaat dat het evenwicht van het autonome zenuwstelsel verschuift in de richting van toename van parasymphatische activiteit.

Doel

Met voorliggend onderzoek willen we nagaan of er een verschil is in het effect van een CV4 aan de hand van het Cranial Rhythmic Impulse en een vergelijkbare techniek van een mechanische compressie van het occiput volgens Busquet. We onderzoeken dit aan de hand van de hartritmevariabiliteit (HRV). HRV geldt als non-invasieve parameter van de balans van het autonome zenuwstelsel.

Methode

Bij een onderzoekspopulatie van totaal 24 gezonde personen worden op drie verschillende tijdstippen drie verschillende technieken uitgevoerd: de CV4, de Busquet-techniek en een schijntechiek. Het hartritme wordt opgemeten met een Polar RS800CX hartslagmeter. De hartritmemetingen worden tot HRV analyses verwerkt met behulp van de Kubios HRV software versie 2.0. De HRV analyses worden vergeleken per techniek en tussen de technieken onderling.

Resultaten

Ten aanzien van het Hoge Frequentiedomein (HF) van de HRV geldt dat de HF-waarden ten aanzien van de Busquet techniek en de CV4-techniek significant zijn. De schijntechiek geeft geen significant effect. Voor de Busquet techniek geldt dat de toepassing van de techniek een significante daling in HF waarden geeft tijdens de uitvoering van de techniek en dat de HF waarde na afloop van de toepassing van de techniek een significante stijging vertonen ten opzichte van de waarde van HF tijdens de uitvoering van de techniek. Er is geen significant verschil in de HF waarde tussen voor en na de toepassing van de Busquet techniek. Voor de CV4-techniek geldt dat de toepassing van de CV4 een significante daling in HF waarde laat zien tussen de beginwaarde van HF en de waarde tijdens en na afloop van de toepassing van de techniek.

Conclusie

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de HF waarden van HRV significant beïnvloed worden door de CV4 en de Busquet techniek. Dit onderschrijft de literatuur over de reactie van de CV4 ten aanzien van het autonome zenuwstelsel. Verder verschilt de reactie van de mechanische compressie van de reactie ten aanzien van de CV4 en kunnen we stellen dat werken op het CRI een ander resultaat laat zien dan een mechanische techniek.

Voorwoord

Allereerst wil ik mijn vrouw en kinderen heel hartelijk bedanken voor alle mentale en emotionele steun bij het schrijven van mijn thesis. Zonder jullie geduld met papa's thesis was het mij nooit gelukt om af te studeren. Verder ben ik mijn innige dank verschuldigd aan Rik Hoste. Niet alleen omdat hij mij erg professioneel en adequaat begeleid heeft bij het uitvoeren en schrijven van deze thesis, maar vooral ook voor zijn advies bij het vinden van een geschikt onderwerp. Na lang zoeken en veel verschillende onderwerpen afgewogen te hebben, was het Rik's suggestie om mijn onderwerp in te kaderen tot het onderzoek dat nu voor u ligt.

Uiteraard gaat mijn dank naar alle 24 proefpersonen die geheel belangeloos hun tijd en energie hebben gegeven voor dit onderzoek. Verder mijn hartelijke dank aan Bert van der Werff voor zijn ondersteuning bij het opstellen van de onderzoeksopzet en de statistische verwerking van de onderzoeksgegevens.

Aangezien het schrijven en verdedigen van deze thesis de laatste stap vormt in het afstuderen als osteopaat, resteert mijn hartelijke dank aan iedereen die mijn opleiding mogelijk heeft gemaakt. Dank aan mijn ouders voor financiële en mentale steun, en hartelijk dank aan alle docenten en begeleiders van College Sutherland voor een inspirerende tijd aan een mooie opleiding!

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Voorwoord	4
Inhoudsopgave	5
Inleiding	7
Relevantie voor osteopathie	7
1 Vraagstelling.....	8
1.1 De vraagstelling voor het onderzoek	8
1.2 Hypotheses	8
2 Literatuurstudie.....	9
2.1 Inleiding.....	9
2.2 Osteopathie en gezondheid.....	9
2.3 Oorsprong osteopathie in het craniale bereik	10
2.4 The Compression of the Fourth Ventricle	14
2.4.1 CV4-techniek aan de hand van het CRI.....	14
2.4.2 Mechanische techniek volgens Busquet	17
2.4.3 Toepassingsbereik volgens Sutherland	19
2.4.4 Toepassingsbereik volgens Magoun	19
2.4.5 Toepassingsbereik volgens Upledger	19
2.4.6 Toepassingsbereik volgens Busquet	19
2.4.7 Effect van de CV4 – onderzoeksliteratuur.....	19
2.5 Wetenschappelijk onderzoek osteopathie in het craniale bereik	19
2.5.1 Oorsprong van het Cranial Rhythmic Impulse.....	19
2.5.2 Cranial Rhythmic Impulse vergeleken met andere ritmes	19
2.5.3 Testbetrouwbaarheid.....	19
2.6 Autonome regulatie: circulatie en de hartfunctie	19
2.6.1 Het autonome zenuwstelsel, regulatie van de circulatie.....	19
2.6.2 Hartritmevariabiliteit.....	19
2.6.3 Hartritmevariabiliteit als onderzoeksparameter	19
2.6.4 Interpretatie van de HRV parameters in voorliggend onderzoek	19
3 Experimenteel onderzoek	19
3.1 Methodologie van het onderzoek.....	19
3.1.1 Meting en analyse van de HRV	19
3.1.2 Onderzoekspopulatie.....	19
3.1.3 Inclusie criteria	19
3.1.4 Exclusie criteria	19
3.1.5 Selectie van deelnemers voor het onderzoek	19
3.1.6 De toegepaste technieken	19
3.2 Verloop van het onderzoek.....	19
4 Resultaten	19
4.1 Statistische analyse, gebruikte methode	19
4.1.1 Aannames regressie.....	19

4.1.2	Leeswijzer statistische analyse.....	19
4.2	Statistische analyse.....	19
4.2.1	Analyse van het hoge frequentie domein, HF.....	19
4.3	Samenvatting statistische analyse.....	19
5	Discussie.....	19
5.1	Interpretatie van de onderzoeksresultaten.....	19
5.2	Discussie literatuur.....	19
5.3	Suggesties voor vervolgonderzoek.....	19
6	Conclusie.....	19
7	Bibliografie.....	19
8	Bijlagen.....	19
8.1	bijlage 1: Polar RS800CX – betrouwbaarheid.....	19
8.2	bijlage 2: Hartritmevariabiliteit.....	19
8.3	bijlage 3: Patiënteninformatie.....	19
8.4	bijlage 4: Instemmingsverklaring.....	19
8.5	Bijlage 5: Vragenformulier.....	19
8.6	bijlage 6: Onderzoeksformulier.....	19
8.7	bijlage 7: Methode literatuurverzameling.....	19
8.8	bijlage 8: HRV metingen – ruwe data.....	19
8.9	bijlage 9: HRV analyses.....	19
8.9.1	Analyse van het lage frequentie domein, LF.....	19
8.9.2	Analyse van de gemiddelde hartslag, mean HR.....	19
8.9.3	Analyse van de RMSSD.....	19
8.9.4	Analyse van de HF/LF.....	19

Inleiding

Binnen de osteopathische literatuur is veel terug te vinden over het effect van de compressie van het vierde ventrikel (hierna: CV4). Volgens de literatuur mogen we van deze techniek veel verwachten. Zo geeft Magoun in 'Osteopathy in the Cranial Field' (1976) onder andere aan dat de stasis van liquor cerebrospinalis, lymfe en veneus bloed wordt opgeheven door toepassing van een CV4. Ook geeft Magoun aan dat de vitale centra in de medulla oblongata door de CV4 worden ontgift, gevoed en gestimuleerd. Upledger geeft in Craniosacral Therapy (2007) aan dat de CV4 onder andere een effect heeft op de autonome controle van de secundaire respiratie en dat de CV4 een verandering van het vegetatieve evenwicht bewerkstelligt: een verschuiving van de autonome balans in de richting van parasympathische activiteit van het autonome zenuwstelsel.

Verder vinden we in de literatuur verschillende methoden van uitvoering van deze techniek:

1. Sutherland (1990), Magoun (1976) en Upledger (1983) beschrijven een uitvoering van de CV4 aan de hand van het Cranial Rhythmic Impulse (hierna: CRI);
2. Busquet (2004) beschrijft een transversale compressie ter hoogte van het supraocciput, onafhankelijk van het CRI;
3. Sills (2001) beschrijft een biodynamische variant van de CV4;

Als we kijken naar de onderzoeksliteratuur, dan vinden we verschillende onderzoeken terug die gericht zijn op het effect van de CV4-techniek. Uit onderzoek blijkt dat een deel van de veronderstelde effecten van de CV4 bevestigd kunnen worden. Zo heeft de techniek bijvoorbeeld een effect op de balans van het autonome zenuwstelsel (Collard, 2009) en blijkt na een inspanningstest de lactaateliminatie uit het bloed sneller te verlopen als de CV4 wordt toegepast (Kenter, 2001).

Relevantie voor osteopathie

Aangezien er in de literatuur verschillende uitvoeringen van de CV4-techniek terug te vinden zijn, is het voor osteopaten relevant om een gefundeerde keuze te kunnen maken welke techniek in de praktijk toe te passen. Verder draagt dit onderzoek bij aan de discussie over de rol van het Primair Respiratoir Mechanisme (hierna: PRM) binnen de osteopathie. Zo blijkt uit onderzoek dat de testbetrouwbaarheid van osteopathie in het craniale bereik beperkt is (intra- en inter-beoordelaar betrouwbaarheid, zie hoofdstuk 2.5.3 voor verdere toelichting en referenties). Dit onderzoek kiest een andere insteek om een uitspraak te kunnen doen over technieken toegepast aan de hand van het PRM: is er een verschil in effect waar te nemen tussen een mechanische compressie op het occiput en de CV4 die uitgevoerd wordt rekening houdend met het PRM?

1 Vraagstelling

Met voorliggend onderzoek willen we nagaan of er een verschil is in het effect van een CV4 aan de hand van het CRI en een techniek van een mechanische compressie volgens Busquet. We onderzoeken dit aan de hand van de hartritmevariabiliteit (hierna HRV) aangezien dit een parameter is die op een non-invasieve wijze te meten is en deze parameter een indicatie geeft van de balans van het autonome zenuwstelsel. Naar de toepassing van een CV4 op basis van het CRI is al door Collard (2009) en Milnes (2007) onderzoek gedaan naar het korte termijn effect op de HRV waaruit blijkt dat de CV4 bij een gedeelte van de onderzoekspopulatie een regulerend effect heeft op de HRV. Met deze thesis willen we nagaan of er op basis van de HRV-metingen een verschil is in effect van een CV4 aan de hand van het CRI en een vergelijkbare techniek van een continue mechanische compressie op het occiput zoals beschreven door Busquet. Beide technieken worden vergeleken met een schijntechiek. De thesis bestaat uit een literatuurstudie en een klinisch experimenteel onderzoek.

1.1 De vraagstelling voor het onderzoek

Wat is het korte termijn effect van een klassieke CV4-techniek op de HRV?

Wat is het korte termijn effect van een compressie volgens Busquet op de HRV?

Is er een verschil in effect op de HRV van een CV4-techniek toegepast op geleide van het CRI (klassieke toepassing) in vergelijking met een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet?

1.2 Hypotheses

Uit bovenstaande vraagstelling kunnen de volgende hypothesen worden afgeleid:

H1: Er is een korte termijneffect van een klassieke CV4 op de HRV.

H0 1: Er is geen korte termijneffect van een klassieke CV4 op de HRV.

H2: Er is een korte termijneffect van een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

H0 2: Er is geen korte termijneffect van een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

H3: Er is een verschil in korte termijn effect tussen een klassieke CV4 en een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

H0 3: Er is geen verschil in korte termijn effect tussen een klassieke CV4 en een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

2 Literatuurstudie

2.1 Inleiding

Aangezien de literatuur met betrekking tot osteopathie in het craniale bereik een grote verscheidenheid aan onderwerpen en hypothesen bevat, zullen we in deze thesis de literatuurstudie beperken tot enkele hoofdlijnen die voor voorliggend onderzoek relevant zijn:

- Ontstaansgeschiedenis van osteopathie in het craniale bereik en de CV4 (hoofdstuk 2.3);
- De compressie van het vierde ventrikel: toepassing van de techniek en het effect (hoofdstuk 2.4);
- Sutherlands Primair Respiratoir Mechanisme en het Cranial Rhythmic Impulse: definitie en wetenschappelijke onderbouwing (hoofdstuk 2.5);
- Autonome regulatie en hartritmevariabiliteit: wetenschappelijke achtergrond en mogelijke verbanden met een compressie van het occiput (hoofdstuk 2.6).

Literatuur is verzameld door gebruik te maken van medische en osteopathische databases en zoekmachine Google. In bijlage 8.7 is een overzicht opgenomen van de zoektermen en geraadpleegde databases.

2.2 Osteopathie en gezondheid

Osteopathie is een volledig systeem van diagnose en therapie, gebaseerd op de samenhang van anatomie en fysiologie, voor het bestuderen, het voorkomen en het behandelen van ziekte. Osteopathie beschouwt de toestand van het menselijke mechanisme als geheel, zowel in relatie tot zijn interne fluidische milieu als in relatie tot zijn externe omgeving. Osteopathie baseert zich op het uitgangspunt dat het hele lichaam, indien adequaat gevoed, dusdanig functioneert dat het zichzelf optimaal onderhoudt, repareert en geneest, zolang de structuur en fysiologische functie van het lichaam in orde zijn. Dit uitgangspunt betekent onder andere dat weerstand van het lichaam tegen ziekte afhankelijk is van normale bloedvoorziening en innervatie. Ook dienen alle onderdelen van het lichaam in correcte relatie tot elkaar te staan en moeten deze beschikken over de normale bewegingsvrijheid (Magoun, 1976).

Een dergelijke holistische benadering benadrukt de noodzaak dat een genezer het individu dat de ziekte bij zich draagt bestudeert in plaats van de ziekte die het individu ziek maakt. Het principe van osteopathie betreft de benadering waarbij gewerkt wordt aan de normalisatie van de gehele lichaamsstructuur.

Osteopathie is een manuele vorm van geneeskunde waarbij de (manuele) diagnose en behandeling plaatsvindt ten aanzien van verschillende soorten disfuncties. Osteopathie in het craniale bereik maakt daarbij een integraal onderdeel uit van het concept van gezondheid van de osteopathie. Zoals Magoun aangeeft is het niet de bedoeling te suggereren dat het craniale concept

een allesomvattende oplossing is voor disfunctie of dat het oplossen van craniale disfuncties de enige behandeling zou zijn die nodig is. Aan de andere kant geldt voor veel gevallen dat een verstoring van het craniale mechanisme een belangrijke rol kan spelen bij klachten en als zodanig dus ook een belangrijke ingangsweg kan zijn voor de behandeling. Craniale correctietechnieken kunnen een belangrijke toevoeging zijn voor therapeutische ingrepen. In sommige condities biedt het craniale concept zelfs de enige logische verklaring voor aanwezige klachten en vormt het de enige logische oplossing hiervoor, aldus Magoun.

2.3 Oorsprong osteopathie in het craniale bereik

Osteopathie vindt zijn oorsprong in het gedachtegoed van Andrew Taylor Still (6 augustus 1828 – 12 december 1917). Still geeft zelf aan het jaar 1874 als de feitelijke start van osteopathie te beschouwen. Het voornaamste verschil van het gedachtegoed van Still met de destijds gevestigde orde van artsen baseerde zich op het uitgangspunt van Still dat het lichaam zelf alle krachten herbergt om tot genezing te komen. Still zette zich daarbij stevig af tegen het voorschrijven van medicijnen door artsen. Ondanks veel kritische geluiden wist Still osteopathie te vestigen als vorm van geneeskunst en richtte hij uiteindelijk in 1892 the American School of Osteopathy op in Kirksville (Still, 1908).

Osteopathie in het craniale bereik vindt haar oorsprong in het gedachtegoed van William Garner Sutherland (27 maart 1873 - 23 september 1954). Sutherland kwam via een vriend in 1897 in aanraking met osteopathie. Sutherland was destijds journalist voor de Austin Daily Herald en raakte gefascineerd van de principes van osteopathie. Na een bezoek aan de American School of Osteopathy besloot Sutherland om een jaar later osteopathie te gaan studeren in Kirksville (Sutherland, 1962).

Tijdens zijn studie in Kirksville wordt Sutherland in 1899 gegrepen door een gedachte die later zou uitmonden in het ontstaan van toepassingen van de osteopathie ter hoogte van het cranium. Sutherland had de gewoonte om voor de lessen de vitrines met anatomische preparaten van Dr. Still te bestuderen. Op een ochtend, kijkend naar de botten van de menselijke schedel, werd Sutherland's aandacht aangetrokken door een fascinerende kwaliteit van deze craniale botstukken. Zoals hij het zelf beschreef:

“As I stood looking and thinking in the channel of Dr. Still’s philosophy, my attention was called to the bevelled articular surfaces of the sphenoid bone. Suddenly there came a thought – I call it a guiding thought – ‘bevelled, like the gills of a fish, indicating articular mobility for a respiratory mechanism’.”¹

¹ In 'With Thinking Fingers' (1962) wordt door Adah Strand Sutherland aangegeven dat dr. Sutherland naar de 'articular surfaces of the sphenoid bone' keek toen de eerste gedachte ten aanzien van een PRM bij hem op kwam. In 'Teachings in the Science of Osteopathy' (1990) spreekt Sutherland zelf van de 'articular surfaces of the greater wing of the sphenoid and the squamous portions of the temporal bones, the spenosquamous suture'.

De gedachte leek aanvankelijk dusdanig onrealistisch dat Sutherland deze aan de kant schoof en zijn studie vervolgde. Ongeveer een jaar later ontvangt Sutherland op 28 juni 1900 uit handen van Dr. Still zijn diploma: Doctor of Osteopathy.

In de tussenliggende jaren kan Sutherland de eerdere gedachte over craniale mobiliteit niet loslaten. Sutherland is ervan overtuigd dat de schedel onderdeel uitmaakt van een geheel mechanisme en dat alles wat met dat mechanisme te maken heeft een achterliggende reden of doel moet hebben. Dus het feit dat de verschillende schedelbotten aan de naden wederzijds waren afgeschuind moest een functie hebben. Deze gedachte resulteerde in een uiterst gedetailleerde studie van Sutherland naar de vorm en details van de verschillende schedelbotten, want zoals Dr. Still aangaf: *"It is the little things that are the big things in the science of osteopathy"*.

Sutherland's speurtocht naar mogelijke mobiliteit van de schedelbotten gaat verder waarbij hij de principes van Dr. Still nauw aanhoudt. Zo redeneert Sutherland dat de ontwikkeling van de schedelbasis vanuit een chondrale oorsprong en het schedeldak vanuit een membraneuze oorsprong een relatie moet hebben met mobiliteit. Als de schedelbasis articulaire mobiliteit bezit, dan moet er elders gecompenseerd kunnen worden voor deze bewegingsvrijheid. Het schedeldak zou deze compensatie kunnen bieden (Sutherland, 1962).

Na verdere studie van het cranium komt Sutherland tot de hypothese dat de reciproke tensiemembraan een centrale rol moet spelen in het concept van craniale mobiliteit. Dit membraan, aangehecht aan de verschillende craniale botstukken, geleidt en reguleert de onwillekeurige beweging van het cranium. Dit in nauwe relatie met de ritmische fluctuatie van de liquor cerebrospinalis en de veneuze drainage.

Sutherland had inmiddels een aardig deel van de puzzel compleet, maar wat hem nog bezig hield was zijn eerdere gedachte *"... for a respiratory mechanism"*. Sutherland vindt uiteindelijk in een tekstboek voor fysiologie een voor hem significante link met betrekking tot het vierde ventrikel:

"All the physiological centres including that of respiration, are located in the floor of the fourth ventricle" (Sutherland, 1962, p. 36).

Aan de hand hiervan stelt Sutherland de hypothese op dat de bodem van het vierde ventrikel het primaire fysiologische centrum voor respiratie is, en het diafragmale respiratie mechanisme als secundair aangemerkt kan worden.

Rond de tijd van Sutherlands huwelijk met Adah Strand Sutherland (22 mei 1924) komt Sutherland in een nieuwe fase van onderzoek naar craniale mobiliteit. Aangezien zijn standpunten over mobiliteit indruisen tegen de bestaande opvattingen over het cranium, besluit Sutherland om zijn hypothesen op zichzelf

uit te proberen. Sutherland gebruikt hiervoor verschillende zelfgemaakte constructies van leer, rubber, houten schalen en leren handschoenen om bepaalde delen van zijn eigen cranium te kunnen comprimeren. Eén van deze experimenten betreft de compressie van het vierde ventrikel. Sutherland gebruikt hiervoor een V-vormige hoofdsteun gemaakt van leren handschoenen. Door middel van een leren riem met gesp voert hij hiermee een compressie uit ter hoogte van het vierde ventrikel. Na afloop van het experiment, waarbij hij bijna het bewustzijn verloor, beschrijft hij zijn eigen ervaringen als volgt:

“A sensation of warmth followed... And also a remarkable movement of fluid, up and down the spinal column, through the ventricles, and surrounding the brain. Believe it or not, there also was a movement of my sacrum!” (Sutherland, 1962, p. 40).

Verschillende experimenten volgden en op basis van zijn eigen ervaringen ontwikkelt Sutherland zijn ideeën over het craniale systeem. Dr. Still had daarbij al eerder de nadruk gelegd op de rol van de liquor cerebrospinalis. Dr. Still sprak van deze vloeistof als:

“the cerebrospinal fluid is one of the highest known elements in the body. Unless the brain furnishes this fluid in abundance, a disabled condition of the body will remain.” (Sutherland, 1962, p. 41).

Sutherland continueert zijn studie naar de craniale botstukken en voert verder experimenten op zichzelf uit naar verschillende spanningspatronen van het cranium die hij in het dagelijks leven observeert. Hierbij worden onder andere visuele aspecten betrokken in relatie tot de botstukken van de orbita, legt Sutherland verbanden tussen craniale problemen en ontstoken sinussen en passeren verschillende problemen na een tandextractie de revue.

Geleidelijk gaat Sutherland zijn theorie in zijn eigen praktijk voor osteopathie toepassen en worden de mechanische experimenten vervangen door de toepassing van handgrepen bij patiënten. Aangezien de resultaten positief zijn trekt Sutherland meer patiënten aan en ontstaat bij hem de wens om osteopathie in het craniale bereik bredere bekendheid te geven.

In 1929 brengt Sutherland tijdens een lezing voor het eerst enkele van zijn ideeën naar buiten. In eerste instantie blijft een reactie op zijn ideeën achterwege. Na verschillende inspanningen van Sutherland in tussenliggende jaren, waaronder zijn column ‘Skull-notions’ in ‘The Northwest Bulletin’ geeft hij in 1932 zijn eerste lezing aan collega’s over het onderwerp. Er komen slechts zeven personen op af. Vervolgens krijgt Sutherland in de periode van 1934 tot 1939 de kans om zijn ideeën te delen via artikelen in ‘The Osteopathic Profession’. Uiteindelijk leidt een en ander er toe dat Sutherland in 1939 zijn eerste boek ‘The Cranial Bowl’ publiceert. Hij geeft dit in eigen beheer uit en in eerste instantie valt de verkoop tegen.

De voornaamste weerstand die Sutherland ondervond bij het delen van zijn ideeën was het gebrek aan 'overtuigend bewijs'. Daarbij realiseerde Sutherland dat casestudies dit gebrek aan bewijs zouden kunnen invullen, maar geloofde hij er in dat zijn collega's aan de hand van craniale anatomie zelf overtuigd moesten raken van de kracht van het concept. Zoals Sutherland het zelf aangaf:

"They have to find out the truth themselves, then they will come up with case histories as convincing for them as mine are for me"
(Sutherland, 1962, p. 73).

Het duurt uiteindelijk tot ongeveer 1942 vooraleer de ideeën van Sutherland breder weerklank gaan vinden. Verschillende collega's krijgen mede vanuit hun eigen ervaring meer interesse en in 1943 verschijnt een publicatie over osteopathie in het craniale bereik van Rebecca en Howard Lippincot, de eerste publicatie die niet door Sutherland zelf geschreven werd. Uiteindelijk wordt in 1946 de 'Osteopathic Cranial Association' (hierna OCA) opgericht als onderdeel van de Academy of Applied Osteopathy.

De jaren daarna staan voor Sutherland in het teken van lesgeven, klinische toepassing van zijn osteopathie in het craniale bereik en het schrijven van artikelen. Zijn onderzoek gaat zich meer richten op de ontwikkeling van het cranium bij kinderen en wat Sutherland 'bent twigs' noemt: mogelijke oorzaken in de gestoorde ontwikkeling van de schedel als oorzaak van latere craniale spanningspatronen.

Op basis van dit latere onderzoek ontstaat in samenwerking met Rebecca en Howard Lippincot in 1945 de publicatie 'Compression of the Condylar Parts of the Occiput'. In de jaren daarna doen verschillende collega's nader onderzoek naar onder andere het reciproke tensiemembraan, het 'Sutherland fulcrum' en de mobiliteit van craniale botten. In 1951 publiceert Magoun, gesponsord door de OCA, zijn boek 'Osteopathy in the Cranial Field'. Tot Sutherlands grote vreugde blijkt de tijd voor een dergelijk boek in 1951 wel rijp te zijn, waar Sutherland zelf in 1939 nog grote moeite had om zijn eerste boek over osteopathie in het craniale bereik aan de man te brengen.

Aangezien Sutherland inmiddels een respectabele leeftijd heeft bereikt, besluit hij na een periode van innerlijke reflectie om in 1953 'The Sutherland Cranial Teaching Foundation' op te richten. Doel van deze foundation was om verder onderzoek naar het craniale concept mogelijk te maken en om instructie te geven aan collega's gebaseerd op zijn originele craniale concept. Een jaar na de oprichting van de Cranial Teaching Foundation komt Sutherland te overlijden op 23 september 1954.



2.4 The Compression of the Fourth Ventricle

Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven vindt de CV4 zijn oorsprong in het gedachtegoed van Sutherland. De techniek is sinds de eerste mechanische experimenten van Sutherland verder geëvolueerd en wordt beschreven in verschillende boeken. In de literatuur vinden we verschillende methoden van uitvoering van de CV4:

1. Sutherland (1990), Magoun (1976) en Upledger (1983) beschrijven de klassieke uitvoering van de CV4 aan de hand van het Cranial Rhythmic Impulse² (hierna: CRI);
2. Busquet (2004) beschrijft een transversale compressie ter hoogte van het supraocciput, onafhankelijk van het CRI;
3. Sills (2001) beschrijft een biodynamische variant van de CV4;

Binnen de osteopathische literatuur is veel terug te vinden over de effectiviteit van de compressie van het vierde ventrikel. Volgens de literatuur mogen we van deze techniek veel verwachten. Zo geeft Magoun (1976) onder andere aan dat de stasis van liquor cerebrospinalis, lymfe en veneus bloed wordt opgeheven door toepassing van een CV4. Ook geeft Magoun aan dat de vitale centra in de medulla oblongata door de CV4 worden ontgift, gevoed en gestimuleerd. Upledger (1983) geeft aan dat de CV4 onder andere een effect heeft op de autonome controle van de secundaire respiratie en dat de CV4 een verandering van het vegetatieve evenwicht bewerkstelligt: een verschuiving van de autonome balans in de richting van parasympathische activiteit van het autonome zenuwstelsel.

In dit hoofdstuk beschrijven we achtereenvolgens de methode van uitvoeren van de CV4 en de Busquet techniek. Vervolgens beschrijven we de verschillende toepassingsmogelijkheden volgens de literatuur. In hoofdstuk 2.4.7 worden de resultaten van wetenschappelijk onderzoek naar het effect van een CV4 beschreven.

2.4.1 CV4-techniek aan de hand van het CRI

De klassieke techniek van de compressie van het vierde ventrikel wordt onder andere beschreven door Sutherland, Magoun en Upledger.

Sutherland

In *'Teaching in the Science of Osteopathy'* (1990) beschrijft Sutherland de techniek onder het hoofdstuk *'Management of the Cerebrospinal Fluid Fluctuation'*. De techniek wordt toegepast door het squama van het occiput, het

² Sutherland spreekt in zijn boeken en publicaties uitsluitend van het Primary Respiratory Mechanism (PRM). De term Cranial Rhythmic Impulse of kortweg CRI is later in 1961 door Woods geïntroduceerd als beschrijving van het palpeerbare ritme van de PRM (Magoun, 1976).

supraocciput, naar mediaal in te veren³ en daar te houden zodat de vorm van de fossa cranialis posterior verandert. Deze verandering van de fossa cranialis posterior brengt het cerebellum naar beneden op het dak van het vierde ventrikel en brengt de pons naar boven. Hiermee verkleint de ruimte van het vierde ventrikel en aangezien de liquor cerebrospinalis niet comprimeerbaar is, zorgt deze handeling ervoor dat de vloeistof wordt bewogen, het verplaatst de vloeistof. Sutherland geeft daarbij aan dat het werk van de therapeut klaar is zodra het still point is bereikt. Sutherland beschrijft dit still point als een gevoel van vibratie, een ritmische balans in de vloeistof en een staat die lijkt op *'suspended animation'*. Na dit still point neemt het lichaam van de patiënt het werk over en mag de therapeut alleen nog observeren.

Magoun (1976) en Upledger (1983) beschrijven de toepassing van de CV4 in meer detail. Beiden beschrijven de techniek waarbij de handen van de therapeut over elkaar heen liggen en de duimmuizen contact maken met het supraocciput maar niet met de sutura occiptomastoideae of het mastoid. Magoun geeft als alternatief dat de vingers ook in elkaar gevouwen kunnen worden. Magoun beschrijft een vergelijkbare benadering als Sutherland waarbij het occiput door een constante manuele compressie in de positie van de exhalation phase wordt gehouden. Na een aantal minuten treedt een verzachting van het occiput op en wordt de regio tussen de handen warmer en kan het voorhoofd van de patiënt iets vochtig worden. De diafragmale ademhaling wordt gelijkmatiger en zachter met soms een diepe ontspannende zucht. Als deze fase bereikt is laat de therapeut zijn compressie voorzichtig los. Tot slot beschrijft Magoun dat de techniek ook aan de dorsale zijde van de ossa temporalia uitgevoerd kan worden, of ter hoogte van het processus mastoideus, dan wel ter hoogte van het processus matoideus en occiput gelijktijdig. Zowel Magoun als Upledger beschrijven de techniek ook uitgevoerd ter hoogte van het sacrum.

Upledger beschrijft de techniek aan de hand van het CRI waarbij de handvatting vergelijkbaar is als Sutherland en Magoun, maar waarbij de extensiebeweging van het occiput gevolgd wordt en waarbij weerstand geboden wordt tegen de flexiebeweging. Dit proces wordt herhaald totdat het ritme uiteindelijk tijdelijk stopt. Upledger beschrijft daarbij een vergelijkbaar effect van ontspanning als Magoun.

Uit bovenstaande literatuur (Sutherland 1990, Magoun 1976, Upledger 1983 en Kenter 2001) is de onderstaande omschrijving van de techniek samengesteld. De hier beschreven uitvoering van de CV4-techniek is voor het onderzoek van deze thesis toegepast.

³ Sutherland spreekt van 'springing the occipital squama', hier vertaald als inveren. Uit de tekst lijkt dat hij hier indrukken of inveren bedoelt.

Uitvoering van de CV4

Patiënt: in ruglig

Therapeut: zit aan het hoofd van de patiënt.

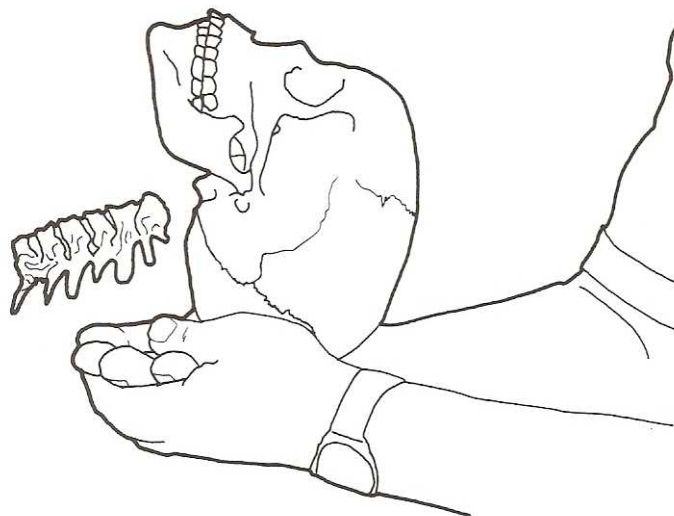
De therapeut legt zijn handen samen zodat de duimen een 'V' met elkaar maken. De apex van de door de duimen gevormde 'V' ligt ongeveer ter hoogte van de processus spinosus van de tweede of derde cervicale wervel. De duimmuizen bevinden zich op het meest laterale gedeelte van het supraocciput, mediaal van de suturae occipitomastoideae.

Uitvoering:

1. Palpatie naar positie en vorm van het supraocciput;
2. Palpatie naar beweging van het supraocciput;
3. We kennen nu de test en behandelparameter: tijdens de expansiefase wordt het occiput transversaal breder en wil het naar anterior bewegen. Tijdens de retractiefase wordt het occiput transversaal smaller en wil het naar posterior bewegen.
4. De therapeut laat de beweging van het supraocciput tijdens de expansiefase niet toe, maar drukt niet. De therapeut volgt de beweging van het supraocciput tijdens de retractiefase en drukt niet. De therapeut verlegt hierdoor het midden van de beweging tussen flexie + externe rotatie en extensie + interne rotatie in de richting van de extensie + interne rotatie.
5. Als ondersteuning kan een diepe expiratie van de patiënt nuttig zijn.
6. Stap 4 wordt net zo lang herhaald totdat de craniale ritmische impuls wordt verlaagd, gedesorganiseerd is, totdat het stopt, weliswaar voor een tijdje maar wel totaal. Het Still-point is nu geïnduceerd. Dit kan meerdere seconden tot minuten duren. De ademhaling van de patiënt zal veranderen en er zal een beetje zweet op het voorhoofd van de testpersoon verschijnen. Een merkbare ontspanning van het lichaam volgt.
7. Wanneer, tijdens de expansiefase, het supraocciput transversaal weer duidelijk breder wil worden en naar voren wil gaan, begeleidt de therapeut de beweging van het supraocciput nog enkele keren binnen de fysiologie. Hiermee is de CV4-techniek volbracht.

Contra-indicaties: Upledger (1983) beschrijft als contra-indicatie de aanwezigheid van intracraniale bloedingen of een aanwezig aneurysma.

Figuur 1: uitvoering van de CV4 (Upledger 1983)



2.4.2 Mechanische techniek volgens Busquet

De mechanische compressie van het occiput wordt beschreven door Busquet in 'Les chaînes musculaires Tome V: Traitement du crane' (2004). In de inleiding van dit boek geeft Busquet aan een osteopathieopleiding te hebben gehad. Na jaren van studie en zelf onderricht in osteopathie in het craniale bereik gegeven te hebben, stond hij heel kritisch tegenover het gebrek aan wetenschappelijke onderbouw van het primair respiratoir mechanisme. Daarnaast heeft Busquet het concept van de spierkettingen ontwikkeld, waarbij hij vaststelde dat alle ketens uiteindelijk ook aanhechten ter hoogte van de schedel en op die manier een invloed kunnen uitoefenen op de suturen, intraossaire spanningen en op de membranen. Vandaar dat alle technieken ter hoogte van de schedelbotten door Busquet op een meer mechanische wijze worden uitgevoerd.

Patiënt: in ruglig

Therapeut: zit aan het hoofd van de patiënt.

De handpalmen zijn tegen elkaar aan geplaatst en vormen een kom, aangepast aan de vorm van het occiput van de patiënt.

De duimmuizen hebben contact met de angulus lateralis van het occiput en liggen caudaal van asterion en mediaal van de sutura occipito-mastoidea.

De handpalmen nemen een zo breed mogelijk contact met de schaal (squama) van het occiput.

Uitvoering: de therapeut voert door een interne rotatie van de onderarmen een compressie uit op de angulus lateralis van het occiput in de richting van de mediaanlijn.

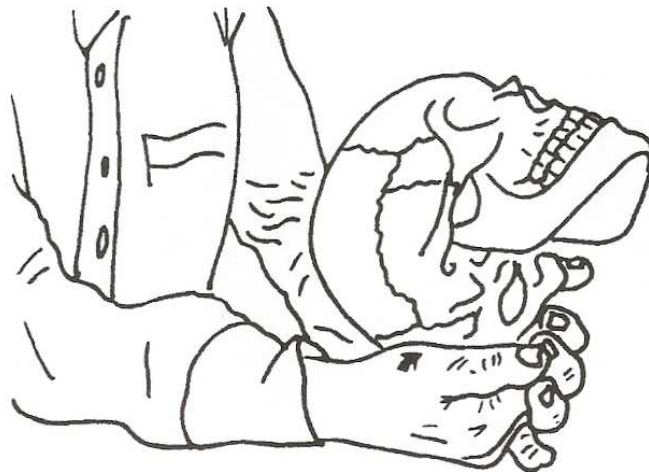
Deze compressie wordt *continu* gegeven.

De *intensiteit* van de compressie mag niet leiden tot een gevoel van verharding in het occiput, noch tot een gevoel van vermoeidheid in de handen van de therapeut.

De duur van de compressie is afhankelijk van de tijd die het occiput nodig heeft om zijn plasticiteit aan te passen aan de transversale compressie. Op het moment dat het occiput minder weerstand begint te geven neemt de therapeut een ontspanning waar. Deze ontspanning is geassocieerd met het vrijkomen van warmte. De techniek kan één tot vijf minuten duren.

Contra-indicaties: Busquet beschrijft geen contra-indicaties van deze techniek.

Figuur 2: uitvoering van de Busquet techniek (Busquet 2004)



2.4.3 Toepassingsbereik volgens Sutherland

Sutherland geeft relatief weinig toelichting op het toepassingsbereik van de CV4. In *'Teaching in the Science of Osteopathy'* (1990) beschrijft Sutherland de CV4-techniek onder het hoofdstuk van 'Management of the Cerebrospinal Fluid Fluctuation'. Hij beschrijft het effect van de techniek aan de hand van het zogenaamde 'still point' waarbij rondom en in het centrale zenuwstelsel een trilling of vibreren ontstaat. In het still point draait de spreekwoordelijke motor van het lichaam stationair en ontstaat een uitwisseling tussen alle vloeistoffen in het lichaam. Verder beschrijft Sutherland dat vanuit die trilling een verandering of omzetting in de vloeistoffen optreedt. Een onzichtbaar fenomeen wat volgens Sutherland duidelijk verschilt van transmissie via zenuwen. Deze verandering vindt plaats in de bestanddelen of elementen zelf.

Verder beschrijft Sutherland (1990) een voorgevallen situatie waarbij een persoon door het gebruik van slechte alcohol het bewustzijn verloor. Reanimatie leek daarbij in eerste instantie niet te slagen, maar de toepassing van externe rotatie van de beide ossa temporalia en een flexie van het occiput zorgt er voor dat de man weer bij bewustzijn kwam. Sutherland concludeert bij dit voorbeeld dat als je twijfelt aan de diagnose van bepaalde condities of je weet niet wat te behandelen, kies dan voor een compressie van het vierde ventrikel. Opmerkelijk bij dit voorval is dat Sutherland hier de CV4 in externe rotatie en flexie beschrijft, een techniek die in latere literatuur als expansie van het vierde ventrikel, kortweg EV4, wordt beschreven (Sills, 2001).

2.4.4 Toepassingsbereik volgens Magoun

Magoun beschrijft in *'Osteopathy in the Cranial Field'* (1976) verschillende effecten van de CV4. Magoun geeft aan dat een verstoring van de fysiologie van de liquor cerebrospinalis een verandering in metabolisme van de fysiologische centra in de bodem van het vierde ventrikel kan veroorzaken. Evenals Sutherland merkt Magoun de CV4 aan als een techniek die je toe kan passen als je niet weet wat te doen bij een patiënt. Niemand is te ziek om een CV4 te ondergaan. De CV4 is volgens Magoun de meest volledige en meest effectieve techniek binnen het craniale concept.

De CV4 heeft in het verleden zijn effect bewezen bij het verminderen van lokaal oedeem, de techniek heeft een positieve invloed gehad op parethesieën in de extremiteiten en de ontstekingsreactie van een ontstoken haarzakje is verminderd. De CV4 kan de spanning en de toxische effecten in de volgende situaties helpen verminderen: zwelling rond een fractuur, veneuze congestie en stuwing ten tijde van hoofdpijn, de benauwdheid tijdens een ontsteking van de luchtwegen, de stuwing tijdens koorts, de stasis van lichaamsvloeistoffen tijdens een metabool degeneratief proces.

Magoun beschrijft de techniek als erg effectief voor het reduceren van allergische reacties of het verlagen van koorts in geval van hyperpyrexie. Verder past Magoun de techniek toe bij acute aanvallen van astma, zo nodig uitgevoerd in zit. Herhaalde toepassing van de techniek kan in combinatie met de 'vault lift' zorgen voor het binnen veilige grenzen handhaven van hypertensie. Tot slot geeft Magoun aan dat de techniek een hormoon-stimulerende werking heeft in geval van weeënzwakte. Magoun geeft aan dat de CV4 in dit geval zorgt voor het afvoeren van afvalstoffen ter hoogte van het ruggenmerg en dat spieractie zich weer snel herstelt.

2.4.5 Toepassingsbereik volgens Upledger

Upledger (1983) beschrijft een gevarieerd toepassingsbereik van de CV4. Als het still-point nadert ervaart de patiënt verschillende veranderingen. Aanwezige pijn kan mogelijk verergeren, de ademfrequentie verandert en mogelijk zweeft de patiënt licht. Tijdens het still-point zelf ontspant het lichaam van de patiënt en neemt mogelijk aanwezige pijn af.

Ten aanzien van het werkingsmechanisme beschrijft Upledger dat de CV4-techniek de intracraniale druk verandert. Door het squama van het occiput niet toe te staan naar flexie te bewegen, wordt de intracraniale druk verhoogd en wordt de stroming van de vloeistoffen omgeleid naar alle andere mogelijke wegen. Hiermee bevordert de techniek stroming van vloeistoffen en daarmee uitwisseling. Verder beschrijft Upledger dat de techniek waarschijnlijk vergelijkbaar werkt als technieken die de lymfatische doorstroming stimuleren, maar is het effect van een CV4 meer generalistisch aangezien de CV4 dit effect bereikt door de reactie van het autonome zenuwstelsel van de patiënt zelf.

Klinisch gezien is de techniek geïndiceerd voor situaties waarin lymfatische uitwisseling geïndiceerd is. Zo werkt de CV4 koortsverlagend en kan de techniek helpen acute ontstekingen te bestrijden. De techniek ontspant al het bindweefsel in het lichaam en is daarmee geïndiceerd voor acute en chronische letsels van het bewegingsapparaat. Upledger geeft aan dat herhaalde toepassing van de CV4 effectief kan zijn voor het verhelpen van vertebrale disfuncties. Verder is de techniek effectief in degeneratieve artritis, cerebrale en pulmonale congestie, de regulatie van de bevalling en voor het reduceren van aanwezig oedeem. Herhaalde toepassing van de CV4 kan effectief zijn voor postoperatieve verklevingen van de durale buis. Kortom, zo vat Upledger samen, de techniek is een uitstekende 'shotgun' voor een verscheidenheid aan problemen door het feit dat de techniek vloeistof- en weefsel beweeglijkheid (uitwisseling) bevordert en de autonome reactie van het lichaam stimuleert.

2.4.6 Toepassingsbereik volgens Busquet

Busquet beschrijft in *Les chaînes musculaires - Tome V: Traitement du crane'* (2004) dat de techniek van een transversale compressie van het os occiput toegepast wordt in het kader van een behandeling van 'la chaîne statique et la chaîne neuroméningée' (statische en neuromeningeale keten). Deze keten heeft

zijn aanhechting ter hoogte van het occiput. In de eerste fase van de behandeling worden de gespannen zones naar elkaar toe gebracht om lokaal een weefselontspanning te realiseren. Het is in dit kader dat de transversale compressie van het occiput volgens Busquet geplaatst moet worden.

2.4.7 Effect van de CV4 – onderzoeksliteratuur

Als we kijken naar de onderzoeksliteratuur, dan vinden we verschillende onderzoeken terug die gericht zijn op het effect van de CV4-techniek.

In de klassieke literatuur beschrijft Magoun (1976) een onderzoek wat er op wijst dat de sympathicus door de CV4 beïnvloed wordt aan de hand van verminderde zweetproductie na de toepassing van de CV4. Verder beschrijft Magoun een onderzoek bij vijf proefpersonen waarbij bij alle proefpersonen zowel het bloedsuikergehalte als het aantal witte bloedcellen afneemt na toepassing van de CV4-techniek. Van beide onderzoeken is echter geen beschrijving van de onderzoeksaanpak of methodologie terug te vinden.

Milnes en Moran onderzochten in 2007 het effect van de CV4 op verschillende fysiologische verschijnselen waaronder hartritmevariabiliteit, ademfrequentie en temperatuur van de huid. Uit dit onderzoek bleek dat geen van deze parameters significant veranderde gedurende het onderzoek. Wel leken drie van de tien proefpersonen ten aanzien van de hartritmevariabiliteit een reactie te hebben die overeenkomt met een verhoogde parasymphatische activiteit. Milnes en Moran suggereren dat er wellicht 'responders' en 'non-responders' zijn ten aanzien van deze techniek.

Collard deed in 2009 een vergelijkbaar onderzoek waarbij eenzelfde beeld naar voren kwam ten aanzien van 'responders' en 'non-responders'. In dit onderzoek zijn de HRV parameters HF, LF en HF/LF gebruikt en is de grens voor responders gelegd bij een 10% verschil in meetwaarden voor en na het toepassen van de CV4. Aan dit onderzoek namen 30 proefpersonen deel en kwamen 14 responders en 16 non-responders naar voren.

Kenter toonde in 2001 aan dat de CV4-techniek een significante invloed heeft op de lactaateliminatie in het bloed. Kenter paste een CV4 toe na een maximale inspanningstest en deed metingen naar de lactaateliminatie. Daarbij werd een significante invloed teruggevonden bij de groep die met een CV4 was behandeld.

Pérez Martínez deed in 2000 onderzoek naar de effecten van de CV4 ten aanzien van bloeddruk, hartslag en lichaamstemperatuur bij een groep met hypertensie, een groep met normotensie en een placebogroep. Daarbij bleek de lichaamstemperatuur na toepassing van een CV4 niet significant beïnvloed te zijn. De bloeddruk en het hartritme daalden wel significant in relatie tot de placebogroep, waarbij vooral de systolische bloeddruk daalde en met name bij de hypertensie groep.

Cutler toonde in 2005 aan dat de CV4 een positieve invloed heeft op slaaplatentie (slecht inslapen). Bij in totaal 11 proefpersonen met slaaplatentie werden drie technieken uitgevoerd: een CV4, een schijntechniek die op CV4 lijkt en een meting zonder behandeling. De CV4 gaf daarbij een significant beter resultaat ten aanzien van het inslapen.

Brandstötter deed in 2007 onderzoek naar het effect van de CV4 ten aanzien van hersenactiviteit, bloeddruk, hartfrequentie en ademprequentie. In totaal 43 patiënten werden via een intensive care monitor ten aanzien van 24 vegetatieve parameters gemonitord. In eerste instantie vond een meting in rust plaats om normaalwaarden per patiënt te kunnen bepalen. Vervolgens vond een osteopathisch onderzoek plaats om eventuele osteopathische disfuncties te bepalen. Tenslotte werd de CV4 uitgevoerd. Uit dit onderzoek kwam een vergelijkbaar resultaat als uit de onderzoeken van Collard (2009) en Milnes (2007). Brandstötter beschrijft verschillende reacties ten aanzien van de CV4. Een groep van deelnemers reageerde ten aanzien van hartritme en bloeddrukverandering, een andere groep reageerde ten aanzien van ademprequentie, en verschillende groepen hadden een reactie ten aanzien van verschillende EEG componenten. Brandstötter concludeert echter dat over de gehele linie geen uitspraak gedaan kan worden over het effect van de CV4, mede aangezien in het onderzoek geen schijntechniek is toegepast.

Nelson et al hebben in 2006 onderzoek gedaan naar het effect van de CV4 ten aanzien van de Traube-Hering oscillaties in de stroomsnelheid van het bloed. Uit dit onderzoek, waar totaal 28 proefpersonen aan mee deden, bleek dat de amplitude van de Traube-Hering oscillaties (0,1 Hz) significant toe nam na de toepassing van de CV4 (zie voor een toelichting ten aanzien van Traube-Hering oscillaties hoofdstuk 2.5.2).

2.5 Wetenschappelijk onderzoek osteopathie in het craniale bereik

De wetenschappelijke onderbouwing is een punt van uitgebreide discussie binnen de osteopathische (onderzoeks)literatuur. Wetenschappelijk onderzoek naar het craniale aspect van de osteopathie geeft daarbij een gevarieerd beeld van onderzoeksresultaten. Zo onderbouwen auteurs als Sutherland (1962, 1990), Magoun (1976), Becker (1997, 2000) en Upledger (1983, 2005) osteopathie in het craniale bereik met een verscheidenheid aan succesvolle casestudies. Upledger (2005) wijdt een volledig boek aan succesvolle casestudies. Daarbij zijn echter weer kritische geluiden te horen als het gaat om de wetenschappelijke betekenis die we aan dergelijke casuïstiek kunnen geven. Auteurs als Hartman (2002) gaan zelfs zo ver dat ze stellen dat enige basis voor craniale osteopathie ontbreekt en dat er geen aantoonbare relatie is tussen gezondheid en craniale manipulaties. Hartman stelt dat craniale osteopathie niet meer onderwezen zou moeten worden binnen de opleiding tot osteopaat.

King (2007) publiceert op de website van 'The Osteopathic Cranial Academy' een samenvatting van verschillende wetenschappelijke onderzoeken die het concept

van de craniale osteopathie ondersteunen. King beschrijft daarbij per onderdeel van Sutherlands Primair Respiratoir Mechanisme model een aantal onderzoeken die deze theorie onderbouwen.

Het Centre for Health Services and Policy Research van de British Columbia Office of Health Technology Assessment (Canada) heeft in 1999 de wetenschappelijke onderbouwing van cranosacraal therapie onderzocht (Green, 1999). In totaal werden 34 onderzoeken naar cranosacraal therapie tegen het licht gehouden. Ten aanzien van de effectiviteit van de cranosacrale behandelingsmethode concludeert het rapport dat de aanwezige onderzoeken op dit gebied (zeven stuks) onvoldoende bewijs leveren en methodologisch vaak van slechte kwaliteit zijn. Ten aanzien van de pathofysiologie van cranosacrale disfuncties concludeert het rapport dat er voorhanden bewijs is dat er in de liquor cerebrospinalis een beweging en pulsatie aanwezig is die waar te nemen is met encefalogram, myelogram, MRI en intracraniale drukmeting. Onderzoek ondersteunt daarbij dat dit ritme een onderscheidend ritme is, anders dan hart- en ademfrequentie. Verder concludeert het rapport dat minimale bewegingen tussen de schedelbotten eventueel mogelijk zijn, maar dat er onvoldoende bewijs is voor de suggestie dat deze bewegelijkheid met manuele technieken te beïnvloeden is. Ook is er alleen zwak bewijs voorhanden dat er een verband bestaat tussen schedelmobiliteit en gezondheid.

Een andere benadering van osteopathie in het craniale bereik als valide methode van onderzoek en behandeling betreft onderzoek naar de inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheid van palpatie van het CRI en van de diagnose van craniale disfuncties. In dergelijk onderzoek wordt geëvalueerd of verschillende therapeuten tot een vergelijkbare diagnose en behandeling komen bij een patiënt. Onderzoek naar de betrouwbaarheid geeft een sterk wisselend beeld. In hoofdstuk 2.5.3 gaan we hier nader op in.

Voor het vervolg van deze thesis zullen we ingaan op de aanwezige onderbouwing en mogelijke fysiologische verklaring van het Primair Respiratoir Mechanisme en op de aanwezige onderzoekslitteratuur ten aanzien van het effect van de CV4.

2.5.1 Oorsprong van het Cranial Rhythmic Impulse

Sutherland (1939) beschreef het door hem ontdekte mechanisme als Primair Respiratoir Mechanisme. Dit mechanisme bestaat volgens Sutherland uit de volgende elementen:

1. de inherente ritmische mobiliteit van de hersenen en het ruggenmerg
2. de ritmische fluctuatie van de liquor cerebro spinalis (hierna LCS)
3. de mobiliteit van de gewrichten tussen craniale botstukken
4. de mobiliteit van de intracraniale en intraspinale durale membranen
5. de mobiliteit van het sacrum tussen de beide illia.

In het model van Sutherland was het os sphenoid de drijvende kracht achter deze beweging van de craniale botstukken. Daarbij beschouwde Sutherland de fluctuatie van de liquor cerebro spinalis als de drijvende kracht achter de beweging van het sphenoid. De falx cerebri en het tentorium cerebelli van het reciproke tensiemembraan worden daarbij gedreven door de fluctuatie van de liquor en zorgen voor beweging van het sphenoid. De fluctuatie van de liquor werd op zijn beurt volgens Sutherland veroorzaakt door ritmische contracties van het ventriculair systeem.

Magoun (1976) beschrijft een onderzoek naar de mechanische expansie van het cranium. Door middel van twee metalen contacten die continu de diameter van het cranium volgen is de mechanische expansie en retractie van het cranium van verschillende proefpersonen gemeten. Hieruit blijkt dat het cranium in staat is tot expansies van ongeveer $1/50^{\text{e}}$ inch (1 mm). Ten aanzien van ritmische fluctuaties zijn drie soorten oscillerende bewegingen aangetroffen: een met de frequentie van de ademhaling, een met een frequentie van één cyclus per vijf tot zes seconden (tussen tien en twaalf cycli per minuut) en één met één cyclus per minuut. De tweede van de gevonden ritmes refereert Magoun aan het CRI.

Overig onderzoek uit de tijd van Magoun duidt er op dat er inderdaad een ritmische fluctuatie aanwezig is in de liquor cerebrospinalis, en dat deze pulsaties verband zouden kunnen houden met de ritmische contracties van de oligodendroglia cellen. Magoun concludeert echter dat het de vraag blijft waar de kracht vandaan komt om het hele PRM in beweging te krijgen. Niemand kent volgens Magoun de exacte oorsprong. 'It is one of the secrets of Life.' De meest waarschijnlijke instrumentele verklaring lijkt de inherente mobiliteit van het centrale zenuwstelsel te zijn, hoewel andere ervaren beoefenaars beweren dat er een bron van energie aanwezig is in de fluctuatie van de liquor cerebrospinalis. Magoun concludeert dat dit een raadsel zal blijven waarvan de onthulling wellicht door toekomstig onderzoek kan plaatsvinden.

Upledger (1983) beschrijft twee aanvullende modellen die een mogelijke verklaring van het CRI kunnen geven. Het drukregelaar ('pressurestat') model beschrijft de hypothese dat de productie van de liquor in de plexi choroidei aanzienlijk sneller plaatsvindt dan de resorptie in de plexi arachnoidei. Hierdoor zou er een opbouw van druk in de ventrikels plaatsvinden die via een homeostatische terugkoppeling er voor zorgt dat de productie van liquor vertraagt. Als een bepaalde onderdruk is bereikt zou de liquorproductie weer toenemen, met als resultaat een ritmische schommeling in liquordruk. Als mogelijke verklaring van het regelmechanisme achter dit model geeft Upledger aan dat wellicht de reksensoren in de craniale suturen een rol spelen in de terugkoppeling richting plexus choroideus.

Als tweede mogelijk model beschrijft Upledger het model van Becker waarbij het CRI mogelijk verklaard kan worden door de reactie op de zwaartekracht van extradurale spieren. Deze spieren zouden of een stimulatie kunnen geven richting centraal zenuwstelsel wat resulteert in fluctuaties van liquor, of deze

spieren hebben via fasciale continuïteit een directe invloed op de durale membranen. Door ritmische spanningsveranderingen van deze spieren zou er als gevolg een ritmische fluctuatie in de liquor op kunnen treden. Upledger ontkracht dit model echter met het argument dat in patiënten met zeer lage spiertonus of verlamming toch een CRI palpabel blijft.

2.5.2 Cranial Rhythmic Impulse vergeleken met andere ritmes

Verschillende onderzoeken zijn gericht op de overeenkomst tussen het CRI en andere fysiologische ritmes in het lichaam. De literatuur beschrijft het CRI als een autonoom ritme, onafhankelijk van hartslag of ademhaling. Door Sutherland wordt beschreven dat de circulatie van liquor een belangrijk onderdeel vormt van het PRM. In wetenschappelijke artikelen wordt de link gelegd tussen het PRM en de liquor-flow en naar de Traube-Hering-Mayer-oscillaties. Whedon en Glassey hebben in 2009 een artikel geschreven waarin dieper in gegaan wordt op de klinische betekenis van stasis van de liquor cerebrospinalis. In dit artikel wordt het verband tussen Traube-Hering-Mayer-oscillaties en het CRI duidelijk uitgelegd.

Traube-Hering-Mayer-oscillaties zijn fluctuaties in de bloedstroom met een lager ritme dan de hartslag. Traube ontdekte in 1865 een fluctuatie in de polsdruk met de frequentie van ongeveer de ademhaling welke aanwezig bleef als iemand zijn adem inhoudt. Hering kon deze waarnemingen in 1869 bevestigen. Mayer ontdekte in 1876 vergelijkbare oscillaties met een tragere frequentie (zie Nelson, 2001). De Traube-Hering component kent een frequentie van 0,09 tot 0,17 Hz, de Mayer oscillatie een frequentie van 0,01 tot 0,09 Hz.

In hoofdstuk 2.4.7 zagen we al dat Nelson et al (2006) onderzoek hebben gedaan naar het effect van de CV4 ten aanzien van de Traube-Hering oscillaties in de stroomsnelheid van het bloed. Sergueef et al hebben verder in 2002 een onderzoek uitgevoerd waarbij 23 proefpersonen werden onderverdeeld naar een schijnteknik en een craniale behandeling. De behandeling bestond uit het in evenwicht brengen van het globale craniale bewegingspatroon. Uit dit onderzoek bleek eveneens een invloed op de Traube-Hering-Mayer-oscillaties: De frequenties in het gebied van de Mayer-oscillaties namen af en de Traube-Hering oscillaties namen in signaal toe. De frequenties in het gebied van de ademhaling en de hartslag veranderde niet significant.

In 2007 publiceerde Julien een review over de Mayer-oscillaties. Zijn voornaamste conclusie op basis van aanwezige onderzoeksbevindingen is dat de Mayer-oscillaties een nauwe relatie hebben met efferente sympathische impulsen en dat deze oscillaties toenemen bij verhoogde sympathische tonus. De precieze onderliggende fysiologie is echter onbekend. De Mayer-oscillaties worden vaak in verband gebracht met baro-reflexbogen, waarbij aanvankelijk aangenomen werd dat de Mayer-oscillatie een oscillatie is die ontstaat door een nervale baroreflexboog. Meer recent onderzoek laat echter zien dat het waarschijnlijker is dat de Mayer-oscillaties oscillerende voorbijgaande reacties zijn op hemodynamische verstoringen, in plaats van zuivere feedbackoscillaties.

Takalo et al (1999) legt een duidelijke link tussen Mayer-oscillaties en pathologie, waarbij hij op basis van onderzoek stelt dat een verschuiving van de Mayer-oscillaties naar een lagere gemiddelde frequentie geassocieerd kan worden met een hoger risico op het ontwikkelen van hoge bloeddruk.

Julien verwijst in zijn samenvatting naar een onderzoek van Nafz uit 2000 waaruit blijkt dat stimulatie van de bloeddruk met de frequentie van 0,1 Hz (de frequentie van de Mayer-oscillaties) resulteert in verbeterde nierfunctie bij dreigende hypertensie. De stimulatie van de bloeddruk met 0,1 Hz zorgt bij honden voor een verhoogde afgifte van stikstofmonoxide, wat op zijn beurt zorgt voor verhoogde plasma-renine activiteit. Dit resulteert in een verlaging van de bloeddruk. Hiermee wordt een voorzichtige link gelegd tussen de Mayer frequenties en de orgaanfunctie van de nier.

Cohen maakte in 2002 een vergelijkbare review ten aanzien van Mayer-oscillaties, waarbij hij al tot een vergelijkbare conclusie kwam als Julien: de precieze fysiologie is nog onbekend, maar er zijn zeker aanknopingspunten ten aanzien van gezondheid. Cohen citeert een onderzoek uit 1996 waaruit blijkt dat deze oscillaties in de bloeddruk een verbetering geven van de pulmonale gasuitwisseling.

Hamner et al heeft in 2001 onderzoek gedaan naar de invloed van versterkte Mayer-oscillaties op de lage frequentie oscillaties in het RR-interval. Dit onderzoek werd uitgevoerd om meer zicht te krijgen op de aanname dat de lage frequentie oscillaties in de bloeddruk (Mayer-oscillaties) aan het RR-interval gerelateerd zijn via de arteriële baroreflex. De aanname hierachter is dat fluctuaties in vulling van het hart via een arteriële baroreflex een versterkte reactie zouden geven ten aanzien van de amplitude van de Mayer-oscillaties. In totaal 18 deelnemers werden in een lower body negative pressure – tank gelegd (een apparaat wat in staat is om via een vacuüm een negatieve druk uit te oefenen op de onderste helft van het lichaam en hiermee de bloeddruk te beïnvloeden). Met een frequentie van 0,1 Hz werden oscillaties van negatieve druk uitgeoefend. Dit resulteerde in een toegenomen sterkte van de Mayer-oscillaties. De correlatie met het RR-interval werd echter niet teruggevonden. Waar in de rustfase 17 van de 18 deelnemers een duidelijke correlatie hadden tussen de Mayer-oscillaties en het RR-interval, bleek dit tijdens de uitvoering van het experiment nog maar voor 7 van de 18 deelnemers te gelden. Hamner trekt de conclusie dat er dus een meer complex relatiemechanisme aanwezig moet zijn dan alleen de baro reflex. Dit onderzoek spreekt eerder onderzoek door Bertram (1998) duidelijk tegen, aangezien Bertram op basis van onderzoek op ratten nog tot de conclusie kwam dat de Mayer-oscillaties gebaseerd zouden zijn op zuivere baroreflexbogen.

Nelson et al hebben in 2001 onderzoek gedaan naar metingen van de Traube-Hering-Mayer oscillatie en waarnemingen van het CRI. Bij in totaal twaalf proefpersonen werd via een Laser-Doppler de stroomsnelheid van het bloed in de oorlel gemeten. Gelijktijdig werd het CRI van de proefpersoon gepalpeerd. Uit

de studie blijkt dat de waarnemingen van het CRI (uitgedrukt in flexiefase en extensiefase) in sterke mate overeenkomen met de Traube-Hering-Mayer-oscillaties (hierna: THM-oscillaties). Daarbij stelt Nelson et al dat zowel de THM-oscillaties als het CRI over het hele lichaam aanwezig is. Ten aanzien van de relevantie van de overeenkomst tussen waargenomen CRI en gemeten THM-oscillaties stelt Nelson dat hiermee nog geen uitspraak gedaan kan worden over de relatie tussen CRI en gezondheid. Van zowel CRI als THM-oscillaties bestaat immers geen (wetenschappelijk gefundeerde) klinische normstelling van normaalwaarden, noch is informatie voorhanden over de interpretatie van afwijkende waarden.

In een publicatie uit 1997 over de invloed van mentale stress op hartritmevariabiliteit stelt Negoescu et al dat de frequentie van de THM-oscillaties terug te vinden is in hartritmevariabiliteit. De frequentie van de THM-oscillaties ligt tussen de 0,05 en 0,15 Hz en komt daarmee overeen met de LF band van de spectraalanalyse van hartritmevariabiliteit. In hoofdstuk 2.6.2. gaan we hier nader op in.

Ten aanzien van liquorfluctuatie stelt Nelson et al (2001) dat het vierde ventrikel als een soort 'mixing chamber' van de liquor optreedt. Tijdens de systole is er een kortdurende toename van de instroom van bloed in de hersenen. Dit veroorzaakt een expansie van de hersenen, waarbij zich een vergelijkbare hoeveelheid liquor vanuit de laterale ventrikels via het derde en vierde ventrikel naar caudaal verplaatst. Tijdens de diastole keert deze beweging zich om en stroomt liquor terug naar craniaal. Daarnaast zijn volume fluctuaties in de hersenen van gezonde personen aangetroffen met een frequentie waarvan aangenomen wordt dat het om THM-oscillaties gaat. Vanwege deze synchroniteit geeft Nelson aan dat van de liquor gesteld kan worden dat deze ebbend en vloeiend is. Wagshul et al (2011) refereert aan een vergelijkbare dynamiek tijdens systole: de hersenen en liquor bewegen in een soort trechterachtige beweging naar caudaal.

Wagshul et al heeft in 2011 een review gepubliceerd over onderzoek naar pulsaties in de hersenen. Ondanks dat dit onderzoek alleen craniale pulsaties met de frequentie van de hartslag analyseert, geeft het toch enkele interessante aanknopingspunten. Wagshul bespreekt onder andere het verschil tussen drukgolven in de hersenen en stromingspulsaties in de craniale bloedstroom. Drukgolven verspreiden zich door het cranium met de snelheid van het geluid en zijn daarom gelijktijdig te meten, onafhankelijk van de locatie aan het cranium waar gemeten wordt. Pulsaties in stroomsnelheid vragen om een verplaatsing van vloeistof van de ene plaats naar de andere waardoor stroomsnelheidspulsaties aanzienlijk variëren afhankelijk van de plaats waar gemeten wordt.

Verder refereert Wagshul aan de vrije bewegelijkheid van de liquor in relatie tot het vermogen van het lichaam om de energie van de arteriële pulsgolf op te vangen. De vrije bewegelijkheid van liquor in reactie op de pulsgolf wordt daarbij

in verband gebracht met de balans van productie en resorptie van de liquor. Hiermee wordt de liquorcirculatie ook wel aangeduid als de 'derde circulatie'.

Tot slot concludeert Wagshul dat er ten aanzien van craniale pulsaties een duidelijke relatie is met de compliance van de hersenen. Verder zijn de verschillende craniale pulsaties met de frequentie van de hartslag goed bestudeerd, maar ondanks dit onderzoek hebben afwijkingen in pulsaties nog geen prominente rol in diagnose of behandeling van pathologieën of traumata van het cranium.

2.5.3 Testbetrouwbaarheid

De behandeling die een osteopaat toepast hangt in belangrijke mate af van de bevindingen tijdens het osteopathisch onderzoek. Hiermee is de betrouwbaarheid van het osteopathisch onderzoek van groot belang voor de effectiviteit van de behandeling. Verschillende onderzoeken hebben de betrouwbaarheid van in het osteopathische onderzoek toegepaste craniale testen beoordeeld. In de literatuur komen we daarbij onder andere de Intraclass Correlation Coëfficiënt (ICC's) en generalised κ coëfficiënt (κ) tegen. Voor zowel de κ coëfficiënt als de ICC geldt dat de waarde ervan kan variëren van 0 tot 1, waarbij 1 een optimale overeenstemming weergeeft en 0 volledig gebrek aan overeenstemming.

De betrouwbaarheid van een craniale test kan worden gedefinieerd als de reproduceerbaarheid van de bevindingen wanneer een test wordt herhaald bij een onveranderd object (Halma et al, 2008). Zo kan onderzocht worden of twee osteopaten bij één proefpersoon tot dezelfde bevindingen komen. We spreken dan van interbeoordelaar betrouwbaarheid. Als onderzoek zich richt op de vraag of één osteopaat bij herhaalde beoordeling van dezelfde proefpersoon tot dezelfde onderzoeksbevindingen komt spreken we van intrabeoordelaar betrouwbaarheid. Bij onderzoek naar de betrouwbaarheid van testen is het van essentieel belang om te zorgen voor een adequate blindering van de osteopaat ten aanzien van de proefpersonen en ten aanzien van eerdere onderzoeksbevindingen.

Hartman en Norton (2002) zijn op basis van zes onderzoeken uit de periode 1994-'98 tot de conclusie komen dat de interbeoordelaar betrouwbaarheid zeer slecht is. Upledgers studie uit 1977 laat een duidelijk betere betrouwbaarheid zien, maar, zo concluderen Hartman en Norton, er zijn een aantal kritiekpunten op de aanpak van dit onderzoek dat de significantie ervan in twijfel getrokken kan worden.

Halma et al hebben in 2008 onderzoek gedaan naar de intrabeoordelaar betrouwbaarheid van osteopathische testen voor craniale spanningspatronen. Bij 48 proefpersonen werden het ritme van het CRI, het craniale spanningspatroon en het kwadrant van restrictie gediagnosticeerd. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat osteopaten een aanzienlijke intrabeoordelaar testbetrouwbaarheid kunnen bereiken voor craniale spanningspatronen ($\kappa=0.67$), maar dat de

resultaten voor diagnose van het CRI ritme en kwadranten van restrictie minder hoopgevend zijn (κ varieert tussen 0.33 en 0.61).

Moran en Gibson hebben in 2001 onderzoek gedaan naar de intrabeoordelaarbetrouwbaarheid van palpatie van het CRI. In dit onderzoek palpeerden twee osteopaten het CRI aan het hoofd en het sacrum van in totaal 11 proefpersonen. Dit onderzoek leerde dat de intrabeoordelaar betrouwbaarheid redelijk tot goed was met ICC's variërend van 0.52 tot 0.72. Uit dezelfde studie bleek echter een slechte betrouwbaarheid van gelijktijdige palpatie van het CRI ter hoogte van het sacrum en het cranium. ICC's varieerde van 0,09 tot 0.31.

Norton vond in een onderzoek in 1996 een significante correlatie tussen het CRI gepalpeerd door twee osteopaten ter hoogte van het cranium en ter hoogte van het sacrum van totaal 9 proefpersonen. Halma et al (2008) merkt bij dit onderzoek op dat blinding in het onderzoek van Norton niet is toegepast en dat het moeilijk is de resultaten van dit onderzoek te interpreteren aangezien geen gebruik is gemaakt van ICC's.

Hanten et al heeft in 1998 onderzoek gedaan waarbij twee fysiotherapeuten bij in totaal 40 proefpersonen het CRI palpeerden. Dit onderzoek leverde een goede intrabeoordelaar betrouwbaarheid op met ICC's variërend van 0.78 tot 0.83. Ook bij dit onderzoek merkt Halma et al (2008) op dat blinding niet is toegepast.

Rogers et al deed in 1998 onderzoek naar de betrouwbaarheid van simultane palpatie van het CRI door 2 ervaren craniosacraal therapeuten bij totaal 28 proefpersonen. Het CRI werd gelijktijdig gepalpeerd aan het hoofd en aan de voeten. Uit dit onderzoek kwam de interbeoordelaar betrouwbaarheid op ICC's van 0.08 aan het hoofd en 0.19 aan de voeten. Intrabeoordelaar betrouwbaarheid kwam op ICC's variërend van 0.18 tot 0.30. Rogers concludeert dat dit onderzoek de theorie van craniosacrale therapie niet kan onderbouwen.

Sommerfeld et al hebben in 2004 onderzoek gedaan naar de inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheid van het CRI. In totaal werden 49 proefpersonen gelijktijdig gepalpeerd ter hoogte van het hoofd en het sacrum. De frequentie van het CRI en de duur van de flexie- en extensie fase werd gemeten. Om na te gaan of er wellicht een relatie aanwezig is tussen palpatie en de ademprequentie werd tevens de ademprequentie van de therapeut en de patiënt gemeten. De resultaten uit dit onderzoek laten opnieuw een slechte inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheid zien. Ten aanzien van de ademprequentie leek er een duidelijke correlatie te bestaan tussen het waargenomen CRI en de ademprequentie van de therapeut, en vooral tijdens palpatie ter hoogte van het bekken. Er werd geen relatie aangetroffen tussen de ademprequentie van de patiënt en het waargenomen CRI. Het onderzoek concludeert dat de rol van het CRI in de diagnose heroverwogen zou moeten worden.

Mogelijke verklaringen

Nelson et al concludeerde in 2006 uit onderzoek naar de palpatie van het CRI in vergelijking tot Traube-Hering oscillaties dat er tijdens het onderzoek bij verschillende proefpersonen momenten zijn waarin het CRI moeilijk palpeerbaar is en de amplitude van de gemeten Traube-Hering oscillaties afneemt. De onderzoekers relateren dit aan natuurlijke Still-points. Verder refereert Nelson aan eerdere onderzoeken waaruit bleek dat het CRI van nature een variatie in ritme kent van ongeveer 20%. Deze observaties geven volgens Nelson een mogelijke verklaring voor de relatief slechte resultaten uit interbeoordelaar onderzoek naar het ritme van het CRI waarbij observanten het ritme na elkaar beoordelen. Het onderzoek geeft echter geen verklaring voor de situatie waarin twee observanten gelijktijdig dezelfde proefpersoon observeren.

Aangezien de precieze oorsprong van het CRI nog niet bekend is, kunnen we de vraag stellen of het een realistische verwachting is dat het CRI overal aan het lichaam gelijk zal zijn. Als één fysiologische oorzaak verantwoordelijk zou zijn voor het CRI dan zou dit het geval zijn. Mogelijk spelen ook andere factoren een rol in een lokaal ritme. Daarnaast zou het vastgestelde ritme het gevolg kunnen zijn van het samenspel tussen proefpersoon en beoordelaar, waardoor het niet noodzakelijk is dat twee beoordelaars bij een zelfde proefpersoon hetzelfde ontdekken, en waardoor ook een gelijktijdige palpatie aan hoofd en sacrum van twee therapeuten verschillend zou kunnen zijn.

Zonder verder inzicht in de precieze oorsprong van het CRI lijkt het te voorbarig om op grond van slechte interbeoordelaar betrouwbaarheid het craniale concept te verwerpen, zoals auteurs als Hartman en Norton (2002) voorstellen. Feitenlijk kunnen we uit onderzoek naar de interbeoordelaar betrouwbaarheid enkel concluderen dat er een slechte betrouwbaarheid is van het palperen van het CRI en dat we op basis hiervan kritische kanttekeningen kunnen plaatsen bij vormen van therapie waarbij twee therapeuten aan het hoofd en aan het sacrum het ritme in evenwicht proberen te brengen. Het feit dat we het CRI niet betrouwbaar en objectief (voor iedereen hetzelfde) kunnen vaststellen betekent nog niet dat het CRI niet aanwezig is.

2.6 Autonome regulatie: circulatie en de hartfunctie

2.6.1 Het autonome zenuwstelsel, regulatie van de circulatie

Het autonome zenuwstelsel speelt een centrale rol in de regulatie van alle fysiologische processen in het lichaam. Daar waar het somatische- of willekeurige zenuwstelsel op prikkels reageert door een reactie te geven naar buiten (bijv. door middel van spraak of motoriek), verzorgt het autonome- of vegetatieve zenuwstelsel (hierna: AZS) met name de regulering van de functies van de inwendige organen en de bloedsomloop. Het AZS past de orgaanfuncties aan naar de behoeften van het lichaam en controleert zo ook het inwendige milieu van het lichaam.

De hartfunctie vervult daarbij een centrale rol ten aanzien van alle orgaan- en lichaamsfuncties. Zo zijn alle organen in het lichaam direct afhankelijk van de bloedsomloop voor hun functie. De regulatie van de bloedsomloop is nodig om onder wisselende omstandigheden de bloedvoorziening te handhaven waarbij in ieder geval een minimale doorbloeding van alle organen verzekerd moet zijn. De toedeling van de bloedstroom vindt steeds aan de actieve orgaan-systemen plaats ten koste van de rustende organen.

Bloeddruk en circulatie worden bepaald door de hartfunctie, het gedrag van de bloedvaten (vasoregulatie) en het volume van de lichaamsvloeistoffen (volumeregulatie). De regulering van de orgaandoorbloeding geschiedt in eerste instantie door een verandering in tonus van de vaten. Deze tonus kan door lokale, hormonale of neuronale signalen beïnvloed worden. Daarbij geschiedt de neurale coördinatie van orgaandoorbloeding via een centrale mede-innervatie (bijvoorbeeld bij skeletspieren) of via neuronale terugmelding vanuit organen waarvan de stofwisseling verandert. De regulering van het volume van de lichaamsvloeistoffen vindt plaats via de nieren die via neuronale en chemische prikkels de hoeveelheid uit te scheiden of te resorberen zouten en water aanpassen.

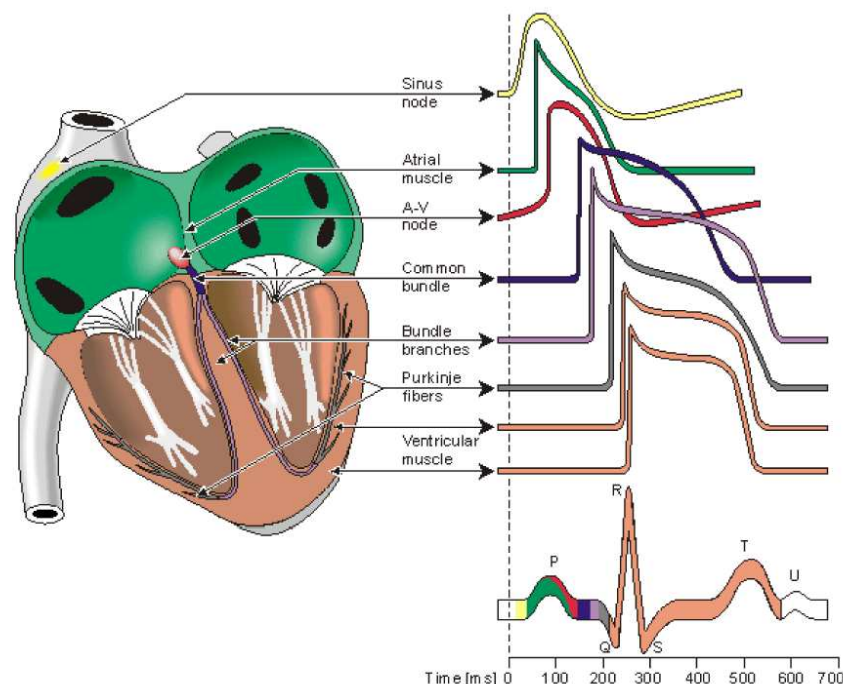
De centrale bloedsomloopregulatie is een functie van het autonome zenuwstelsel. Anatomisch geldt dat de parasympathische innervatie van het hart via de nervus vagus verloopt. De synaptische overdracht vindt zowel pre- als postganglionair plaats via een cholinerg systeem (neurotransmitter acetylcholine). De gangliën van de parasympathicus liggen dicht in de buurt van het doelorgaan en in geval van het hart in de plexus cardiacus (Netter, 2003, p.223). De reactie van de parasympathische aansturing vindt snel plaats (0,2-0,6 sec.) (Tavainen et al, 2008).

De sympathische innervatie van het hart verloopt via het grensstreng ganglion stellatum⁴. De synaptische overdracht vindt preganglionair plaats via een cholinerg systeem (acetylcholine) en postganglionair via een adrenerg systeem (noradrenaline). De reactie van de sympathische component verloopt trager (enkele seconden) (Tarvainen et al, 2008).

Onder normale omstandigheden wordt het hart geprikkeld door de sinusknop die als pacemaker van het hart fungeert. De sinusknop kent een eigenfrequentie van 60-100/min. Mede hierdoor is het mogelijk om een hart te transplanteren zonder dat de (autonome) zenuwverbindingen aanwezig zijn. De sinusknop zorgt er in dit geval voor dat het hartritme gehandhaafd blijft.

De prikkelgeleiding in het hart verloopt van de sinusknop via het boezem-mycard naar de AV-knoop. Vanuit AV-knoop verloopt de prikkel via de bundel van His en de vezels van Purkinje naar het kamer-mycard. Voor de prikkelgeleiding zijn de hartspiervezels verder afhankelijk van hun eigenschap dat zij onderling niet geïsoleerd zijn maar verbonden via geleidende gap-junctions. Een prikkel die ergens in boezem of ventrikel ontstaat leidt daarom tot volledige contractie van beide boezems dan wel beide ventrikels.

Figuur 3, Afgeleiding van ECG (Tarvainen et al, 2008)



⁴ Afhankelijk van de literatuur vindt innervatie plaats via ganglion stellatum (Schünke et al, 2007, p. 316; Kahle, 2001, p. 293) of via een groter verspreidingsgebied van ganglion cervicale medium tot en met grensstreng ganglion Th4 (Silbernagel et al, 2001, p. 80) of zelfs vanaf ganglion cervicale superior tot en met Th4 (Netter, 2003, p.223).

De para- en orthosympathicus hebben ten aanzien van het hart een antagonistische werking. Afhankelijk van de behoefte van het lichaam kunnen de volgende kwaliteiten van de hartwerking navaal beïnvloed worden (Silbernagel et al, 2001, p. 78-81):

	Sympathisch	Parasympathisch
Frequentie van impulsvorming (in sinusknop)	Noradrenaline verhoogt frequentie	Acetylcholine verlaagt frequentie
Snelheid van prikkelgeleiding (in AV-knoop)	Noradrenaline versnelt geleiding	Acetylcholine vertraagt geleiding
Kracht van samentrekken van de hartspier	Noradrenaline verhoogt contractiliteit	–

Fysiologisch gezien beïnvloeden de bovenstaande neurotransmitters de verschillende ionenstromen van de hartspiercellen. Noradrenaline (evenals het hormoon adrenaline) veroorzaakt via de β_1 receptoren een verhoogd intracellulair cAMP en faciliteert hiermee een snellere opening van de Ca^{2+} kanalen. Dit resulteert in een snellere prikkelvorming in de sinusknop. Acetylcholine veroorzaakt via de M_2 receptoren een versnelde K^+ instroom en een verlaging van de intracellulaire cAMP. Beiden zorgen er voor dat de prikkelvorming in de sinusknop vertraagt. Daarbij stelt Kirkman (2006) dat de rechter vagus en rechter sympathische vezels vooral de sinusknop en daarmee de hartfrequentie beïnvloeden. De linker vagus en linker sympathische vezels beïnvloeden vooral de geleidingssnelheid in de AV-knoop. Kirkman stelt dat vooral rechts-zijdige vagusstimulatie een groot effect op het hartritme heeft.

De centrale bloedsomloopregulatie wordt gecoördineerd in het verlengde ruggenmerg en de pons. Deze ontvangen hun viscerο-afferente informatie vanuit druksensoren in aorta en sinus caroticus (rekings- of pressosensoren in het hogedruksysteem), rekingsensoren in v. cava en boezems (lagedruksysteem) en rekingsensoren in linker ventrikel.

De viscerο-afferenten van de druksensoren in de aorta verlopen via de plexus cardiacus en de rami superiores van de nervus vagus naar het verlengde merg. Prikkeling van deze vezels veroorzaakt een daling van de bloeddruk. De viscerο-afferenten van de druksensoren in de wand van de sinus caroticus verlopen via de ramus sinus caroticici van de nervus glossopharyngeus naar het verlengde merg. Deze zenuw geleidt prikkels van de reksensoren en de glomus caroticum die reageert op het zuurstofgehalte in het bloed. De viscerο-afferenten van de overige druksensoren verlopen via de plexus cardiacus en de vegetatieve zenuwen naar het verlengde merg (Kahle, 2001).

In het verlengde merg zijn verschillende kernen en kerngebieden te onderscheiden die een functie vervullen ten aanzien van het hartritme. Zoals beschreven spelen de kernen van nervus vagus en nervus glossopharyngeus een rol in de verwerking van signalen van zowel viscerο-afferenten als viscerο-efferenten van het hart. Naast de duidelijk afgegrensde kerngebieden van deze

hersenenuwen speelt het diffuse kerngebied van de formatio reticularis een centrale rol in de regulatie van de bloedsomloop en ademhaling. In de formatio reticularis is een pressorisch en een depressorisch gebied te onderscheiden. De neuronen van het meer craniaal en lateraal gelegen pressorisch gebied geven sympathische impulsen naar hart en vaten en werken hartaandrijvend. De neuronen van het meer caudaal en mediaal gelegen depressorisch gebied zijn verbonden met de vagus kernen en geven parasympathische impulsen naar hart en vaten. Prikkeling van deze vezels leidt tot verlaging van de frequentie en verlaging van de geleidingsnelheid van het hart.

Het hiervoor beschreven autonome systeem stelt het lichaam in staat om via verschillende bloedsomloopreflexen de bloeddruk en het hartritme te reguleren. Daarbij ontvangen de bloedsomloopcentra in de formatio reticularis niet alleen informatie vanuit de viscer-afferenten van hart en bloedvaten, maar ook vanuit het limbisch systeem, temperatuurcentra, de ademhalingscentra in de formatio reticularis en vanuit de hersenschors. Hiermee is het lichaam in staat om het hartritme aan te passen onder invloed van fysiologische omstandigheden zoals slaap-waakritme, lichaamspositie, mate van inspanning en emoties (Kirkman, 2006 en Silbernagel, 2001).

2.6.2 Hartritmevariabiliteit

Zoals hiervoor beschreven zijn er verschillende mechanismen in werking om onder andere het hartritme continue aan te passen aan de voortdurend veranderende omstandigheden waar het lichaam mee te maken krijgt. Deze continue aanpassingen van het hartritme (hartritmevariabiliteit) zijn op een ECG zichtbaar te maken. Uit wetenschappelijk onderzoek is de hartritmevariabiliteit (hierna: HRV) naar voren gekomen als een relatief eenvoudige en niet-invasieve methode om de regulerende functie van het AZS te evalueren. De HRV beschrijft de variaties in de intervallen tussen verschillende opeenvolgende hartslagen (RR-interval).

Wat betreft metingen van de HRV geldt dat veranderingen in het hartritme een indicator is voor de mate waarin het AZS in staat is om het hartritme te reguleren. Met andere woorden: een hogere HRV is een teken van goede adaptieve eigenschappen van het lichaam en kenmerkt een gezond persoon met een efficiënt werkend AZS. Een lagere HRV is in veel gevallen een indicator van abnormale of insufficiënte regulatie van het AZS en daarmee een teken van verslechterde fysiologische functie van het lichaam.

Klassiek gezien wordt van de functie van het autonome zenuwstelsel ten aanzien van het hart gesteld dat de parasympathicus en orthosympathicus een antagonistische werking hebben. Daarbij lag de focus in het verleden vooral op de motorcomponent van het autonome zenuwstelsel (viscero-efferenten). Psychofysioloog Porges (2007) gaat echter verder en stelt dat de autonome nervale regulatie van het hartritme een veel complexer proces is dan een eenvoudige antagonistische werking van vagus en sympathicus. Porges' systeembenadering bekijkt de regulatie van hartritme als een complex proces

van verschillende fylogenetische systemen die gezamenlijk zowel de autonome regulatie van het lichaam verzorgen als de regulatie van gedrag patronen en overlevingsmechanismen.

Porges' theorie benadrukt drie fylogenetische ontwikkelingsfasen van het autonome zenuwstelsel van gewervelde dieren. Iedere ontwikkelingsfase is gerelateerd aan een onderscheidbaar subsysteem van het autonome zenuwstelsel. Deze subsystemen zijn fylogenetisch georganiseerd en zijn wat betreft gedrag gerelateerd aan sociale communicatie (fylogenetisch jongste systeem), mobilisatie (fight or flight) en immobilisatie (dood veinzen, fylogenetisch oudste systeem).

Het sociale communicatiesysteem (Porges: Social Engagement System, hierna: SES) is afhankelijk van de gemyeliniseerde vezels van de n. vagus. Door remming van de sympathische invloed op het hart en remming van de hypothalamus-hypofyse-adrenaline-as (hierna: HHA-as) bevordert dit deel van de vagus een kalme gedragstoestand. Het mobilisatiesysteem is afhankelijk van de sympathische component van het autonome zenuwstelsel. De fylogenetisch meest primitieve component van immobilisatie is afhankelijk van de ongemyeliniseerde n. vagus. Deze drie systemen moeten daarbij beschouwd worden als een dynamisch systeem wat voor een passend antwoord zorgt op veilige, gevaarlijke of levensgevaarlijke omstandigheden. Daarbij geldt dat de hogere, fylogenetisch nieuwere, systemen de lagere, fylogenetisch oudere, systemen inhiberen.

Daarbij stelt Porges dat de autonome regulatie in veilige omstandigheden gericht is op regulatie van het lichaam ten bate van groei en herstel (viscerale homeostase). Door een toename van de tonus van de gemyeliniseerde vagus neemt de hartfrequentie af, wordt het fight-flight mechanisme van de sympathicus onderdrukt, wordt de stressreactie van de HHA-as onderdrukt en worden ontstekingen in het lichaam gereduceerd door de passende immuunreactie (cytokines).

Ten aanzien van sociaal gedrag geldt dat er in de fylogenetische ontwikkeling van het menselijke zenuwstelsel een connectie is ontstaan tussen de kernen in de hersenstam die de gemyeliniseerde vagus reguleren en de kernen die de spieren van het aangezicht en hoofd aansturen. De aansturing van de gemyeliniseerde vagus is daarbij geëvolueerd van de dorsale motor nucleus van de n. vagus naar de meer ventraal gelegen n. ambiguus. Hierdoor bestaat er een neuroanatomische en neuropsychologische verbinding tussen de bevordering van groei en herstel en de voor sociaal gedrag noodzakelijke spieren die de ogen, gezichtsuitdrukking, luisteren en intonatie aansturen.

Het door Porges beschreven Social Engagement System legt niet alleen een link tussen de aansturing van sociaal gedrag en autonome motorische aansturing door de n. vagus, maar ook ten aanzien van de verwerking van afferente informatie van beide systemen en de (onderlinge) regulatie van beide systemen.

Zowel viscerale afferenten als afferenten van de spieren van gezicht en hoofd, geven input naar de kernen van zowel viscerale als somatische componenten van het Social Engagement systeem. Zo kan activatie van de somatomotorische component (bijvoorbeeld luisteren of spraak) de viscerale reactie oproepen die nodig is voor sociaal gedrag. Andersom kan de viscerale toestand een invloed hebben op de mate waarin iemand in staat is om uitdrukking te geven aan sociaal gedrag.

Samenvattend beschrijft Porges zijn Social Engagement System als een complex neuronaal netwerk waarbij zowel viscerale afferenten als hogere corticale structuren hun invloed uitoefenen op de hersenstamkernen die de gemyeliniseerde vagus en de dwarsgestreepte spieren van het aangezicht en hoofd aansturen.

2.6.3 Hartritmevariabiliteit als onderzoeksparameter

De wetenschappelijke belangstelling voor HRV als onderzoeksparameter ontstond in 1965 toen Hon en Lee een klinische applicatie voor HRV vonden in de monitoring van foetale nood. In 1977 toonde Wolf et al. een verband aan tussen een verlaagd HRV en een verhoogde mortaliteit na een acuut myocard infarct. Tegenwoordig wordt HRV gebruikt voor onderzoek naar verschillende aandoeningen zoals coronair vaatleiden, cardiomyopathie, arteriële hypertensie, myocard infarct, COPD, nierfalen, hartfalen, diabetes, ziekte van Alzheimer, leukemie, epilepsie en hoofdpijn.

In de sportgeneeskunde wordt HRV gebruikt als parameter voor trainen. Daarbij blijken zowel de time-domain als de frequency-domain waarden van de HRV bij getrainde personen hoger te liggen dan bij ongetrainde personen het geval is. Regelmatig trainen wordt daarbij vermeld als oorzaak van een hogere vagale tonus aangezien de verlaagde sensitiviteit van de β -receptoren ontstaat door conditietraining.

Met het toenemen van de leeftijd ontstaat een afname van vagale tonus en een vergelijkbare toename van sympathische tonus. Hiermee hebben oudere individuen een lagere HRV. Daarbij lijkt fysieke training dit effect te kunnen verzachten (Vanderlei, 2009).

Ook voor onderzoek naar psychische stoornissen wordt HRV toegepast. Porges legt via het Social Engagement System onder andere het verband tussen sociale- en angststoornissen en de centrale regulatie van autonome viscerale aansturing.

Naast fysiologisch veranderende omstandigheden hebben ook pathologische factoren een invloed op de HRV. Deze pathologische factoren betreffen onder andere hartritmestoornissen, hartoperaties, diabetes, polyneuropathie en epilepsie. Verder hebben psychiatrische stoornissen zoals psychotische,

bipolaire of depressieve stoornissen een sterke invloed op het regulerende vermogen van het AZS en daarmee op de HRV.

Gezien de anatomische structuur van het autonome zenuwstelsel is het van belang dat de betrokken structuren naar behoren functioneren. Hiermee is het onmogelijk om in geval van hartcondities zoals een getransplanteerd hart, hartritmestoornissen en pacemakers een zuivere HRV analyse te maken (Vanderlei et al, 2009).

Tot slot heeft Negoescu et al in 2000 aangetoond dat niet alleen de RR-intervallen veranderen onder invloed van de ortho-sympathische balans, maar dat, onafhankelijk van het RR-interval, het QT-interval onder invloed van mentale stress ook van lengte (lees: tijdsduur) kan veranderen terwijl de lengte van het RR-interval ongewijzigd blijft. Aangezien we in voorliggend onderzoek uitsluitend RR-intervallen meten, kunnen we ten aanzien van dit gegeven geen uitspraak doen over effect van de toegepaste technieken op het QT-interval. Wel illustreert dit de complexiteit van de autonome regulatie van het hartritme.

Ten aanzien van osteopathie is HRV al eerder door Collard (2009) en Milnes et al (2007) toegepast om na te gaan of er een effect is van de CV4. Voor onderzoek naar de effectiviteit van osteopatische behandelingen of ingrepen is de HRV eveneens toegepast. Zo onderzocht Böhmüller in 2007 het effect van een osteopatische behandeling op de HRV bij een topatleet. Hieruit bleek dat een dag na de behandeling een verschil te meten was ten aanzien van toegenomen HRV, maar dat dit effect na zeven dagen niet meer terug te vinden was.

Coolman (2010) en Minderhout (2009) onderzochten ieder in een eigen studie in 2010 en 2009 het effect van de osteopatische behandeling op de HRV. Coolman onderzocht 11 patiënten en kwam tot een vergelijkbare conclusie als Böhmüller: direct na de behandeling is een verbetering van de HRV terug te vinden die bij herhaalde meting twee weken later weer terug is gekeerd naar de beginwaarde. Minderhout deed onderzoek bij in totaal 51 personen, waarbij er 26 in de behandelgroep zaten en 25 in de controlegroep. Ook uit dit onderzoek kwam een vergelijkbare conclusie. Direct na de behandeling is een significante verbetering te zien van de HRV, maar deze verbetering is niet meer terug te vinden als een week later opnieuw gemeten wordt.

Engel paste in 2006 de HRV toe als parameter om te onderzoeken of craniale osteopathie (in dit geval een techniek van James Jealous) een invloed heeft op de staat van bewustzijn van de patiënt. In vergelijking met een schijnbehandeling bleek ten aanzien van de HRV parameters alleen de gemiddelde hartfrequentie significant te dalen ten opzichte van de schijnbehandeling. Engel paste verder een vragenlijsten toe, waaruit bleek dat het bewustzijn van de patiënten significant veranderde ten aanzien van de schijnbehandeling. Patiënten ervaarden onder andere een verhoogd zelfbewustzijn en een versterkt gevoel van geluk.

2.6.4 Interpretatie van de HRV parameters in voorliggend onderzoek

Voor het onderzoek in deze thesis zullen we gebruik maken van de HRV als parameter. In bijlage 8 zijn de verschillende gangbare analysemethoden van HRV beschreven. Voor dit onderzoek zullen we gezien de klinische betekenis gebruik maken van de mean HR, HF, LF, HF/LF en de RMSSD.

Mean HR betreft de gemiddelde hartslagfrequentie. Een hogere sympathische activiteit geeft een hogere mean HR, en een sterkere parasympathische activiteit geeft een lagere mean HR.

De tweede analysemethode die we voor dit onderzoek toepassen betreft de frequentiedomeinanalyse. De tachogram van de RR-series⁵ wordt daarbij via een mathematisch algoritme (Fourier-analyse) geanalyseerd. Hiermee kan worden afgeleid met welke frequenties het hartritme schommelt. Aangezien het hart van nature een uitermate constant ritme heeft, geven deze schommelingen de frequenties weer waarmee het hartritme wordt bijgestuurd. In de HRV-analyse wordt daarbij onderscheid gemaakt naar hoge frequenties (hierna: HF) en lage frequenties (hierna: LF).

De HF component varieert van 0.15 tot 0.4 Hz. De Task Force (Camm et al, 1996) concludeert dat de vagale efferente activiteit een grote bijdrage levert aan de HF component. Porges beschrijft de respiratoire modulatie als een indicator voor de prestatie van de gemyeliniseerde n. vagus. Respiratoire modulatie, ofwel Respiratory Sinus Arrhythmia (hierna: RSA) betreft de invloed van de ademhaling op het hartritme, gereguleerd in de hersenstam. De polsslag neemt in frequentie toe bij inademing en af bij uitademing. Hiermee is RSA een van nature voorkomend ritme in het hartritme patroon met een frequentie van ongeveer de frequentie van spontane ademhaling. Van alle verschillende regulatiemechanismen van het hartritme is alleen de gemyeliniseerde n. vagus in staat tot de onmiddellijke snelle veranderingen in hartritme die kenmerkend zijn voor RSA. De mate waarin RSA varieert geeft daarmee een indicatie van de functie van de gemyeliniseerde n. vagus.

In veel literatuur wordt de HF component dan ook toegeschreven aan de RSA en representeert deze eveneens de invloed van de n. vagus (Camm et al, 1996 en Vanderlei et al, 2009). De frequentie van RSA is echter afhankelijk van de ademfrequentie. Porges (2007) wijst op het feit dat de RSA van een proefpersoon die langzamer ademt dan 0.15 Hz (minder dan negen keer per minuut) wordt weergegeven in de LF component. Aangezien de gemiddelde ademfrequentie in rust ligt op zestien keer per minuut (Silbernagel, 2001), geldt dat de HF component in verreweg de meeste gevallen representatief is voor de RSA en daarmee voor de vagale invloed op het hartritme.

⁵ In Figuur 42 op bladzijde 19 is de tachogram van een hartritmemeting te zien in het bovenste diagram, 'RR Interval Time Series'.

De LF component varieert van 0.04 tot 0.15 Hz en geeft volgens verschillende bronnen een weergave van de gezamenlijke vagus en sympathische activiteit met een overhand van sympathische activiteit. De Task Force (Camm et al, 1996) concludeert dat er onduidelijkheid bestaat ten aanzien van de interpretatie van de LF component. Sommige studies suggereren dat de LF een kwantitatieve indicator is voor sympathische modulaties, terwijl andere studies de LF beschouwen als een weergave van zowel sympathische als vagale activiteit.

Porges relateert de LF component aan endogene bloeddrukregulatie aan de hand van viscer-efferente informatie van de baroreceptoren en de autonome vasomotorische activiteit. Uit onderzoek blijkt dat de LF component net zo gevoelig is voor vagale blokkade als RSA. Aangezien de LF component anders reageert op verschillende stimuli dan de RSA en aangezien de LF niet beïnvloed wordt door ademhalinganesthesie, legt Porges de hypothese neer dat de LF component een index zou kunnen zijn van de vagale output van de dorsale nucleus (Porges, 2007).

Tot slot stelt Negoescu et al (2000) dat de frequentie van de THM-oscillaties terug te vinden is in de LF component van de HRV. Aangezien Nelson et al (2006) hebben aangetoond dat palpatie van het CRI een grote overeenkomst vertoont met THM-oscillaties, kunnen we de hypothese stellen dat de waarde van LF mogelijk een verband houdt met de palpatie van het CRI. In voorliggend onderzoek is de palpatie van het CRI-ritme echter niet gemeten, waardoor we geen uitspraken kunnen doen ten aanzien van deze hypothese.

De verhouding van LF en HF (Hierna: LF/HF) geeft met het oog op bovenstaande beschrijving van LF en HF verschillende interpretaties. Volgens de Task Force (Camm et al, 1996) zou de LF/HF de sympatho-vagale balans weer kunnen geven of geeft de LF/HF een indicatie van sympathische activiteit. Volgens Porges zou de LF/HF de verhouding tussen de twee vagale componenten (gemyeliniseerd en ongemyeliniseerd) kunnen weergeven, een en ander afhankelijk van de ademfrequentie van de proefpersoon.

De laatste parameter die we in dit onderzoek meewegen betreft de RMSSD. Deze wordt berekend aan de hand van de tijdsverschillen tussen opeenvolgende hartslagen en representeert volgens Vanderlei et al (2009) de parasympathische activiteit. De Task Force (Camm et al, 1996) geeft aan dat de RMSSD inzicht geeft in de korte termijn componenten van HRV.

3 Experimenteel onderzoek

Voorliggend onderzoek betreft klinisch experimenteel onderzoek naar de korte termijn effecten van een eenmalige toepassing van een CV4 op de hartritmevariabiliteit (hierna: HRV). In deze pilotstudy wordt nagegaan of er een verschil in effect ten aanzien van de HRV is van een techniek toegepast aan de hand van het CRI en een techniek van mechanische compressie zoals beschreven door Busquet. De resultaten van beide technieken worden vergeleken met een schijntechniek.

3.1 Methodologie van het onderzoek

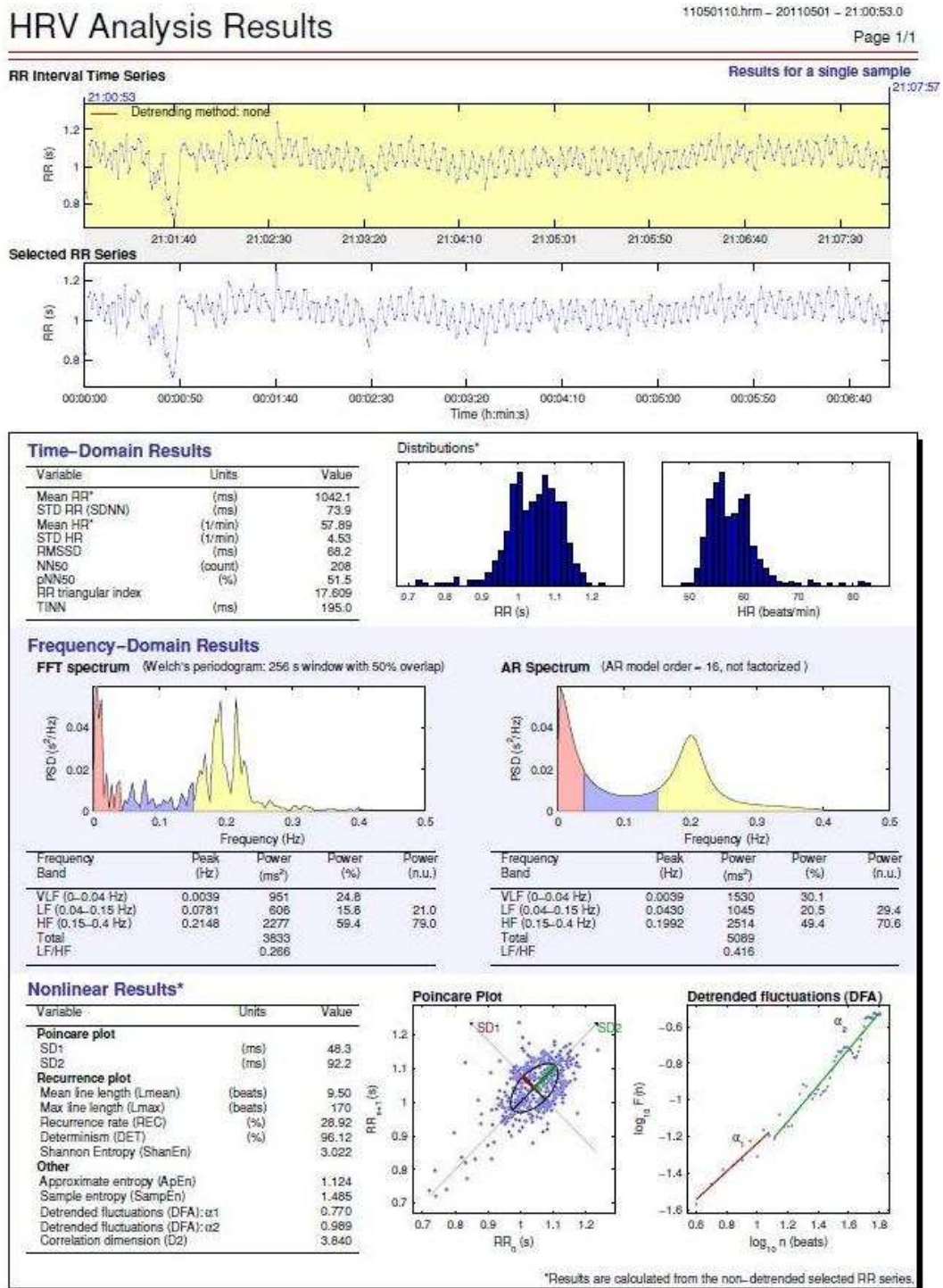
3.1.1 Meting en analyse van de HRV

Het hartritme wordt gedurende het onderzoek gemeten met een Polar RS800CX hartslagmeter. Dit apparaat is uiterst nauwkeurig en kan volgens opgave van de fabrikant RR-intervallen meten met de nauwkeurigheid van een ECG (zie bijlage 8 voor toelichting). De verkregen data wordt met behulp van de Kubios software versie 2.0 verwerkt tot HRV analyses. Een voorbeeld van deze analyse is weergegeven in Figuur 4.

Het kan voorkomen dat in de metingen van het hartritme meetfouten of artefacten optreden. Een artefact is een fout in de waarneming of meting veroorzaakt door de methode of techniek waarmee gemeten wordt. In de medische elektrofysiologische monitoring, zijn artefacten afwijkende of storende signalen die afkomstig zijn van een andere bron dan de elektrofysiologische structuur die wordt bestudeerd. In voorliggend onderzoek kunnen artefacten bijvoorbeeld ontstaan door slecht contact van elektroden. Door middel van de Kubios software zijn de metingen die voor dit onderzoek gebruikt zijn gecorrigeerd voor dergelijke artefacten. De setting 'medium artifact correction' is toegepast. In bijlage 8.8 is het aantal artefacten per meting terug te vinden.

Om een gebalanceerde onderzoeksopzet te handhaven is er voor gekozen om alle metingen, ongeacht het aantal artefacten, in de resultaten van dit onderzoek mee te wegen. Verder is in de literatuur (Vanderlei, 2009) terug te vinden dat minimaal 95% zuivere sinus-hartslagen als een gangbare acceptatie van HR-data voor HRV analyse wordt toegepast. Als we uitgaan van een totale meettijd van 15 minuten en een relatief lage hartslag van 60/min, dan is een aantal van maximaal 45 artefacten nog als acceptabel te beschouwen.

Figuur 4: Analyse van hartritme-data met Kubios software



3.1.2 Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie bestaat uit totaal 24 personen. Deze worden verdeeld naar twee maal drie groepen. Iedere groep ondergaat op drie verschillende momenten de volgende drie technieken:

- techniek 1: toepassing van CV4 aan de hand van CRI
- techniek 2: een mechanische compressie volgens Busquet
- techniek 3: schijntechniek

Tussen de opeenvolgende meetmomenten zit minimaal een week rust. Ter correctie van eventuele 'carry over' effecten (residuele effect van vorige behandeling op volgende) wordt gekozen voor een cross-over design voor het onderzoek: alle paren van opeenvolgende technieken komen even vaak voor en alle technieken komen even vaak voor per tijdstip.

Werkschema:

	Tijdstip 1	Tijdstip 2	Tijdstip 3
Groep 1	Techniek 1: CV4	Techniek 2: Busquet	Techniek 3: schijntechniek
Groep 2	Techniek 2: Busquet	Techniek 3: schijntechniek	Techniek 1: CV4
Groep 3	Techniek 3: schijntechniek	Techniek 1: CV4	Techniek 2: Busquet
Groep 4	Techniek 3: schijntechniek	Techniek 2: Busquet	Techniek 1: CV4
Groep 5	Techniek 1: CV4	Techniek 3: schijntechniek	Techniek 2: Busquet
Groep 6	Techniek 2: Busquet	Techniek 1: CV4	Techniek 3: schijntechniek

Ter controle van de schijntechniek wordt op het moment dat de proefpersoon alle technieken ondergaan heeft (tijdstip 3) nagevraagd of de proefpersoon er van uit gaat drie keer een echte techniek ondergaan te hebben. Voor deelname aan het onderzoek geldt dat de proefpersoon een instemmingverklaring moet ondertekenen en dat de proefpersoon onder de volgende inclusie en exclusie criteria moet vallen.

3.1.3 Inclusie criteria

- Gemiddeld gezonde persoon;
- Leeftijd tussen de 21 en 65 jaar.

3.1.4 Exclusie criteria

- Conditie die betrouwbare meting van HRV kunnen beïnvloeden:
 - gebruik van medicatie met invloed op autonoom zenuwstelsel: bètablokkers, ACE remmers en statines;
 - hartcondities: ritmestoornissen, pacemakers, myocardinfarct, hartoperatie.
- Conditie met invloed op regulatievermogen van ANS:
 - psychische stoornissen: psychotische-, bipolaire- en depressieve stoornissen, burn-out (in de afgelopen twee jaar), drugsverslaving, persoonlijkheidsstoornissen.
 - diabetes, polyneuropathie, centraal neurologische aandoeningen, anti-depressiva, anti-epileptica.
- Contra indicaties voor behandeling met CV4 ter hoogte van het cranium (Kenter MA, 1999):
 - recente of ernstige traumata aan het hoofd;
 - cerebrovasculair accident (CVA);
 - graviditeit;
 - astma.
- (Relatieve) contra-indicaties voor osteopathische behandeling:
 - ziektes met een parasitaire, virale of bacteriële oorsprong;
 - ziektes die vallen onder de oncologie;
 - patiënten met koorts.

3.1.5 Selectie van deelnemers voor het onderzoek

Aanvankelijk bleek het redelijk lastig om deelnemers voor het onderzoek te vinden. Dit lag vooral aan het feit dat deelnemers in totaal drie keer aanwezig moesten zijn (tijdsinvestering) en dat het onderzoek voor de deelnemer geen direct gezondheidsvoordeel opleverde. Hierdoor bleek het niet haalbaar om uitsluitend via vrijwillige aanmelding van patiënten uit de eigen praktijk de totale onderzoekspopulatie van 24 deelnemers te bereiken. Als aanvulling op vrijwillige aanmelding van patiënten zijn daarom vrienden en kennissen benaderd om deel te nemen aan het onderzoek. Uiteraard vond deelname op vrijwillige basis plaats.

3.1.6 De toegepaste technieken

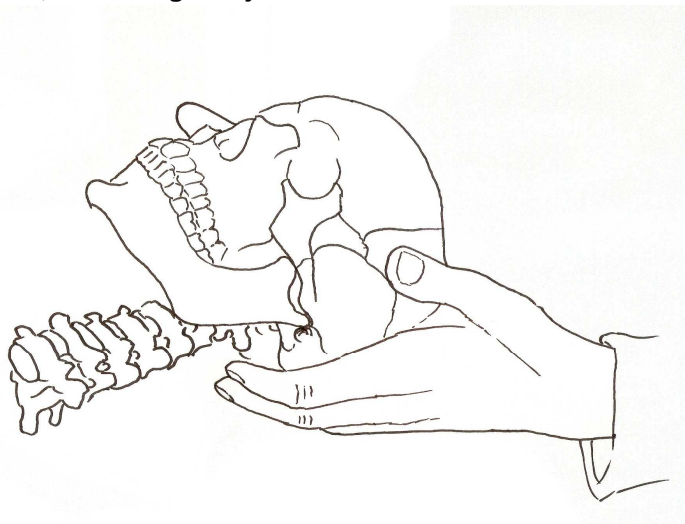
De beschrijving van de CV4 en de Busquet techniek is terug te vinden op pagina 14 en pagina 16. Voor de schijntechniek die in dit onderzoek is toegepast is gekozen voor een techniek die lijkt op de CV4 voor wat betreft benadering van de patiënt, maar waarbij een compressie van het vierde ventrikel of het occiput vermeden wordt. De schijntechniek is als volgt toegepast:

Patiënt: in ruglig

Therapeut: zit aan het hoofd van de patiënt. Het hoofd van de patiënt rust op de behandelbank. De therapeut plaatst zijn handen aan weerszijden haaks over sutura occipito-mastoidea, zonder dat het hoofd van de patiënt op zijn vingers rust. De duimen maken geen contact met de patiënt. De therapeut maakt met zijn vingers uitsluitend huidcontact en waakt ervoor dat er geen compressie of druk wordt uitgeoefend.

Uitvoering: de schijntechniek wordt gedurende zes minuten uitgevoerd. Hiermee bedraagt de uitvoeringsduur het gemiddelde van de uitvoeringsduur van de Busquet techniek (maximaal vijf minuten) en de CV4-techniek (gemiddeld tussen de vijf en tien minuten). De therapeut heeft zijn aandacht niet bij de patiënt, maar denkt bewust aan andere dingen dan de uitgevoerde schijntechniek. De therapeut palpeert niet, maar zorgt uitsluitend voor een ontspannen contact met het hoofd van de patiënt.

Figuur 5, uitvoering schijntechniek



3.2 Verloop van het onderzoek

Voorafgaand aan het onderzoek krijgt de proefpersoon schriftelijke uitleg over het verloop van het onderzoek. De proefpersoon wordt verzocht thuis de instemmingverklaring in te vullen en te ondertekenen. Tijdens het onderzoek wordt de deelnemer niet geïnformeerd over de soort techniek die wordt toegepast. Ook zijn de patiëntinformatie, de instemmingverklaring en het vragenformulier (zie bijlage 8.3, 8.4 en 8.5) dusdanig opgesteld dat hieruit niet is op te maken wat voor soort technieken tijdens het onderzoek worden toegepast.

De metingen vinden plaats in de praktijk en verlopen als volgt:

- Bij het eerste meemoment ontvangt de proefpersoon vooraf de benodigde toelichting en wordt de instemmingsverklaring en het vragenformulier ingevuld.
- 15 minuten rust op de behandelbank.
- Gedurende 5 minuten HRV meting in lig
- Toepassing techniek 1, 2 of 3:
 - o Techniek 1: CV4: aan de hand van CRI, totdat CRI na stillpoint weer terugkeert. Maximaal 10 minuten indien er geen still-point optreedt of indien het stillpoint lang duurt.
 - o Techniek 2: mechanische compressie volgens Busquet, gedurende 5 minuten (conform beschrijving door Busquet)
 - o Techniek 3: gedurende 6 minuten handen onder het hoofd.
- Gedurende 5 minuten HRV meting in lig

Binnen het onderzoek is op de volgende wijze gezorgd voor vergelijkbare omstandigheden voor de uitvoering van de verschillende technieken:

- Het meten van het hartritme en de toepassing van de technieken vond plaats in dezelfde behandelkamer die op constante temperatuur werd gehouden. Voor zover mogelijk werden storende prikkels van buiten (geluid) vermeden. De deelnemers aan het onderzoek werd verzocht hun telefoon uit te zetten.
- Tijdens het meten van het hartritme en tijdens de toepassing van de techniek werden de proefpersonen verzocht niet te spreken. Zo nodig werd tijdens de eerste vijftien minuten rust nog een toelichting gegeven op het onderzoek.
- Deelnemers werden onderverdeeld naar een van de zes groepen. Dit vond plaats op basis van inschrijving. De eerste deelnemer werd in groep 1 geplaatst, de tweede deelnemer in groep 2, etc. De zevende deelnemer werd weer in groep 1 geplaatst. Waar mogelijk werd per deelnemer een vast moment in de week gekozen voor het uitvoeren van de verschillende technieken. Als het wat betreft agenda van de deelnemer niet anders kon, werd uitgeweken naar een andere dag.

Uitvoerende therapeut

Eén van de uitdagingen bij onderzoek naar het effect van craniale osteopatische technieken is het feit dat de toepassing van de technieken volledig afhankelijk is van de wisselwerking tussen therapeut en patiënt (zie hoofdstuk 2.5.3 over testbetrouwbaarheid). In dit kader geldt dat de persoonlijke overtuiging, voorkeur en vaardigheden van de uitvoerende therapeut ten aanzien van één van de technieken een invloed kan hebben op het resultaat van de technieken.

In eerste instantie is overwogen om voor het onderzoek de drie technieken door drie verschillende therapeuten uit te laten voeren, waarbij in ieder geval twee therapeuten veel ervaring hebben met de CV4-techniek respectievelijk de Busquet techniek. Voor deze optie is echter niet gekozen omdat een eventueel verschil in effect van de technieken dan verklaard zou kunnen worden door of het verschil in effect van de techniek, of door een verschil in vaardigheden van de therapeuten, dan wel door een combinatie van beide. Hiermee zou het statistisch gezien onmogelijk worden om een valide uitspraak te doen over het effect van de technieken.

In tweede instantie zijn de mogelijkheden verkend waarbij verschillende therapeuten alle drie de technieken uitvoeren op een deel van de onderzoekspopulatie. Dit zou als voordeel opleveren dat een eventuele voorkeur en/of overtuiging ten aanzien van het effect van de technieken van één therapeut minder invloed heeft op het onderzoek. Om in dit scenario tot een afgewogen onderzoeksopzet te komen zou gewerkt moeten worden met twee of met vier therapeuten (de onderzoekspopulatie wordt immers naar zes groepen van vier personen verdeeld en iedere groep van deelnemers zou evenwichtig over de uitvoerende therapeuten verdeeld moeten worden). Dit scenario is helaas niet haalbaar gebleken aangezien dit tot logistieke problemen leidde ten aanzien van de beschikbaarheid van deelnemers en collega-osteopaten.

Het uiteindelijke onderzoek is door één osteopaat uitgevoerd. Dit heeft het eerder beschreven nadeel dat de overtuiging en vaardigheden van de therapeut van invloed kunnen zijn op het onderzoek. Om hiervoor zo veel als mogelijk te compenseren heeft de uitvoerende therapeut er voor gezorgd om voorafgaand aan het onderzoek beide technieken zich verder eigen te maken door deze in de praktijk veelvuldig toe te passen en literatuur ten aanzien van beide technieken te bestuderen. Ten aanzien van de overtuiging van de therapeut geldt dat beide technieken in de dagelijkse praktijk van de betreffende therapeut bij patiënten tot resultaat leidde. Hiermee was de therapeut er zelf van overtuigd geen voorkeur voor één van deze technieken te hebben.

4 Resultaten

De uitvoering van het onderzoek is volgens planning verlopen en gedurende het onderzoek zijn geen deelnemers uitgevallen. In bijlage 8: HRV metingen – ruwe data op pagina 19 en verder zijn in Tabel 11 de HRV metingen terug te vinden. In Tabel 12 is het aantal artefacten per meting terug te vinden. Uit deze tabel blijkt dat alle metingen onder het maximale aantal artefacten van 45 zijn gebleven (zie pagina 19 voor toelichting over maximaal aantal artefacten). Het maximale aantal artefacten wat is aangetroffen op één meetmoment is 30. In Tabel 13 is de controle op de schijntechniek terug te vinden.

Ten aanzien van de controle van de schijntechniek en de ervaringen van de deelnemers geldt dat 20 van de 24 deelnemers alle technieken als echte techniek aanmerken. Twee van de 24 deelnemers spreken hun twijfel uit over de schijntechniek: deelnemer 17 gaf aan niets ervaren te hebben, deelnemer 8 gaf te twifelen aan de schijntechniek. Deelnemer 9 twijfelde aan het effect van de Busquet techniek. Deelnemer 23 kon geen mening geven of hij drie echte technieken had ondergaan, aangezien hij niet wist hoe een echte techniek hoorde te voelen.

4.1 Statistische analyse, gebruikte methode

Voor de analyse van de meetresultaten is gebruik gemaakt van een (co)variatieanalyse met behulp van het statistische pakket Genstat versie 14.1 (www.vsni.co.uk). De statistische analyses zijn uitgevoerd door drs. Bert van der Werff, scientist en statistisch onderzoeksadviseur binnen Alterra, onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre). De in deze thesis weergegeven toelichting op de variatieanalyse is samengesteld uit informatie van Bert van der Werff en van Studion van de Universiteit van Utrecht (zie www.studion.fss.uu.nl, geraadpleegd september 2011).

Een variatieanalyse gaat uit van het model dat de responsvariabele (in dit geval de HRV parameter) beschreven kan worden als een vaste functie van de toegepaste techniek en willekeurige effecten die afhankelijk zijn van de persoon en het tijdstip (random effecten). Aangezien de proefopzet gebalanceerd is kunnen de meetresultaten met de variantieanalyse nader onderzocht worden.

Correcties op de metingen kunnen gemaakt worden voor zogenaamde covariabelen. Een covariabele is een variabele waarvan je vermoedt dat deze een invloed zal hebben op het onderzoek. Denk bijvoorbeeld aan geslacht of leeftijd. In dit onderzoek zijn als covariabelen toegepast: het geslacht en de techniek op het vorige tijdstip. De techniek op het vorige tijdstip wordt meegewogen om inzicht te krijgen in eventueel aanwezige carry-over effecten: de residuele effecten van de vorige techniek of anders gezegd: het lange termijn effect van de techniek die op het vorige tijdstip is toegepast.

Het hier toegepaste model van variatieanalyse wijkt iets af van de klassieke carry-over proefopzet aangezien er steeds per persoon op drie verschillende momenten is gemeten. Om deze reden is de toegepaste steekproefnesting gebruikt in het model en is een overall analyse gedaan met alle variabelen. De toegepaste steekproefnesting bestaat uit Nummer proefpersoon / Tijdstip van toepassing van de techniek / Moment van meten. Met andere woorden: het meetmoment (voor, tijdens of na de behandeling) is genest binnen het tijdstip waarop de betreffende techniek wordt uitgevoerd. Het tijdstip waarop de betreffende techniek wordt uitgevoerd is op zijn beurt genest binnen een bepaalde proefpersoon. Kortom, het feit dat iedere proefpersoon drie technieken ondergaat waarbij er per techniek drie keer gemeten is (voor, tijdens en na) wordt in de variatieanalyse als nesting meegenomen.

4.1.1 Aannames regressie

De random effect variabelen (de willekeurige effecten) zijn af te leiden uit de steekproefmethode. Ten eerste kunnen random effecten optreden die wisselen per persoon (iedere persoon zal anders reageren op een techniek), vervolgens kunnen random effecten optreden per tijdstip per persoon (een persoon kan op een ander tijdstip een iets andere reactie vertonen). Tot slot geldt dat er per meetmoment per tijdstip per persoon een random effect op kan treden. De volgende aannames liggen ten grondslag aan het uitvoeren van een betrouwbare covariabelen regressie: de afwijkingen van de waarnemingen ten opzichte van het model zijn normaal verdeeld voor de verschillende random effecten en de variaties hiervan zijn homogeen. Bij het uitvoeren van de analyse worden deze aannames getest door verdere uitvoer te genereren met Genstat 14.1.

4.1.2 Leeswijzer statistische analyse

In de analyses die volgen geldt dat de techniek op het vorige tijdstip wordt aangeduid als T-1 gevolgd door het type techniek. Zo betekent 'T-1 Busq' dat de vorige techniek die is toegepast de Busquet techniek was. In de tabellen wordt onderscheid gemaakt naar 'Moment' en 'Tijdstip'. 'Tijdstip' betreft het tijdstip waarop de techniek is uitgevoerd en kent de waarde 1,2 of 3. 'Moment' betreft het meetmoment tijdens de uitvoering van de techniek en kent de waarden 'Voor', 'Na' of 'Tijdens'. De meetmomenten zijn als volgt weer te geven:

	Tijdstip 1	Tijdstip 2	Tijdstip 3
Groep 1	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na
Groep 2	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na
Groep 3	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na
Groep 4	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na
Groep 5	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na
Groep 6	Techniek 2: Busquet Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 1: CV4 Moment: Voor, Tijd, Na	Techniek 3: schijn Moment: Voor, Tijd, Na

4.2 Statistische analyse

Voor de analyse van de meetresultaten is gebruik gemaakt van een (co)variatieanalyse met behulp van het statistische pakket Genstat versie 14.1. Aangezien de analyse van de HF in dit onderzoek de meest significante resultaten liet zien, zullen we in het volgende hoofdstuk de analyse van de HF component van de HRV uitgebreid aan bod laten komen. Per tabel wordt in het hoofdstuk over HF een legenda bij de tabel weergegeven en volgt een toelichting ten aanzien van de interpretatie van de inhoud van de tabel.

De analyse van de overige HRV parameters (LF, HL/LF, RMSSD, Mean HR) gaf geen significante resultaten op grond waarvan we conclusies kunnen trekken ten aanzien van het effect van de verschillende technieken. Voor de volledigheid zijn de analyses van deze parameters als bijlage bij deze thesis opgenomen. In hoofdstuk 4.3 volgt tot slot een samenvatting van de statistische analyse van de verschillende parameters.

4.2.1 Analyse van het hoge frequentie domein, HF

Als voorbeeld van de variatieanalyse zullen we hieronder de analyse van responsvariabele HF bespreken. Per stap van de analyse volgt een toelichting.

In de tabellen wordt de toegepaste techniek op een bepaald tijdstip aangeduid als 'behandeling'. Feitenlijk is dit incorrect, aangezien het toepassen van een techniek niet als een behandeling aangemerkt kan worden. Voor de leesbaarheid van de tabellen is hier toch gekozen voor de term behandeling.

Tabel 1 Variatie-analyse HF (gecorrigeerd voor co-variabelen)

Variate: HF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	10728279.	3576093.	0.55		0.654
Geslacht	1	2576498.	2576498.	0.40		0.536
Residual	20	129891290.	6494564.	6.90	0.94	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	226338.	113169.	0.12	0.67	0.887
Behandeling	2	580563.	290282.	0.31	0.80	0.736
Covariates	2	2342634.	1171317.	1.25		0.298
Residual	42	39504687.	940588.	4.59	1.01	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	189982.	94991.	0.46	1.00	0.630
Behandeling.Moment	4	491508.	122877.	0.60	1.00	0.663
Residual	138	28273743.	204882.		1.00	
Total	215	214308233.				

Toelichting bij tabel 1:

d.f.	:	degrees of freedom
s.s.	:	sum of squares
ms	:	mean squares = ss/df
v.r	:	variance ratio = m.s./ residual m.s
cov ef	:	covariance efficiency
F pr.	:	F probability

Bovenstaande tabel geeft de basis uitvoer van Genstat weer. Voordat verdere analyse plaatsvindt is in eerste instantie interessant welke van de variabelen significant zijn. Wanneer de F pr. kleiner is dan 0.05 is de gevonden term significant. Met andere woorden, dan is de kans kleiner dan 5% dat de gevonden afwijking van het gemiddelde op toeval berust. In bovenstaande tabel zijn alle termen niet significant.

Tabel 2: tabel van gemiddelden HF (gecorrigeerd voor co-variabelen)

Variate: HF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Grand mean 796.

Tijdstip	1	2	3
	677.	815.	895.
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	806.	720.	861.
Moment	Na	Tijdens	Voor
	835.	763.	788.
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	919.	761.	739.
CV4	742.	648.	770.
Schijn	844.	882.	856.

Tabel 2 bevat de gemiddelden van de meetwaarden. Aangezien geen van de termen significant is (zie de toelichting bij Tabel 1) kunnen we uit deze gemiddelden geen verdere conclusies trekken.

Tabel 3 Standard errors of differences of means HF

Variate: HF

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	198.0	180.7	75.4	199.6
d.f.	42	42	138	81.84
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				134.7
d.f.				138

Toelichting bij tabel 3:

Rep. : aantal replicaties
 s.e.d. : standard error of differences
 d.f. : degrees of freedom

Bij Tabel 1 kon geconcludeerd worden dat geen van de termen significant is. Een snelle controle van de significantie betreft de vergelijking van het verschil van gemiddelden (zie Tabel 2) met $2 \times$ s.e.d. Het grootste verschil in gemiddelde vinden we in terug tussen 'Voor' en 'Na' het toepassen van de Busquet techniek. Dit verschil bedraagt 180 ($919 - 739 = 180$). $2 \times$ s.e.d. bedraagt 269,4 ($2 \times 134,7$). Aangezien het verschil (180) kleiner is dan $2 \times$ s.e.d. is het gevonden verschil niet significant.

Tabel 4 covariatie regressie HF

Variate: HF

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	1553.	1308.	1.000			
T-1 CV4	1229.	1308.	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-249.	395.	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	-260.	242.	1.000			
T-1 CV4	113.	242.	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	-200.	238.	1.000			
T-1 CV4	149.	238.	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-122.	381.	-0.042	-0.042	0.000	1.000

Toelichting bij tabel 4:

s.e. : standard error

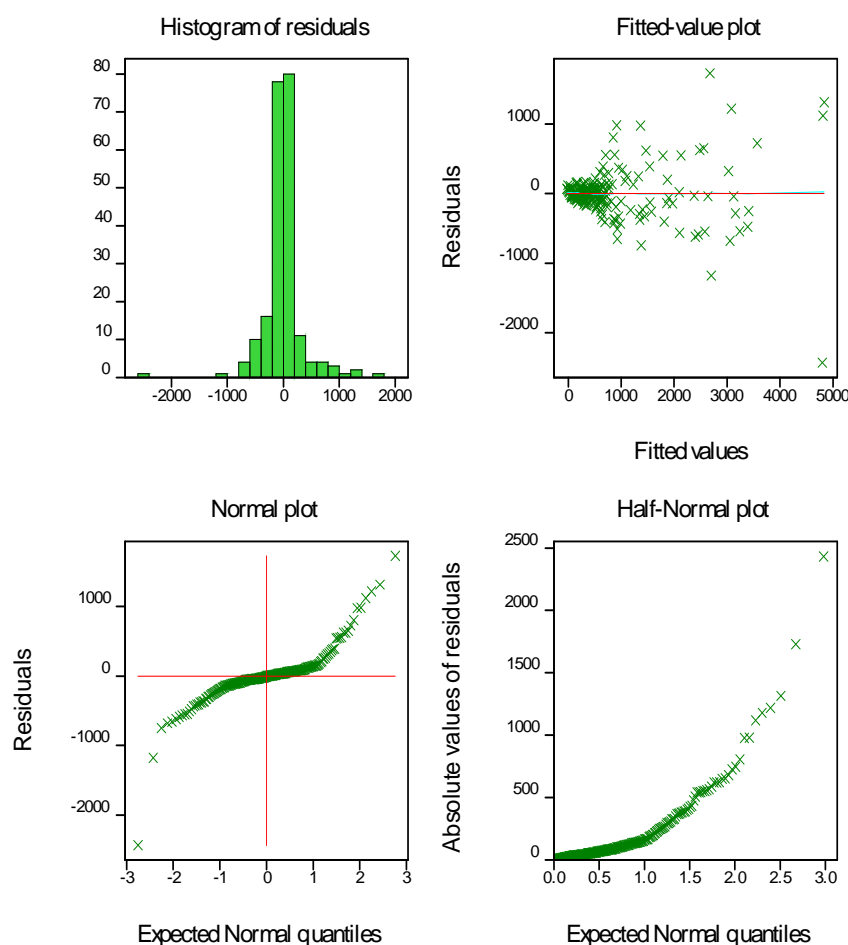
Tabel 4 geeft de output van Genstat weer voor de covariatie regressie. In Tabel 1 zagen we reeds dat de covariabelen voor het nummer stratum en het nummer.tijdstip stratum geen significante invloed hebben (F pr 0.654 respectievelijk 0.298). In bovenstaande tabel kan de significantie van de covariabelen eveneens gecontroleerd worden door $2 \times$ s.e. te vergelijken met de coëfficiënt. Een snelle blik op bovenstaande tabel leert dat geen van de coëfficiënten groter zijn dan $2 \times$ s.e. Hieruit kan opnieuw geconcludeerd worden dat geen van de covariabelen significant is.

In deze tabel is te zien dat de schattingen voor T-1 uit zowel het nummer stratum als ook het nummer.tijdstip stratum komen. Geslacht komt alleen uit nummer stratum, wat logisch is aangezien het geslacht van een persoon in de tijd niet verandert. Opvallend is de combined estimates 0 waarde voor de schijnstechniek. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de schijnstechniek geen carry-over effect heeft op de volgende tijdstippen van meting. De Busquet techniek en de CV4 hebben een beperkt carry-over effect, maar deze is niet significant. Aangezien geen van de termen significant is kan de analyse overgedaan worden zonder de covariabelen.

Aannames regressie HF

De aannames die ten grondslag liggen aan het uitvoeren van een covariabelen regressie moeten getest worden door verdere uitvoer te genereren met Genstat. De onderliggende aannames achter de analyse zijn: de afwijkingen van de waarnemingen ten opzichte van het model zijn normaal verdeeld voor de verschillende random effecten en de variaties hiervan zijn homogeen.

HF



Zoals je kan zien zijn de residuals (afwijkingen ten opzichte van het model = som van random termen) niet homogeen verdeeld rondom het nulpunt. De residuen nemen toe met de verwachtingswaarde (fitted value). Bovendien wijkt de normal plot af van een rechte. Naar aanleiding van deze resultaten is de analyse overgedaan door in plaats van HF de log(HF) te analyseren (logaritme van HF).

Tabel 5 Variatie-analyse lnHF (gecorrigeerd voor co-variabelen)

Variate: lnHF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	32.3485	10.7828	1.11		0.369
Geslacht	1	21.0794	21.0794	2.16		0.157
Residual	20	194.7836	9.7392	7.50	1.01	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	0.0030	0.0015	0.00	0.67	0.999
Behandeling	2	2.1761	1.0880	0.84	0.80	0.440
Covariates	2	0.3939	0.1969	0.15		0.860
Residual	42	54.5435	1.2987	5.85	0.96	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	2.0045	1.0022	4.52	1.00	0.013
Behandeling.Moment	4	2.4898	0.6224	2.81	1.00	0.028
Residual	138	30.6121	0.2218		1.00	
Total	215	320.2974				

Nu valt op dat Moment en Behandeling.Moment significant zijn.

Tabel 6 Tabel covariatie regressie lnHF

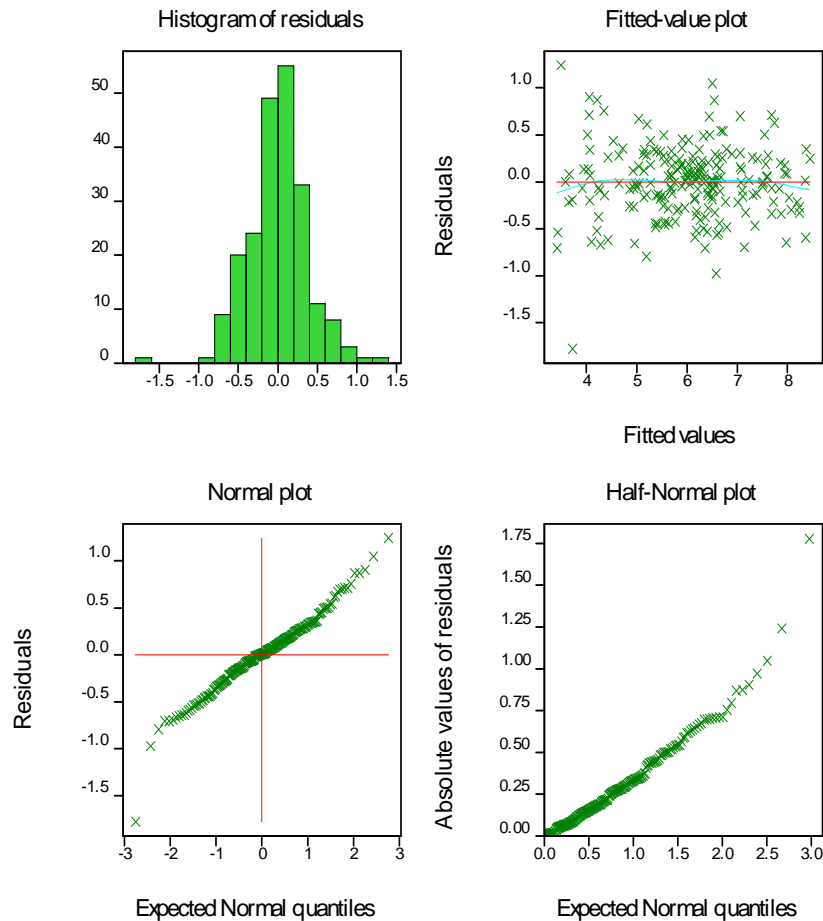
Variate: lnHF

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	2.1	1.60	1.000			
T-1 CV4	1.8	1.60	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.71	0.484	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	-0.16	0.285	1.000			
T-1 CV4	-0.10	0.285	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	-0.09	0.281	1.000			
T-1 CV4	-0.04	0.281	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.53	0.470	-0.040	-0.040	0.000	1.000

Aannames regressie InHF

De aannames die ten grondslag liggen aan het uitvoeren van een covariabelen regressie worden voor InHF opnieuw getest door verdere uitvoer te genereren met Genstat.

InHF



Zoals in bovenstaande grafieken te zien is zijn de afwijkingen van de waarnemingen ten opzichte van het model nu normaal verdeeld voor de verschillende random effecten en zijn de varianties hiervan homogeen. De analyse van InHF geeft dus een betrouwbare uitkomst van de variantieanalyse.

Aangezien de covariabelen ook bij InHF niet significant zijn (zie tabel 6) is de analyse nog een keer uitgevoerd zonder de covariabelen.

Tabel 7 Variatie-analyse InHF

Variate: InHF

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Nummer stratum	23	227.1321	9.8753	7.91	
Nummer.Tijdstip stratum					
Tijdstip	2	0.5072	0.2536	0.20	0.817
Behandeling	2	2.6143	1.3071	1.05	0.360
Residual	44	54.9374	1.2486	5.63	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum					
Moment	2	2.0045	1.0022	4.52	0.013
Behandeling.Moment	4	2.4898	0.6224	2.81	0.028
Residual	138	30.6121	0.2218		
Total	215	320.2974			

Tabel 8 gemiddelden InHF

Variate: InHF

Grand mean 6.027

Tijdstip	1	2	3
	5.958	6.065	6.056
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	6.120	5.872	6.088
Moment	Na	Tijdens	Voor
	6.055	5.897	6.128
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	6.337	5.845	6.179
CV4	5.772	5.777	6.067
Schijn	6.056	6.070	6.137

Tabel 9 Standard errors of differences of means InHF

Variate: InHF

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	0.1862	0.1862	0.0785	0.2168
d.f.	44	44	138	77.70
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.1360
d.f.				138

Als we naar de informatie in de tabellen op de vorige pagina kijken, dan zien we in tabel 7 dat zowel Moment als Behandeling.Moment significant zijn. De gemiddelde waarden voor Moment (uit Tabel 8):

Moment	Na	Tijdens	Voor
	6.055	5.897	6.128

Voor Moment geldt een s.e.d. van 0.0785 met df 138 (zie Tabel 9).

$2 \times \text{s.e.d.} = 2 \times 0.0785 = 0.157$. Significant zijn verschillen in het gemiddelde groter dan 0.157

Het verschil tussen 'Voor' en 'Na' is $6.128 - 6.055 = 0.073$, niet significant

Het verschil tussen 'Voor' en 'Tijdens' is $6.128 - 5.897 = 0.231$, significant

Het verschil tussen 'Tijdens' en 'Na' is $6.055 - 5.897 = 0.158$, significant

Aangezien de interactie tussen Behandeling en Moment significant is, bekijken we de gemiddelden per behandeling (uit Tabel 8):

Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	6.337	5.845	6.179
CV4	5.772	5.777	6.067
Schijn	6.056	6.070	6.137

Voor het vergelijken van de gemiddelden op het niveau van één type behandeling geldt een s.e.d. van 0.1360 met df 138 (zie Tabel 9).

$2 \times \text{s.e.d.} = 2 \times 0.1360 = 0,2336$. Significant zijn verschillen in het gemiddelde groter dan 0,2336.

Een significante interactie houdt in dat het patroon voor de verschillende behandelingen niet dezelfde is (significant verschillend). Duidelijk blijkt dat er voor de schijntechniek geen moment effect is. De verschillen tussen 'Voor', 'Tijdens' en 'Na' is telkens kleiner dan 0,2336.

Voor de CV4 is 'Voor' versus 'Tijdens' of 'Na' significant. Er is geen significantie tussen 'Tijdens' en 'Na'. Kortom, er is een significante invloed van de CV4-techniek tussen de HF meting voor de behandeling en de waarden van HF tijdens en na de behandeling.

Voor de Busquet techniek is 'Voor' versus 'Tijdens' en 'Tijdens' versus 'Na' significant. Er is geen significantie tussen 'Voor' en 'Na'. Kortom, er is een significante invloed van de Busquet techniek tussen de HF meting voor de behandeling en de waarden van HF tijdens de behandeling en er is een significante invloed van de Busquet techniek tussen de HF meting tijdens de behandeling en de waarden van HF na de behandeling.

De significante verschillen voor tabel Moment komen dus van Busquet en CV4.

Aangezien de lnHF (logaritme van HF) is geanalyseerd moet er een e-macht genomen worden om een schatting te geven van de werkelijke verwachtingswaarde.

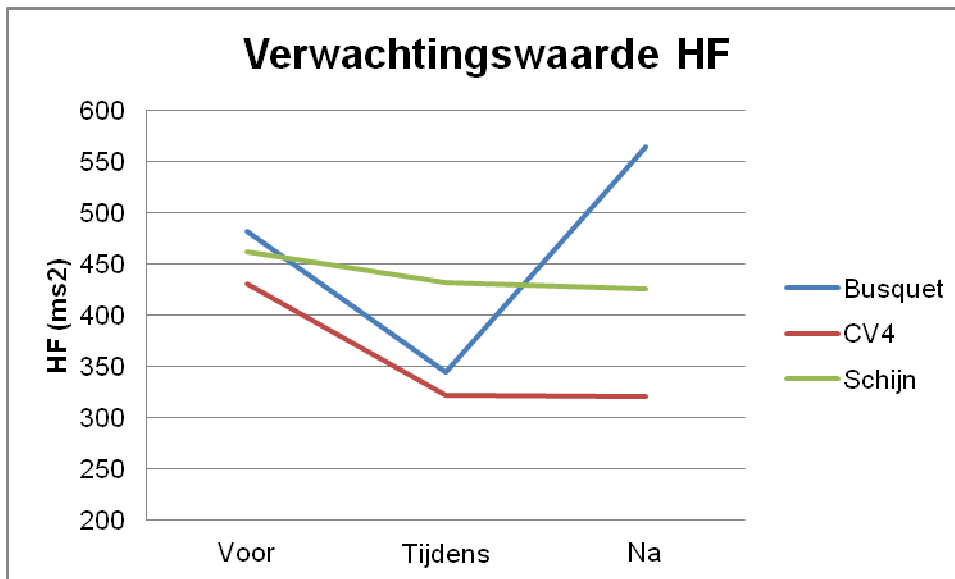
Tabel 10 verwachtingswaarde HF

Variate: HF

Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	565.1	345.5	482.5
CV4	321.2	322.8	431.4
Schijn	426.7	432.7	462.7

Hierbij zijn de waardes log-normaal verdeel rondom dit 'gemiddelde'

Grafiek 1 Verwachtingswaarde HF



Conclusie HF

De conclusie die uit dit hoofdstuk getrokken kan worden betreft dat de resultaten van de HF-waarden ten aanzien van Busquet techniek en de CV4-techniek significant zijn. De schijntechniek geeft geen significant effect.

Voor de Busquet techniek geldt dat de toepassing van de techniek een significante daling in HF waarden geeft tijdens de uitvoering van de techniek en dat de HF waarde na afloop van de toepassing van de techniek een significante stijging vertonen ten opzichte van de waarde van HF tijdens de behandeling. Opvallend is dat er geen significant verschil is in de HF waarde voor de behandeling en na afloop van de behandeling.

Voor de CV4-techniek geldt dat de behandeling een significante daling in HF waarde laat zien tussen de beginwaarde van HF en de waarde tijdens en na afloop van de behandeling. Er is geen significant verschil tussen de HF waarden tijdens en na afloop van de behandeling onderling.

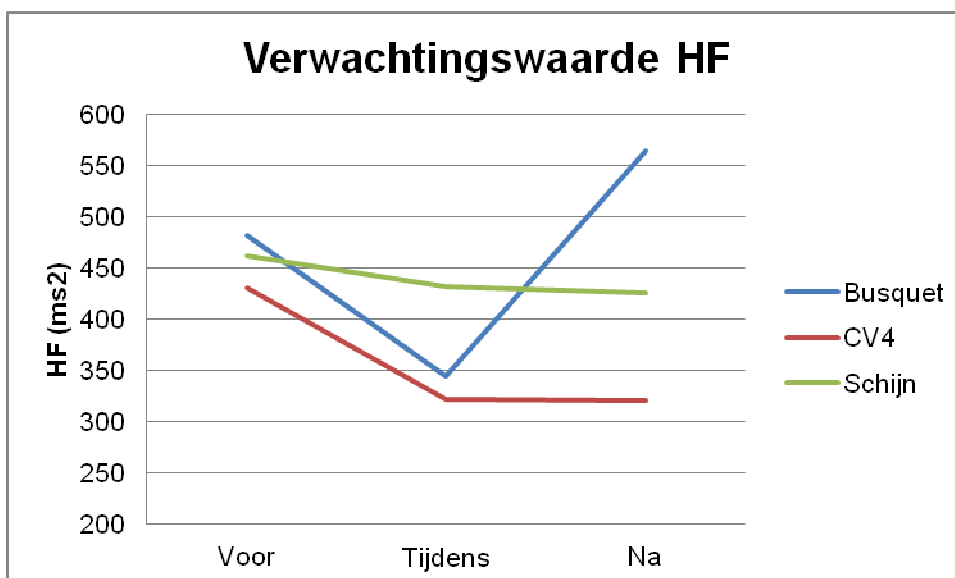
4.3 Samenvatting statistische analyse

In het voorgaande hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek ten aanzien van de HF besproken. Voor de leesbaarheid van de thesis zijn de overige analyses als bijlage 9 bijgevoegd. Hieronder volgt een samenvatting van de significanties die gevonden zijn ten aanzien van de verschillende parameters.

Voor het Hoge frequentiedomein (HF) van de HRV geldt dat de HF-waarden ten aanzien van Busquet techniek en de CV4-techniek significant zijn. De schijn techniek geeft geen significant effect.

Voor de Busquet techniek geldt dat de toepassing van de techniek een significante daling in HF waarden geeft tijdens de uitvoering van de techniek en dat de HF waarden na afloop van de toepassing van de techniek een significante stijging vertonen ten opzichte van de waarde van HF tijdens de toepassing van de techniek. Opvallend is dat er geen significant verschil is in de HF waarde voor en na afloop van de toepassing van de Busquet techniek.

Voor de CV4-techniek geldt dat de toepassing een significante daling in HF waarde laat zien tussen de beginwaarde van HF en de waarde tijdens en na afloop van de toepassing van de CV4. Er is geen significant verschil tussen de HF waarden tijdens en na afloop van de toepassing van de techniek.



Ten aanzien van het lage frequentiedomein (LF) en de gemiddelde hartslag (Mean HR) geldt dat er over het gehele onderzoek een significantie wordt gevonden voor de meetmomenten voor, tijdens en na de toepassing van de technieken. Voor zowel LF als Mean HR geldt dat het gehele onderzoek een daling laat zien in LF en Mean HR waarden tussen de metingen vooraf en na afloop van de toepassing van de verschillende technieken. De verschillende technieken onderling geven echter geen significantie. Hiermee kan ten aanzien van de LF en Mean HR geconcludeerd worden dat we in voorliggend onderzoek geen uitspraak kunnen doen over een eventueel verschil in effect van de verschillende technieken.

De RMSSD en de HF/LF geven geen significantie. Ten aanzien van deze parameters kan in het geheel geen conclusie worden getrokken over het effect van de verschillende technieken.

5 Discussie

Als we de literatuur nauwkeurig doorlezen, dan valt op dat de techniek die in deze thesis wordt beschreven als de 'Busquet techniek' feitelijk overeenkomt met de CV4-techniek zoals deze in eerste instantie door Sutherland en Magoun is beschreven en is toegepast. Sutherland en Magoun beschrijven een compressie op het occiput waarbij de therapeut de compressie handhaaft totdat het still point is bereikt. Sutherland (1990) beschrijft dit still point als een gevoel van vibratie, een ritmische balans in de vloeistof en een staat die lijkt op '*suspended animation*'. Busquet (2004) benoemt ten aanzien van het einde van de techniek geen 'still point', maar omschrijft het einde van de techniek op het moment dat er warmte vrijkomt en er een gevoel van ontspanning in het weefsel optreedt. Deze beschrijving van Busquet toont een zekere mate van overeenkomst met de beschrijving van een still point.

De CV4 heeft zich in de loop van de tijd ontwikkeld tot een techniek waarbij de osteopaat rekening houdt met het ritme van het PRM van de patiënt tijdens de uitvoering van de techniek. Deze techniek is onder andere beschreven door Upledger (1983) en Sills (2001). Hiermee komen de resultaten van deze thesis historisch gezien in een iets ander daglicht te staan, dan zuiver onderzoek naar het verschil tussen een CV4 en een mechanische compressie.

5.1 Interpretatie van de onderzoeksresultaten

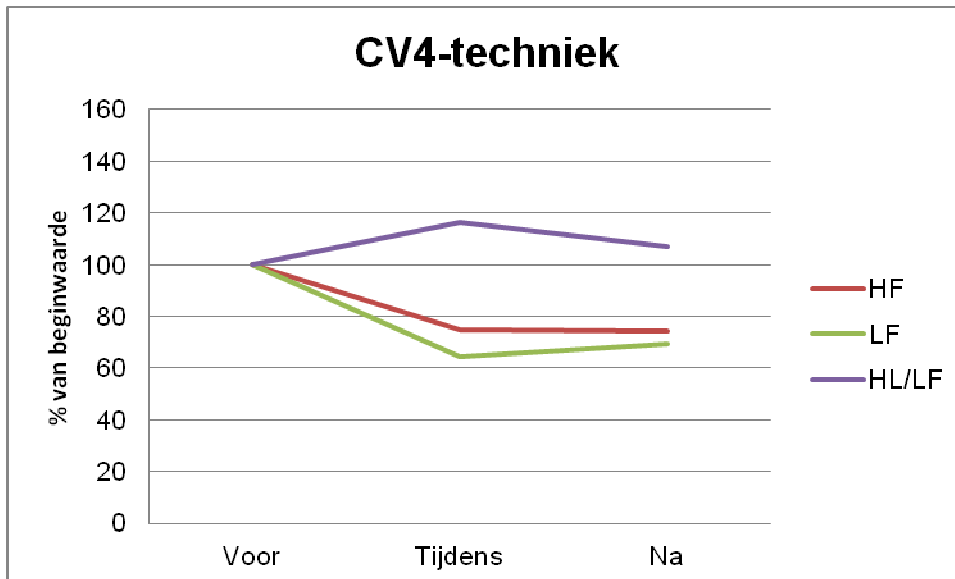
Bekijken we de resultaten van het onderzoek, dan geeft de HF component van de HRV een significant resultaat waarmee we een uitspraak kunnen doen over het effect van de twee technieken. Zoals we in hoofdstuk 2.6.3 zagen, bestaan er verschillende interpretaties van de fysiologische betekenis van de verschillende HRV parameters. Over de HF bestaat echter relatief weinig controverse, waarbij algemeen aangenomen wordt dat de HF de activiteit van de n. vagus en met name de gemyeliniseerde n. vagus representeert. Verder is de modulatie van de RSA terug te vinden in de HF, waarbij ten aanzien van de regulatie van RSA ook de n. vagus weer een centrale rol vervult.

Kijken we naar het kwantitatieve resultaat, dan valt op dat de HF waarde tijdens en na de toepassing van de CV4 significant daalt. De daling van de HF duidt volgens de literatuur op een daling van de HRV en op een afname van parasympathische activiteit. Dit zou de stelling uit de osteopathische literatuur tegenspreken dat toepassing van de CV4 de balans van het autonome zenuwstelsel verplaatst in de richting van parasympathische activiteit. Kijken we echter naar de resultaten uit de overige componenten van de HRV, dan valt op dat er over het gehele onderzoek een daling in de gemiddelde hartslag wordt aangetroffen tijdens en na het uitvoeren van de verschillende technieken (zie Tabel 27 in bijlage 8.9.2). Ook de gemiddelde hartslag bij toepassing van een CV4 techniek daalt. Deze daling in hartslag is statistisch gezien niet significant, aangezien de daling in frequentie relatief laag is ten opzichte van de standaarddeviatie van de hartslagmetingen in het onderzoek. Fysiologisch

gezien is een daling van de hartslag niet mogelijk bij een (relatieve) toename van sympathische activiteit, danwel bij (uitsluitend) een afname van parasymphatische activiteit van het autonome zenuwstelsel.

Verder geldt dat ook de LF component van de HRV over de gehele populatie daalt na toepassing van de verschillende technieken. Net als bij de gemiddelde hartslag geldt dat de daling van de LF voor de verschillende technieken onderling statistisch gezien niet significant is. Verder bestaat er in de literatuur enige controverse of de LF component al dan niet toegeschreven kan worden aan de sympathische activiteit van het autonome zenuwstelsel of dat er ook een parasymphatische component aanwezig is (zie hoofdstuk 2.6.4). Als we er voor het gemak van uit gaan dat de LF grotendeels toegeschreven kan worden aan de sympathische activiteit, dan geeft de HF/LF ratio een weergave van de parasymphatische activiteit in verhouding tot de orthosymphatische activiteit (waarbij een hogere HF/LF ratio een relatieve toename van parasymphatische activiteit weergeeft).

Om inzicht te geven in de relatieve veranderingen in HF, LF en HF/LF is in onderstaande grafiek de relatieve veranderingen in de verschillende parameters weergegeven als percentage van de parameters bij aanvang. Met andere woorden, de waarde van HF, LF en HF/LF tijdens de meting voor de uitvoering van de techniek is als 100% aangemerkt, waarbij het relatieve verschil tijdens en na afloop van de behandeling zichtbaar wordt.



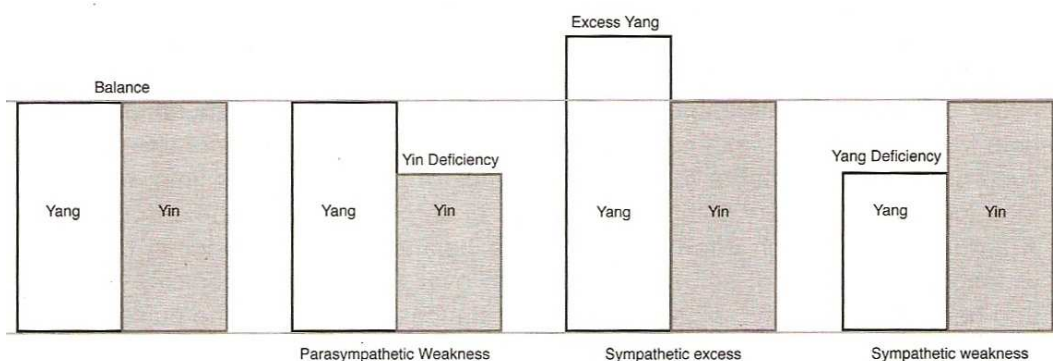
Hieruit blijkt dat er voor de CV4-techniek een (relatieve) kleine toename te zien is van parasymphatische activiteit ten opzichte van sympathische activiteit. Deze toename is het sterkst tijdens de uitvoering van de techniek. Hierbij geldt, zoals eerder aangetekend, dat alleen de daling van HF statistisch significant is. Verder zou een eventueel aanwezige significante stijging van HF/LF niet onomstotelijk

vaststellen dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden in de balans van het autonome zenuwstelsel in de richting van toename van parasympathische activiteit aangezien er in de literatuur een controverser bestaat ten aanzien van de fysiologische interpretatie van met name de LF parameter.

Verder kunnen we uit deze resultaten de conclusie trekken dat het vegetatieve evenwicht een ingewikkeld mechanisme is, waarbij zowel de activiteit van de parasympathicus als de activiteit van de orthosympathicus onafhankelijk van elkaar aangepast worden aan de behoefte van het lichaam. Er is geen omgekeerd evenredige relatie tussen tonus van sympathicus en parasympathicus. Beide systemen kunnen reageren met een verhoging of een verlaging van activiteit, onafhankelijk van wat de tegenpool doet. De uiteindelijke resultante van de werking van beide componenten is het vegetatieve evenwicht wat het lichaam op dat moment nodig heeft uitgaande van alle prikkels die er op inwerken.

Matsumoto (2010) beschrijft aan de hand van tradinionele Chinese geneeskunde de balans van het autonome zenuwstelsel naar analogie van de belans van Yin en Yang. Daarbij beschrijft Matsumoto de klinische manifestatie van een verstoord evenwicht in drie scenario's (zie figuur 4).

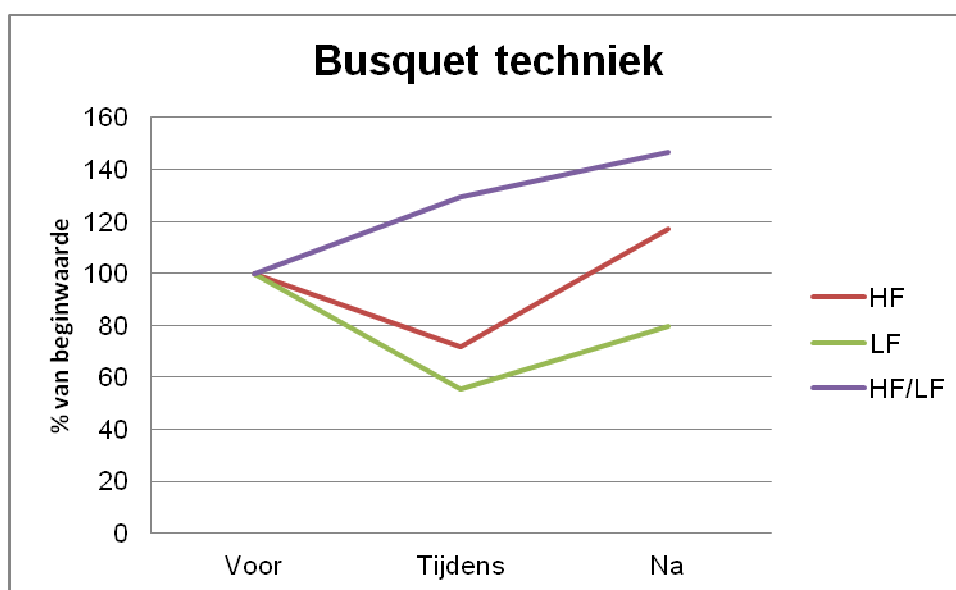
Figuur 6, Matsumoto's balans van het autonome zenuwstelsel (Matsumoto, 2010)



Voor de osteopathie is het een interessant gegeven dat we niet met één autonoom systeem te maken hebben, maar dat we bij de benadering van symptomen en disfunctie een onderscheid moeten maken naar een verstoring (in hyper- of hypotonie) van sympaticus of parasympaticus. In dit kader is verder onderzoek naar HRV interessant voor de osteopathie. Als we een eenduidige interpretatie kennen van de HRV parameters, kan verder onderzoek meer inzicht geven in de klinische manifestatie van de verschillende vormen van verstoring van het vegetatieve evenwicht.

De Busquet techniek geeft aanvankelijk een significante daling van HF waarde tijdens de toepassing van de techniek. Na afloop stijgt de HF waarde weer tot boven de beginwaarde, hoewel er geen significant verschil is tussen begin en eindwaarde voor de Busquet techniek. Ten aanzien van de Busquet techniek wordt in de literatuur geen verwachting geschetst van het resultaat van de techniek ten aanzien van de balans van het autonome zenuwstelsel. We kunnen hierover dus geen verdere conclusie trekken.

Om meer inzicht te verschaffen in het effect van de Busquet techniek geven we hieronder opnieuw een grafiek weer van de relatieve veranderingen in de verschillende parameters als percentage van de parameters bij aanvang.



Evenals bij de CV4 is hier een (relatieve) toename te zien van parasympathische activiteit. In tegenstelling tot de CV4 is deze toename na afloop van de toepassing van de techniek het sterkst. Ook voor deze grafiek geldt dat alleen de daling van HF statistisch significant is. De stijging in HF die zichtbaar is tussen 'voor' en 'na' is statistisch gezien niet significant. Ook hier geldt de kanttekening die we moeten plaatsen ten aanzien van de fysiologische interpretatie van de LF.

Uit deze resultaten kunnen we concluderen dat de reactie van de mechanische compressie volgens Busquet verschilt van de reactie ten aanzien van de CV4 en kunnen we stellen dat werken op het CRI een ander resultaat laat zien dan een mechanische techniek. Dit betekent dat, alhoewel we het bestaan van het PRM evenals het betrouwbaar palperen ervan niet objectief kunnen vaststellen, het fenomeen ergens in het lichaam aanwezig is en het zinvol blijft om daar binnen de osteopatische behandeling mee te werken.

Alle drie de technieken geven in geen van de HRV componenten een significant cross-over effect. De schijntechiek geeft een cross-over effect van nul. Hiermee

kunnen we concluderen dat er ten aanzien van de HRV geen significant lange termijn effect is van de verschillende technieken. Dit sluit aan bij resultaten van eerder onderzoek naar het effect van een osteopathische behandeling ten aanzien van de HRV. Zonder uitzondering werd geen lange termijneffect aangetroffen van een behandeling osteopathie ten aanzien van de HRV (Coolman, 2010, Minderhout, 2009, Böhmüller, 2007). Daarbij zou het vanuit de osteopathische filosofie uiterst verbazingwekkend zijn als een losse techniek wel een lange termijn effect zou hebben, aangezien we er van uit mogen gaan dat een volledige behandeling veel nauwer aansluit bij het totale genezingsproces van de patiënt als geheel. Een totale behandeling zou een beter lange termijn effect moeten laten zien dan losse technieken die wellicht niet eens geïndiceerd of passend waren voor de betreffende patiënt.

5.2 Discussie literatuur

Als we naar de onderzoeksliteratuur ten aanzien van het craniale aspect binnen de osteopathie kijken, dan valt op dat er een controverse bestaat ten aanzien van de oorsprong van het CRI en ten aanzien van de toegevoegde waarde van craniale technieken binnen de osteopathie. Voorstanders van een craniale benadering onderbouwen de craniale osteopathische technieken met een verscheidenheid aan hypothesen en onderbouwen deze hypothesen waar mogelijk met wetenschappelijk onderzoek. Critici wijzen een craniale benadering van de hand wegens gebrek aan voldoende wetenschappelijk bewijs ten aanzien van de oorsprong van het craniale ritme en ten aanzien van de slechte inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheid (Green et al, 1999, Hartman en Norton, 2002).

Als we naar klinisch onderzoek kijken, dan ontstaat een ander beeld. Ten aanzien van de CV4-techniek laten verschillende studies een fysiologische reactie zien (zie hoofdstuk 2.4.7 in deze thesis), en ervaart de patiënt tijdens de behandeling in veel gevallen een bepaald effect. Hiermee lijkt een gebrek aan inzicht ten aanzien van het fysiologische werkingsmechanisme van de craniale osteopathie dus niet te betekenen dat de toegepaste technieken geen klinisch resultaat bewerkstelligen, ondanks dat verschillende therapeuten wellicht een ander ritme voelen.

Toch lijkt het model van Sutherland ongeveer 60 jaar na zijn ontdekking nog in een wetenschappelijk padstelling te staan. Zolang we niet precies weten wat de fysiologie is van datgene wat bij de palpatie van een CRI wordt waargenomen, zal het vrijwel onmogelijk zijn om een duidelijke verklaring te vinden voor het feit dat inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheid relatief slecht zijn. Zonder verklaringsmechanisme van het PRM blijft het moeizaam om aan de hand van klinisch onderzoek een verdere onderbouwing te leveren van het therapeutisch effect van de craniale osteopathie en haar bijdrage aan gezondheid. In dat kader is het voor de craniale osteopathie een positieve ontwikkeling dat onderwerpen als hartritmevariabiliteit en regulatie van de bloeddruk op meer wetenschappelijke aandacht kunnen rekenen. Het verklaringsmodel van de PRM in relatie tot de Traube-Hering-Mayer-oscillaties lijkt een potentieel gedegen basis te zijn voor de verklaring van het mechanisme zoals Sutherland dit heeft voorgesteld.

Uit onderzoek blijkt dat de frequentie en amplitudo van de Mayer-oscillaties te beïnvloeden is door deze mechanisch te stimuleren. Daarbij laat onderzoek nog een gevarieerd beeld aan reactie van patiënten zien, maar moeten wij ons realiseren dat in dergelijke onderzoeken één vast ritme is gestimuleerd, en niet is gewerkt met het ritme wat voor de patiënt het meest prominent was. Wellicht dat manuele stimulatie via craniale technieken een vergelijkbare stimulatie van de Mayer-oscillaties kan geven, en wellicht zelfs beter aangezien via palpatie nauw aangesloten wordt bij de fysiologie van de patiënt. Verder is er een bescheiden basis voorhanden dat de Mayer-oscillaties een positief effect hebben op de nierfunctie en de longfunctie. Een sterkere amplitudo lijkt daarbij geassocieerd te zijn met een verbeterde fysiologische functie van deze organen (zie Nafz, 2000 over de nierfunctie en Cohen, 2002 over pulmonale gasuitwisseling).

Tot slot geldt dat de complexiteit van het regelmechnisme van de circulatie en de bloeddruk er op duiden dat de regulatie van de homeostase binnen het menselijk lichaam uiterst complex in elkaar steekt. Daarbij kunnen we niet stellen dat craniale problemen de enige logische verklaring van sommige klachten zijn, zoals Magoun ruim vijftig jaar geleden stelde. Een dergelijke benadering lijkt te klassiek-wetenschappelijk is en niet toepasbaar op het complexe systeem van het menselijk lichaam. Wel geldt dat craniale technieken een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de ondersteuning van de terugkeer van homeostase en gezondheid binnen een holistische benadering van de mens.

5.3 Suggesties voor vervolgonderzoek

Negoescu et al (1997) leggen het verband tussen de THM-oscillaties en de LF-band van de HRV. Hiermee zou een interessant vervolgonderzoek zijn om na te gaan of er een overeenkomst is tussen palpatie van het CRI en fluctuaties in de LF-band van HRV. King stelde in 2002 een dergelijk onderzoek al voor als verdere verkenning naar aanleiding van de resultaten van het onderzoek van Nelson (Nelson, 2001 en King, 2002). Een uitdaging bij een dergelijk onderzoek zal zijn om een geschikt protocol te ontwikkelen voor de synchrone meting van HRV en de palpatie van het CRI. Metingen met een Polar hartslagmeter zullen hierbij niet volstaan aangezien geen synchroniteit gemeten zal kunnen worden met de palpatie van het CRI.

Een meer gemakkelijk uitvoerbare benadering van onderzoek naar de relatie tussen PRM en HRV zou een onderzoek kunnen zijn naar HRV metingen voor en na de osteopathische behandelingen (vergelijkbaar met Coolman, 2010, Minderhout, 2009 en Böhmüller, 2007), maar waarbij een groep van patiënten enkel behandeld wordt volgens motiliteit (te vergelijken met de CV4 in dit onderzoek) en de andere groep met mobiliteit en directe technieken (te vergelijken met de Busquet-techniek in dit onderzoek).

6 Conclusie

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de HF component van HRV significant beïnvloed wordt door de CV4 en de Busquet techniek. Dit onderschrijft de literatuur over de reactie van de CV4 ten aanzien van het autonome zenuwstelsel. Verder verschilt de reactie van de mechanische compressie volgens Busquet van de reactie ten aanzien van de CV4 en kunnen we stellen dat werken op het CRI een ander resultaat laat zien dan een mechanische techniek.

Op basis hiervan kunnen we H01 verwerpen ten gunste van hypothese 1:

H1: Er is een korte termijneffect van een klassieke CV4 op de HRV.

Op basis hiervan kunnen we H02 verwerpen ten gunste van hypothese 2:

H2: Er is een korte termijneffect van een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

Op basis hiervan kunnen we H03 verwerpen ten gunste van hypothese 3:

H3: Er is een verschil in korte termijn effect tussen een klassieke CV4 en een mechanische compressie op het os occipitale volgens Busquet op de HRV.

Aangezien de precieze oorsprong van het CRI nog niet bekend is, kunnen we de vraag stellen of het een realistische verwachting is dat het CRI overal in het lichaam gelijk zal zijn. Als één fysiologische oorzaak verantwoordelijk zou zijn voor het CRI dan zou dit het geval zijn. Mogelijk spelen ook andere factoren een rol in een lokaal ritme. Daarnaast zou het vastgestelde ritme het gevolg kunnen zijn van het samenspel tussen proefpersoon en beoordelaar, waardoor het niet noodzakelijk is dat twee beoordelaars bij een zelfde proefpersoon hetzelfde ontdekken, en waardoor ook een gelijktijdige palpatie aan hoofd en sacrum van twee therapeuten verschillend zou kunnen zijn.

Zonder verder inzicht in de precieze oorsprong van het CRI lijkt het te voorbarig om op grond van slechte interbeoordelaar betrouwbaarheid het craniale concept te verwerpen. Klinische studies laten een fysiologisch effect zien van bijvoorbeeld de CV4 techniek. Feitenlijk kunnen we uit onderzoek naar de interbeoordelaar betrouwbaarheid enkel concluderen dat er een slechte betrouwbaarheid is van het palperen van het CRI. Het feit dat we het CRI niet betrouwbaar en objectief (voor iedereen hetzelfde) kunnen vaststellen betekent nog niet dat het CRI niet aanwezig is. Daarbij lijken recente ontwikkelingen in de wetenschap ten aanzien van HRV een mogelijk aanknopingspunt te vormen voor verdere wetenschappelijke onderbouwing van het craniale concept.

7 Bibliografie

1. Appleton M, From Bones and Sutures to Liquid Light, Institute of Craniosacral Studies,
www.craniosacralstudies.co.uk/downloads/from_bones_and_sutures.pdf
2. Becker RE, Life in Motion, The Osteopathic Vision of Rollin E. Becker, D.O., Stillness Press, Fourth Impression 2006.
3. Becker RE, The Stillness of Life, The Osteopathic Philosophy of Rollin E. Becker, D.O., Stillness Press, Second Impression 2001.
4. Bernardi L, Porta C et al, Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans, *Circulation*. 2009 Jun 30;119(25):3171-80.
5. Bertram D, Barres C et al, The arterial baroreceptor reflex of the rat exhibits positive feedback properties at the frequency of mayer waves, *J Physiol*. 1998 Nov 15;513 (Pt 1):251-61.
6. Böhmüller E, The influence of an Osteopathic treatment on the performance of a high - performance athlete, Master Thesis, Donau-Universität Krems, Vienna, 2007.
7. Brandstätter L, The influence of the osteopathic treatment on the vegetative neural system, the technique "compression of the 4th ventricle" changes brain activity, blood pressure, heart frequency and respiratory rate, Master thesis, Donau Universität Krems, Salzburg September 2007
8. Busquet L, Les chaînes musculaires - Tome V: Traitement du crane, Editions Busquet, 2004 (pagina 82, 83)
9. Camm AJ et al (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology), Heart rate variability, Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use, *European Heart Journal* 1996; 17:354-381.
10. Cohen MA, Taylor JA, Short-term cardiovascular oscillations in man: measuring and modelling the physiologies, *Journal of Physiology* 2002; 542.3, 669–83.
11. Collard K, Preliminary prediction models for autonomic nervous system response to a cranial osteopathic technique, Master thesis, Unitec New Zealand, 2009.
12. Coolman B, Invloed van een osteopathische behandelingsreeks op de hartritmevariabiliteit en de relatie met een Quality-of-Life vragenlijst, thesis College Sutherland België, 2010.
13. Cutler MJ, Holland BS et al: Cranial manipulation van alter sleep latency and sympathetic nerve activity in humans: a pilot study, *J Altern Complement Med*. 2005 Feb;11(1):103-8.
14. Engel RA, Cranial State of Mind, Does Cranial Osteopathy influence the patient's state of consciousness? Master Thesis, Donau-Universität Krems, Vienna, September 2006
15. Ferguson A, A Review of the Physiology of Cranial Osteopathy, *Journal of Osteopathic medicine*, 2003, 6(2):74-88

16. Gamelin FX, Bertoin S et al: Validity of the Polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 May 38(5):887-93.
17. Gamelin FX, Baquet G et al: Validity of the Polar S810 to measure R-R intervals in children. *Int J Sports Med.* 2008 Feb;29(2):134-8.
18. Green CJ et al: A Systematic Review and Critical Appraisal of the Scientific Evidence on Cranialsacral Therapy, British Columbia Office of Health Technology Assessment, BCOHTA 99:1J, May 1999
19. Halma KD, Degenhardt B.F. et al: Intraobserver Reliability of Cranial Strain Patterns as Evaluated by Osteopathic Physicians: A Pilot Study, *J Am Osteopath Assoc.* 2008 Sep;108(9):493-502.
20. Hamner JW, Morin RJ et al, Inconsistent link between low-frequency oscillations: R-R interval responses to augmented Mayer waves, *J Appl Physiol.* 2001 Apr;90(4):1559-64.
21. Hanten WP, Dawson DD et al: Craniosacral rhythm: reliability and relationships with cardiac and respiratory rates, *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Mar;27(3):213-8.
22. Hartman SE, Norton JM: Interexaminer Reliability and Cranial Osteopathy, *The Scientific Review of Alternative Medicine*, 2002, 6(1): 23-34.
23. Hartman SE, Norton JM: Craniosacral Therapy Is Not Medicine, *Physical Therapy* 2002, 82(11):1146-1147.
24. Hayden C, Mullinger B: A preliminary assessment of the impact of cranial osteopathy for the relief of infantile colic, *Complement Ther Clin Pract.* 2006 May;12(2):83-90.
25. Julien C, The enigma of Mayer waves: Facts and models, *Cardiovasc Res.* 2006 Apr 1;70(1):12-21.
26. Kahle W, Atlas van de anatomie, deel 3 Zenuwstelsel en zintuigen, 2001, 16^e druk, Georg Thieme Verlag
27. Kenter MA, De invloed van een compressie van het vierde ventrikel op de lactaateliminatie in het bloed, thesis College Sutherland Amsterdam, 2001.
28. Killip T, Oscillation of Blood Flow and Vascular Resistance During Mayer Waves, *Circ Res.* 1962 Dec;11:987-93
29. King HH, Research in Support of the Cranial Concept, the Osteopathic Cranial Academy, 2007, Texas, <http://cranialacademy.org/pdf/PRMresearch.pdf>
30. King HH, Osteopathy in the Cranial Field: Uncovering challenges and potential applications, *J Am Osteopath Assoc.* 2002 Jul 102(7):367-9
31. Kirkman E, Initiation and Regulation of the Heartbeat, *Anaesthesia & intensive care medicine*, 2006, august 7(8): 255-304.
32. Magoun, Osteopathy in the Cranial Field, 3rd Edition, Sutherland Cranial Teaching Foundation, 1976.
33. Matsumoto K en Euler D, Clinical Strategies, Vol. 1, Kiiko Matsumoto International, 2010.
34. Milnes K, Moran RW, Physiological effects of a CV4 cranial osteopathic technique on autonomic nervous system function: A preliminary investigation, *Int Journ of osteopathic medicine*, march 2007, 10(1), 8-17
35. Minderhout RK, De invloed van een osteopathische behandeling op de hartritmevariatie, Thesis College Sutherland, België 2009.

36. Moran RW, Gibbons P: Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the cranial rhythmic impulse at the head and sacrum, *J Manipulative Physiol Ther.* 2001 Mar-Apr;24(3):183-90.
37. Nafz B et al, Antihypertensive Effect of 0.1-Hz Blood Pressure Oscillations to the Kidney, *Circulation* 2000;101;553-7.
38. Negoescu R et al, Mental Stress Enhances the Sympathetic Fraction of QT variability in an RR-independent way, *Integrative Psychological and Behavioural Science*, 1997 July-Sept; 32(3):220-27.
39. Nelson KE, Sergueef N et al: Cranial rhythmic impulse related to the Traube-Hering-Mayer oscillation: comparing laser-Doppler flowmetry and palpation, *J Am Osteopath Assoc.* 2001 Mar;101(3):163-73.
40. Nelson KE, Sergueef N, Glonek Th, Recording the Rate of the Cranial Rhythmic Impulse, *J Am Osteopath Assoc.* 2006 June;106(6):337-41
41. Nelson KE, Sergueef N, Glonek T, The effect of an alternative medical procedure upon low-frequency oscillations in cutaneous blood flow velocity, *J Manipulative Physiol Ther.* 2006 Oct;29(8):626-36
42. Netter FH, *Atlas of Human Anatomy*, third edition, ICON Learning Systems 2003 (ISBN: 1-929007-11-6)
43. Norton JM et al: Characterization of the Cranial Rhythmic Impulse in Healthy Human Adults, *American Academy Of Osteopathy Journal* 2(3):9-12, 1992
44. Norton, J.M. A Challenge to the Concept of Craniosacral Interaction. *American Academy Of Osteopathy Journal* 1996; 6(4):15- 21.
45. Nunan D, Donovan G, et al : Validity and reliability of short-term heart rate variability from the Polar S810. *Med Sci Sports Exerc.*2009, jan;41(1):243-50.
46. Nunan D, Jakovljevic DG, et al : Levels of agreement for RR intervals and short-term heart rate variability obtained from the Polar S810 and an alternative system. *Eur J Appl Physiol.* 2008 Jul;103(5):529-37.
47. Pérez Martínez C, Variations of the blood pressure, heart rate and body temperature by means of the CV4 technique, thesis, Osteopathic School of Madrid, 2000.
48. Perrin RN, Lymphatic drainage of the neuraxis in chronic fatigue syndrome: a hypothetical model for the cranial rhythmic impulse, *J Am Osteopath Assoc.* 2007 Jun;107(6):218-24.
49. Porges SW, *The Polyvagal Perspective*, *Biol Psychol.* 2007 February; 74(2): 116-143.
50. Rogers JS et al, Simultaneous Palpation of the Craniosacral Rate at the Head and Feet: Intrarater and Interrater Reliability and Rate Comparisons, *Physical Therapy*, 1998 November; 78(11): 1175:85.
51. Sergueef N et al: The effect of cranial manipulation on the Traube-Hering-Mayer oscillation as measured by laser-doppler flowmetry, *Altern Ther Health Med.* 2002 Nov-Dec;8(6):74-6.
52. Silbernagel S, Despopoulos A: *Atlas van de fysiologie*, 13e geheel herziene druk, Georg Thieme Verlag, 2001
53. Sills F, *Craniosacral Biodynamics*, Volume One: the Breath of Life, Biodynamics, and Fundamental Skills, second edition, North Atlantic Books, 2001.
54. Still AT, *Autobiography of A.T. Still*, revised edition, 1908, reprinted 1981.

55. Schneider R, The effect of cranial-sacral membrane and fluid balance technique on the autonomic nervous system using pulse rate, breathing frequency and blood pressure as indicators, Master Thesis, Donau-Universität Krems, Vienna, 2007.
56. Schünke M, Schulte E et al, Anatomische atlas Prometheus, Algemene anatomie en bewegingsapparaat, Bohn Stafleu van Loghum, 2005 (ISBN 90 313 4385 4)
57. Schünke M, Schulte E et al, Anatomische atlas Prometheus, Hals en inwendige organen, Bohn Stafleu van Loghum, 2006 (ISBN 90 313 4386 2)
58. Schünke M, Schulte E et al, Anatomische atlas Prometheus, Hoofd en zenuwstelsel, Bohn Stafleu van Loghum, 2007 (ISBN 978 90 313 4387 4)
59. Sommerfeld P, Kaider A, Klein P: Inter- and intraexaminer reliability in palpation of the 'primary respiratory mechanism' within the 'cranial concept', *Man Ther.* 2004 Feb;9(1):22-9.
60. Studion, Universiteit van Utrecht
(<http://studion.fss.uu.nl/Bouwstenenonline/startpagina.doc>)
61. Sutherland AS, *With Thinking Fingers*, The Cranial Academy, 1962.
62. Sutherland WG, *The Cranial Bowl*, first edition, Free Press Company, 1939, reprinted 1994.
63. Sutherland WG, *Teachings in the Science of Osteopathy*, Sutherland Cranial Teaching Foundation, 1990, reprint 2009 (ISBN: 978-1-930298-00-2)
64. Sutherland WG, *Contributions of Thought*, The Collected Writings of William Garner Sutherland, D.O., The Sutherland Cranial Teaching Foundation, Inc., 1998
65. Takalo R, Korhonen I et al: Circadian profile of low-frequency oscillations in blood pressure and heart rate in hypertension, *Am J Hypertens.* 1999 Sep;12(9 Pt 1):874-81.
66. Tarvainen MP, Niskanen JP, Kubios HRV version 2.0 User's Guide, Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Department of Physics, 2008, University of Kuopio, Finland
67. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability – standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5):1043–1065, March 1996.
68. Upledger JE, Vredevoogd JD, *Craniosacral Therapy*, Eastland Press, Twenty-sixth printing 2007 (ISBN 978-0-939616-01-5)
69. Upledger JE, *Working wonders*, North Atlantic Books, 2005 (ISBN 978-1-55643-605-5)
70. Vanderlei LC, Pastre CM et al : Basic Notions of heart rate variability and its clinical applicability: *Rev Bras Cir Carrdiovasc* 2009;24(2):205-217.
71. Vanderlei LC, Silva RA, et al : Comparison of the Polar S810 monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008 Oct;41(10):854-9.
72. Wagshul ME et al, *The Pulsating brain: A review of experimental and clinical studies of intracranial pulsatility*, *Fluids and Barriers of the CNS*, 2011, 8:5.
73. Whedon JM, Glassey D, *Cerebrospinal fluid stasis and its clinical significance*, *Altern Ther Health Med.* 2009 May-Jun;15(3):54-60.

8 Bijlagen

8.1 bijlage 1: Polar RS800CX – betrouwbaarheid

In de medische literatuur zijn een vijftal onderzoeken terug te vinden over de betrouwbaarheid van de Polar S810 hartslagmeter: Nunan et al (2008, 2009), Gamelin et al (2006, 2008), Vanderlei et al (2008). Uit deze onderzoeken blijkt dat deze hartslagmeter voor het bepalen van het RR-interval een vergelijkbare betrouwbaarheid heeft als een ECG-monitor. Dit maakt de Polar S810 een betrouwbaar instrument voor de meting van de HRV. Ook in osteopathisch onderzoek is de Polar S810 gebruikt voor HRV metingen: Böhmüller (2007), Collard (2009) en Coolman (2010).

Bij de opzet van dit onderzoek bleek de verkrijgbaarheid van de Polar S810 een probleem. Dit model was inmiddels vervangen door nieuwere exemplaren, waaronder de RS800CX. Navraag bij Polar in Finland leverde op dat de RS800CX volgens dezelfde technische standaard werkt als de oudere S810. Volgens de gegevens van Polar kan ook de RS800CX een RR-interval meten met de nauwkeurigheid van een ECG. Zie hieronder voor de volledige reactie van de klantenservice van Polar.

----- Original Message -----

Subject:	Re: Feedback from: www.polar.fi
Date:	Fri, 4 Feb 2011 10:59:44 +0200
From:	"asiakaspalvelu@polar.fi" <asiakaspalvelu@polar.fi>
To:	caspervt@xs4all.nl

Dear Customer,

Thank you for your email sent to the Polar Global Customer Support. I am really sorry for the delay of this reply.

Polar Electro is the leading company in heart rate monitoring. We have been in the leading edge using the latest scientific research to develop our products. Furthermore, we co-operate with the scientific community extensively in variety of ways and the scientific community has been adopting our products in research in several fields of research from sports science to animal studies. For further info on our research please see

http://www.polar.fi/en/about_polar/who_we_are/research.

Anyway, Polar models such as S810/810i, RS800 and CS600 can detect ECG accurate R-R intervals. RS800CX works with the same technical standards as the S810. It is just newer model.

These few articles can be helpful:

Gamelin et al. Validity of the Polar S810 to measure R-R intervals in children. Int. J. Sports Med 2008: 134-138.

Nunan et al. Validity and reliability of short term heart rate variability from the Polar S810. Med Sci Sports and Exerc. 2008: 243-250.

Nunan et al. Levels of agreement for RR intervals and short term heart rate variability obtained from the Polar S810 and an alternative system. Eur. J. Appl. Physiol. 2008: 529-537.

Vanderlei et al. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Braz. J. Med. Biol. Res. 2008: 41: 854-859.

Best Regards,

Global Helpdesk/ Ulla

Polar Electro Oy
Finland

caspervt@xs4all.nl 20.1.2011 23:05:57

Feedback concerns: Other

Product:

Accessory:

Serial number:

Software:

Web service:

Operating system:

Browser:

Product name:

Software version:

Communication:

Mobilelink type:

Feedback: I would like to ask a question about the accuracy of measurements of the polar products. In Pubmed (publication website of scientific research) I found four researches done on the Polar S810i device, showing that the measurements are nearly as accurate as measurements from an ECG device. Personally I have purchased an Polar RS800CX device. Has there been any research done on the accuracy of this device? Does this device operate on the same technical standards as the S810i device? I would like to receive your answer, as I am planning to use the Polar RS800CX for a simple scientific project. Kind Regards, Casper van Tuijl,
Osteopath

Name: casper van Tuijl

Country: Netherlands

8.2 bijlage 2: Hartritmevariabiliteit

Het autonome zenuwstelsel (hierna: AZS) speelt een centrale rol in de regulatie van alle fysiologische processen in het lichaam. Het AZS heeft onder andere een regulerende functie ten aanzien van het hartritme. Uit wetenschappelijk onderzoek is de hartritmevariabiliteit (hierna: HRV) naar voren gekomen als een relatief eenvoudige en niet-invasieve methode om de regulerende functie van het AZS te evalueren. De HRV beschrijft de variaties in de intervallen tussen verschillende opeenvolgende hartslagen (RR-interval).

Het RR-interval varieert onder invloed van fysiologische omstandigheden zoals slaap-waakritme, lichaamspositie, mate van inspanning, etc. Ook hebben pathologische factoren invloed op de HRV. Deze pathologische factoren betreffen onder andere hartritme stoornissen, hartoperaties, diabetes, polyneuropathie, epilepsie. Tot slot hebben psychiatrische stoornissen zoals psychotische, bipolaire of depressieve stoornissen een sterke invloed op het regulerende vermogen van het AZS.

Wat betreft metingen van de HRV geldt dat veranderingen in het hartritme een indicator zijn voor de mate waarin het AZS in staat is om het hartritme te reguleren. Met andere woorden: een hogere HRV is een teken van goede adaptieve eigenschappen van het lichaam en kenmerkt een gezond persoon met een efficiënt werkend AZS. Een lagere HRV is in veel gevallen een indicator van abnormale of insufficiënte regulatie van het AZS en daarmee een teken van verslechterde fysiologische functie van het lichaam.

Voor het onderzoek in deze thesis zullen we gebruik maken van de HRV als parameter. Hieronder zijn de verschillende gangbare analysemethoden van HRV beschreven. Voor dit onderzoek zullen we gezien de klinische betekenis gebruik maken van de mean HR, mean RR, HF/LF en de RMSSD.

Voor de analyse van de HRV wordt een sample van minimaal vijf minuten gebruikt. Deze sample wordt in eerste instantie gecontroleerd op ectopische hartslagen of meetfouten. Vervolgens zijn er verschillende manieren om de HRV te analyseren. Hieronder volgen deze verschillende variabelen met de bijbehorende omschrijving, de berekeningswijze en de wetenschappelijke betekenis van de betreffende analysemethode (Camm et al, 1996, Vanderlei et al, 2009).

Lineaire methoden – time domain analyse:

Variabele	Omschrijving (meeteenheid)	Berekeningswijze	Wetenschappelijke betekenis
Gemiddelde RR	Gemiddelde tijdsduur van een RR interval (ms)	\overline{RR}	Toename gemiddelde RR is recht evenredig met lagere gemiddelde HR. Lagere HR representeert afname sympathische tonus of toename van vagale tonus.
Gemiddelde HR	Gemiddelde hartslagfrequentie (Hz)	\overline{HR}	Zie gemiddelde RR
SDNN	Standaard deviatie van alle normale RR intervallen (ms)	$SDNN = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (RR_j - \overline{RR})^2}$	Representeert sympathische en parasymphatische activiteit. Er kan echter geen onderscheid gemaakt worden tussen toename van sympathische tonus of vermindering van vagale tonus.
SDANN	Standaard deviatie van de gemiddelden van de RR intervallen van iedere 5-minuten-segmenten over een bepaalde periode (ms)	Zie SDNN	Zie SDNN
SDNNi (SDNNindex)	Gemiddelde van de standaard deviatie van normale RR intervallen iedere vijf minuten (ms)	Zie SDNN	Zie SDNN
RMSSD	Kwadratisch gemiddelde van opeenvolgende RR intervallen (ms)	$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N-1} (RR_{j+1} - RR_j)^2}$	Representeert parasymphatische activiteit.
SDSD	Standaard deviatie van verschillen tussen opeenvolgende RR intervallen (ms)	$SDSD = \sqrt{E\{\Delta RR_j^2\} - E\{\Delta RR_j\}^2}$	

Variabele	Omschrijving (meeteenheid)	Berekeningswijze	Wetenschappelijke betekenis
NN50	Aantal aangrenzende RR intervallen met een verschil van meer dan 50 ms; drie varianten zijn mogelijk: het tellen van alle dergelijke RR intervalparen of alleen paren waarvan de eerste of de tweede interval langer is. (aantal)	Zie omschrijving	Zie pNN50
%NN50 pNN50	NN50 gedeeld door het totaal aantal RR intervallen (%)	$pNN50 = \frac{NN50}{N - 1} \times 100\%$	Representeert parasymphatische activiteit.
RR triangular index HRV triangular index	Totale aantal RR intervallen gedeeld door de hoogte van het histogram van alle RR intervallen gemeten op een discrete schaal met segmenten van 7,8125 ms (1 / 128 seconde)	Zie omschrijving	Zie SDNN
TINN	De TINN wordt berekend aan de hand van een dichtheidshistogram van normale RR intervallen.	Zie omschrijving	Zie SDNN, met het verschil dat TINN niet beïnvloed wordt door ectopische hartslagen aangezien deze buiten het bereik van de driehoek liggen.

Lineaire methoden – frequency domain analysis

Spectraal analyse van de RR intervallen

Methoden van analyse	Omschrijving (meeteenheid)	Berekeningswijze	Wetenschappelijke betekenis
High Frequency (HF) 0,15 – 0,4 Hz	Power Spectral Density [s ² /Hz] en Power [ms ²]	(snelle) Fourier-transformatie (FFT) of via autoregressief model (AR)	Representeert de parasymphatische activiteit en respiratoire modulatie van de hartslag.

Low Frequency (LF) 0,04 – 0,15 Hz	Power Spectral Density [s ² /Hz] en Power [ms ²]	(snelle) Fourier-transformatie (FFT) of via autoregressief model (AR)	Representeert de activiteit van de n. vagus en een sympathische component, vooral sympathisch.
Very Low Frequency (VLF) 0,0033 – 0,04 Hz	Power Spectral Density [s ² /Hz] en Power [ms ²]	(snelle) Fourier-transformatie (FFT) of via autoregressief model (AR)	Fysiologische betekenis minder bekend.
Ultra Low Frequency (ULF) < 0,0033 Hz	Power Spectral Density [s ² /Hz] en Power [ms ²]	(snelle) Fourier-transformatie (FFT) of via autoregressief model (AR)	Fysiologische betekenis minder bekend.
LF/HF ratio	Verhouding van Power Spectral Density [s ² /Hz] en Power [ms ²]	(snelle) Fourier-transformatie (FFT) of via autoregressief model (AR)	Absolute en relatieve verandering in sympathische en parasympathische component, geeft de sythovagale balans van het hart weer.

Nonlineaire analyse methoden

De nonlineaire methoden, zoals Poincare plot en Recurrence plot vragen een langere opnametijd van RR-intervallen [70], waardoor deze minder geschikt zijn voor voorliggend onderzoek. Verder is de fysiologische interpretatie van de non-lineaire methoden minder bekend.

8.3 bijlage 3: Patiënteninformatie

Patiëntinformatie

Onderzoek: het effect op hartritme van osteopathische technieken uitgevoerd op het achterhoofd

Haarlem, 26 juni 2011

Inleiding

Graag nodig ik u uit om deel te nemen aan een onderzoeksproject wat het laatste onderdeel vormt van mijn opleiding tot osteopaat aan het College Sutherland in Amsterdam. Dit onderzoek richt zich op het korte termijn effect van verschillende technieken uit de osteopathie ten aanzien van het autonome zenuwstelsel. Voor dit onderzoek zoek ik gemiddeld gezonde mannen en vrouwen tussen de 21 en de 65 jaar. Deelname aan dit onderzoek is volstrekt ongevaarlijk en pijnloos. Het onderzoek wordt uitgevoerd door Casper van Tuijl en begeleid door Rik Hoste, Osteopaat DO.

Doel van het onderzoek

Dit onderzoek heeft ten doel om de effectiviteit na te gaan van verschillende craniale osteopathische technieken ten aanzien van het autonome zenuwstelsel. Het autonome zenuwstelsel reguleert in ons lichaam alle processen waar we ons niet van bewust zijn, zoals de spijsvertering, ademhaling, hartritme, etc. Een goede balans van dit zenuwstelsel is van groot belang voor de gezondheid.

De balans van het autonome zenuwstelsel wordt tijdens dit onderzoek geëvalueerd aan de hand van het hartritme. Het hartritme varieert per opeenvolgende hartslag onder invloed van verschillende prikkels van binnen en buiten het lichaam. Aangezien deze prikkels verwerkt worden door het autonome zenuwstelsel, geven variaties in het hartritme een goede indicatie voor de balans van dit zenuwstelsel. Tijdens het onderzoek wordt het hartritme gemeten met een Polar hartslaghorloge. De verkregen data worden achteraf statistisch verwerkt en het effect van de verschillende technieken wordt met elkaar vergeleken.

Verloop van het onderzoek

U wordt gevraagd om totaal drie keer aanwezig te zijn voor een behandeling. Vooraf vult u een vragenlijst in over uw medische achtergrond en eventueel medicijngebruik. De behandelingen vinden plaats in mijn praktijk in Haarlem of Alkmaar. Het onderzoek verloopt als volgt:

- Eerste behandeling (duur: maximaal 45 minuten):

- U vult thuis een vragenformulier in over uw medische achtergrond (twee A4, maximaal tien minuten invulwerk).
- Tijdens de eerste behandeling bespreken we kort het vragenformulier en ondertekent u de instemmingsverklaring.
- Het hartritme wordt in ruglig gedurende vijf minuten gemeten.
- De eerste behandeltechniek wordt toegepast (maximaal 15 minuten). Het hartritme wordt gedurende de behandeling doorlopend opgemeten.
- Na afloop van de behandeling wordt het hartritme nog vijf minuten opgemeten.
- Tweede behandeling (duur: maximaal 30 minuten):
 - Het hartritme wordt in ruglig gedurende vijf minuten gemeten.
 - De tweede behandeltechniek wordt toegepast (maximaal 15 minuten). Het hartritme wordt gedurende de behandeling doorlopend opgemeten.
 - Na afloop van de behandeling wordt het hartritme nog vijf minuten opgemeten.
- Derde behandeling (duur: maximaal 30 minuten):
 - Het hartritme wordt in ruglig gedurende vijf minuten gemeten.
 - De derde behandeltechniek wordt toegepast (maximaal 15 minuten). Het hartritme wordt gedurende de behandeling doorlopend opgemeten.
 - Na afloop van de behandeling wordt het hartritme nog vijf minuten opgemeten.
 - Tot slot bespreken we het door u ervaren effect van de verschillende behandelingen (max vijf minuten).

Deelname en instemmingsverklaring

Graag nodig ik u uit om deel te nemen aan dit onderzoek. Als u zich aan wilt melden voor het onderzoek of als u nog vragen heeft, dan kunt u contact met mij opnemen:

Casper van Tuijl: tel. 023-5472393 of mobiel: 06-28239822
e-mail: caspervt@xs4all.nl

Deelname aan het onderzoek vindt volstrekt vertrouwelijk plaats. De hartritmemetingen en uw medische gegevens worden geanonimiseerd in het onderzoek verwerkt.

Verder heeft u te allen tijde het recht om tijdens de looptijd van het onderzoek alsnog af te zien van deelname.

Bij voorbaat hartelijk dank voor uw deelname aan dit onderzoek.

Met vriendelijke groet, Casper van Tuijl

8.4 bijlage 4: Instemmingsverklaring

Instemmingsverklaring

Onderzoek: het effect op hartritme van osteopathische technieken uitgevoerd op het achterhoofd

Dit onderzoek richt zich op het korte termijn effect van verschillende technieken uit de osteopathie ten aanzien van het autonome zenuwstelsel. Deelname aan dit onderzoek is volstrekt ongevaarlijk en pijnloos. Het onderzoek wordt uitgevoerd door Casper van Tuijl en begeleid door Rik Hoste, Osteopaat DO.

Naam van deelnemer:

Ik heb de patiëntinformatie (d.d. 26 juni 2011) over het volgende onderzoek doorgelezen: ' Het effect op hartritme van osteopathische technieken uitgevoerd op het achterhoofd '. Ik begrijp dat deelname aan het onderzoek ongevaarlijk is en dat mijn gegevens geanonimiseerd in het onderzoek worden verwerkt. Ik heb de mogelijkheid gehad om mijn vragen over het onderzoek te stellen en ben naar tevredenheid geïnformeerd. Mijn deelname aan het onderzoek vindt vrijwillig plaats. Ik ben er van op de hoogte dat ik op ieder willekeurig moment mij terug kan trekken uit het onderzoek voordat de onderzoeksdata geanalyseerd worden (tot 15 september 2011).

Voor vragen gedurende het onderzoek kan ik contact opnemen met:

Casper van Tuijl: tel. 023-5472393 of mobiel: 06-28239822
e-mail: caspervt@xs4all.nl

Handtekening deelnemer:

Datum:

Onderzoek uitgelegd door Casper van Tuijl.

Handtekening:

Datum:

8.5 Bijlage 5: Vragenformulier

Vragenformulier

Onderzoek: het effect op hartritme van osteopathische technieken uitgevoerd op het achterhoofd

Geachte heer/mevrouw, datum: / /2011

Zou u onderstaande vragen zorgvuldig willen beantwoorden voorafgaand aan de eerste afspraak? Tijdens de eerste behandeling bespreek ik de vragenlijst met u. Uw gegevens vallen onder het beroepsgeheim en worden uiteraard vertrouwelijk behandeld.

Persoonlijke gegevens

Naam: _____ M V

Geboortedatum: _____

Adres: _____

Postcode: _____

Woonplaats: _____

Telefoon: _____

E-mail: _____

Beroep: _____

Sport: _____

Frequentie sport: ____ X per week / maand

Heeft u kinderen? Nee Ja, aantal: ____

Rookt u? Hoeveel? _____

Gebruikt u alcohol? Hoeveel? _____

Gebruikt u drugs? Welke en hoe vaak? _____

Drinkt u koffie? Hoeveel? _____

Medische gegevens

Gebruikt u medicijnen (welke en waarvoor)? _____

Heeft u last (gehad) van hartcondities zoals ritmestoornissen, pacemakers, myocardinfarct, hartoperatie, etc? Zo ja, welke?

Heeft u last (gehad) van psychische stoornissen zoals psychotische-, bipolaire- en depressieve stoornissen, burn-out (in de afgelopen twee jaar), drugsverslaving, perssonlijkheidsstoornissen, etc? Zo ja, welke?

Leidt u aan één van de volgende aandoeningen?

- Diabetes Nee Ja
Astma Nee Ja
Polyneuropathie Nee Ja
Neurologische aandoeningen Nee Ja, namelijk:
Cerebrovasculair accident Nee Ja

Bent u zwanger? Nee Ja

Ziektegeschiedenis

Zou u hieronder willen aangeven wat de belangrijkste ziektes in uw leven waren? Denk daarbij aan: kinderziektes, infectieziektes, ziektes in het buitenland (buiten de EU) en ongevallen.

Leeftijd **Omschrijving**

Hartelijk dank voor in het invullen van deze vragenlijst.

Nummer
deelnemer:

Groep:

8.6 bijlage 6: Onderzoeksformulier

Onderzoeksformulier

Onderzoek: het effect op hartritme van osteopatische technieken uitgevoerd op het achterhoofd

Naam:.....

- Check 1, medicatie: geen gebruik bètablokkers, ACE remmers, statines, anti-depressiva, anti-epileptica;
- Check 2: geen hartcondities, hartoperaties;
- Check 3: geen psychische stoornissen, burnout;
- Check 4: geen diabetes;
- Check 5: geen polyneuropathie of centraal neurologische aandoeningen;
- Check 6: geen recente of ernstige traumata aan het hoofd;
- Check 7: geen cerebrovasculair accident (CVA);
- Check 8: geen graviditeit;
- Check 9: geen astma

Behandeling 1, Type: A B C

Datum:	
Start meting HR:	
Start vijf-minuten-meting 1:	
Start behandeling:	
Start vijf-minuten-meting 2:	

Behandeling 2, Type: A B C

Datum:	
Start meting HR:	
Start vijf-minuten-meting 1:	
Start behandeling:	
Start vijf-minuten-meting 2:	

Behandeling 3, Type: A B C

Datum:	
Start meting HR:	
Start vijf-minuten-meting 1:	
Start behandeling:	
Start vijf-minuten-meting 2:	

8.7 bijlage 7: Methode literatuurverzameling

Ten behoeve van de literatuurstudie is gebruik gemaakt van de volgende databases en zoektermen:

□ Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), zoektermen:

- Cranial manipulation
- Cranial CV4
- Cranial Rhythmic Impulse
- Mayer wave
- Hering waves
- Traube waves
- HRV

Osteopathic research web (<http://www.osteopathic-research.com/>), zoektermen:

- Compression
- Cranial manipulation
- CV4
- HRV

Google (<http://www.google.nl/>), zoektermen:

- Waar relevant gezocht naar (onderzoeks-) artikelen op titel en auteur (aan de hand van referenties uit gevonden artikelen).

8.8 bijlage 8: HRV metingen – ruwe data

Tabel 11: ruwe HRV data

Legenda:

No.	:	het nummer wat de proefpersoon in het onderzoek heeft gekregen
Gr.	:	het nummer van de groep waarin de proefpersoon is ingedeeld (zie pagina 19)
Beh.	:	het tijdstip waarop de behandeling is uitgevoerd (zie pagina 19)
Tech.	:	toegepaste techniek
Meting	:	het tijdstip van meting: 'Voor' betreft de analyse van de eerste vijf minuten HRV data, 'Tijd' betreft de analyse van de HRV data tijdens het toepassen van de Techniek, 'Na' betreft de analyse van de vijf minuten HRV data na afloop.
Mean HR	:	Gemiddelde Hartslag (min^{-1})
Mean RR	:	Gemiddelde RR interval (ms)
LF	:	Spectraal analyse van de veranderingen in HRV in het frequentiebereik 0,04 – 0,15 Hz (ms^2).
HF	:	Spectraal analyse van de veranderingen in HRV in het frequentiebereik 0,15 – 0,4 Hz (ms^2).
LF/HF	:	Verhouding tussen LF en HF
RMSSD	:	Kwadratisch gemiddelde van opeenvolgende RR intervallen (ms).

No.	Gr.	Beh.	Tech.	Meting	Mean HR	Mean RR	LF	HF	LF/HF	RMSSD
1	1	1	CV4	Voor	68,04	888,9	1277	2088	0,611	65,5
1	1	1	CV4	Tijd	72,89	827,2	670	1048	0,640	43,1
1	1	1	CV4	Na	75,82	796,5	2150	1112	1,934	42,7
1	1	2	Busq	Voor	67,99	896,1	2238	2912	0,768	87,4
1	1	2	Busq	Tijd	64,42	939,9	1335	3162	0,422	81,9
1	1	2	Busq	Na	62,9	968	2607	4295	0,607	91,8
1	1	3	Schijn	Voor	61,98	974,6	695	2070	0,336	73,3
1	1	3	Schijn	Tijd	61,82	976,6	916	1832	0,500	69,6
1	1	3	Schijn	Na	64,66	939,4	1916	1723	1,112	65,1
2	2	1	Busq	Voor	61,51	977,2	554	295	1,878	31,8
2	2	1	Busq	Tijd	62,33	965,8	215	295	0,730	30,0
2	2	1	Busq	Na	62,57	960,3	413	561	0,736	30,7
2	2	2	Schijn	Voor	65,95	911,5	84	426	0,198	26,2
2	2	2	Schijn	Tijd	64,75	928,6	397	379	1,048	27,6
2	2	2	Schijn	Na	61,39	978,7	394	242	1,630	25,1
2	2	3	CV4	Voor	66,76	900,1	673	424	1,587	33,1
2	2	3	CV4	Tijd	65,72	914,3	199	266	0,747	31,4
2	2	3	CV4	Na	66,11	908,8	460	320	1,439	28,5
3	3	1	Schijn	Voor	76,27	788,4	330	303	1,088	32,3
3	3	1	Schijn	Tijd	77,56	774,6	163	142	1,146	20,7
3	3	1	Schijn	Na	76,21	788,0	109	74	1,461	14,1
3	3	2	CV4	Voor	73,54	817,8	386	242	1,597	23,6
3	3	2	CV4	Tijd	73,21	822,3	291	119	2,434	22,5
3	3	2	CV4	Na	73,71	814,9	252	99	2,560	17,0
3	3	3	Busq	Voor	67,79	887,3	447	327	1,369	27,8

No.	Gr.	Beh.	Tech.	Meting	Mean HR	Mean RR	LF	HF	LF/HF	RMSSD
3	3	3	Busq	Tijd	68,68	876,2	569	192	2,970	24,3
3	3	3	Busq	Na	70,03	858,1	243	179	1,360	21,6
4	4	1	Schijn	Voor	61,08	983,2	170	198	0,857	24,0
4	4	1	Schijn	Tijd	60,46	994,0	259	306	0,847	23,5
4	4	1	Schijn	Na	60,56	992,4	278	189	1,474	21,9
4	4	2	Busq	Voor	61,55	978,3	741	412	1,796	29,6
4	4	2	Busq	Tijd	58,23	1031,8	223	196	1,140	20,4
4	4	2	Busq	Na	58,97	1019,2	293	457	0,642	26,2
4	4	3	CV4	Voor	62,06	968,3	229	400	0,573	26,2
4	4	3	CV4	Tijd	59,52	1009,9	363	315	1,150	26,1
4	4	3	CV4	Na	57,88	1037,7	186	271	0,684	25,0
5	5	1	CV4	Voor	66,71	904,0	3010	442	6,818	45,4
5	5	1	CV4	Tijd	64,82	929,0	1622	322	5,042	37,6
5	5	1	CV4	Na	68,4	879,2	1223	164	7,433	26,5
5	5	2	Schijn	Voor	60,77	991,5	2195	562	3,904	48,1
5	5	2	Schijn	Tijd	59,44	1011,5	1073	389	2,757	37,2
5	5	2	Schijn	Na	60,33	997,7	2159	498	4,337	42,4
5	5	3	Busq	Voor	68,99	875,1	3470	275	12,601	42,4
5	5	3	Busq	Tijd	71,99	835,9	1206	294	4,104	27,2
5	5	3	Busq	Na	72,00	837,1	2234	254	8,800	34,9
6	6	1	Busq	Voor	59,94	1004,4	3001	675	4,444	47,2
6	6	1	Busq	Tijd	60,21	999,2	1575	397	3,962	38,9
6	6	1	Busq	Na	59,32	1014,6	865	890	0,972	41,8
6	6	2	CV4	Voor	58,27	1075,6	5954	1046	5,694	65,3
6	6	2	CV4	Tijd	65,38	935,6	786	517	1,522	37,0
6	6	2	CV4	Na	66,09	922,1	1064	262	4,055	37,8
6	6	3	Schijn	Voor	74,51	806,2	264	164	1,607	21,2
6	6	3	Schijn	Tijd	73,49	816,9	165	37	4,484	12,2
6	6	3	Schijn	Na	73,31	821,9	184	65	2,814	13,2
7	1	1	CV4	Voor	77,17	779,5	614	199	3,079	23,9
7	1	1	CV4	Tijd	76,26	790,0	1102	145	7,593	24,6
7	1	1	CV4	Na	75,78	793,3	351	228	1,544	18,8
7	1	2	Busq	Voor	70,78	849,9	995	134	7,413	23,1
7	1	2	Busq	Tijd	68,18	884	1555	153	10,190	28,8
7	1	2	Busq	Na	66,88	898,9	565	418	1,352	27,5
7	1	3	Schijn	Voor	66,00	912,5	2306	356	6,474	36,4
7	1	3	Schijn	Tijd	57,45	1049,7	1164	587	1,981	51,0
7	1	3	Schijn	Na	62,92	956,7	622	909	0,684	38,4
8	2	1	Busq	Voor	59,95	1003,1	1071	613	1,747	39,0
8	2	1	Busq	Tijd	58,33	1031,2	555	451	1,229	34,3
8	2	1	Busq	Na	60,84	987,6	383	553	0,692	32,6
8	2	2	Schijn	Voor	58,93	1021,4	851	741	1,149	40,0
8	2	2	Schijn	Tijd	57,31	1049,1	564	683	0,826	35,7
8	2	2	Schijn	Na	58,56	1026,4	373	686	0,544	31,3
8	2	3	CV4	Voor	59,95	1003,9	731	949	0,771	42,9
8	2	3	CV4	Tijd	58,72	1025,5	789	592	1,325	36,1
8	2	3	CV4	Na	61,85	974	615	350	1,758	31,3
9	3	1	Schijn	Voor	71,64	839,2	612	437	1,400	27,2
9	3	1	Schijn	Tijd	67,5	891,8	434	508	0,855	38,0

No.	Gr.	Beh.	Tech.	Meting	Mean HR	Mean RR	LF	HF	LF/HF	RMSSD
9	3	1	Schijn	Na	64,97	927,1	644	1654	0,389	54,4
9	3	2	CV4	Voor	67,85	886	497	339	1,468	25,7
9	3	2	CV4	Tijd	66,48	905,1	1253	439	2,854	35,1
9	3	2	CV4	Na	66,17	909,4	1229	649	1,895	37,5
9	3	3	Busq	Voor	73,18	821,8	844	390	2,163	26,0
9	3	3	Busq	Tijd	74,31	809,7	174	209	0,832	22,2
9	3	3	Busq	Na	68,98	871,5	681	595	1,144	33,9
10	4	1	Schijn	Voor	59,53	1011,0	388	1430	0,272	55,8
10	4	1	Schijn	Tijd	62,67	959,8	300	707	0,425	39,3
10	4	1	Schijn	Na	63,26	950,4	1013	493	2,052	36,7
10	4	2	Busq	Voor	71,41	844,1	1726	440	3,925	36,8
10	4	2	Busq	Tijd	69,05	870,5	227	221	1,030	31,4
10	4	2	Busq	Na	67,66	888,7	336	414	0,812	29,4
10	4	3	CV4	Voor	62,40	987,2	7584	1323	5,731	74,3
10	4	3	CV4	Tijd	64,19	937,1	816	965	0,846	42,7
10	4	3	CV4	Na	64,03	941,2	2020	416	4,850	39,4
11	5	1	CV4	Voor	73,43	820,4	1325	1055	1,256	38,5
11	5	1	CV4	Tijd	72,65	828,7	458	529	0,865	33,0
11	5	1	CV4	Na	69,93	860,7	914	543	1,683	36,0
11	5	2	Schijn	Voor	67,75	889,5	2029	569	3,565	43,3
11	5	2	Schijn	Tijd	69,01	872	741	758	0,977	33,5
11	5	2	Schijn	Na	69,1	870,6	853	575	1,485	32,8
11	5	3	Busq	Voor	70,14	860	1208	768	1,573	44,3
11	5	3	Busq	Tijd	69,84	861,2	308	626	0,492	34,7
11	5	3	Busq	Na	71,89	840,1	1332	701	1,900	37,8
12	6	1	Busq	Voor	74,53	806,5	166	143	1,162	26,4
12	6	1	Busq	Tijd	71,83	837,3	43	7	6,530	5,0
12	6	1	Busq	Na	62,82	1043,4	393	162	2,431	63,2
12	6	2	CV4	Voor	68,66	874,4	76	160	0,478	18,5
12	6	2	CV4	Tijd	67,91	885	62	109	0,569	16,3
12	6	2	CV4	Na	68,39	877,7	24	45	0,527	11,5
12	6	3	Schijn	Voor	65,55	917	343	629	0,546	41,6
12	6	3	Schijn	Tijd	59,32	1026,5	4438	1173	3,784	60,5
12	6	3	Schijn	Na	59,11	1055,5	6560	2341	2,803	77,1
13	1	1	CV4	Voor	63,41	947,6	919	171	5,361	25,5
13	1	1	CV4	Tijd	62,76	957,8	1029	302	3,406	28,2
13	1	1	CV4	Na	62,01	969,3	1160	192	6,054	27,6
13	1	2	Busq	Voor	59,31	1020,4	1028	498	2,067	38,7
13	1	2	Busq	Tijd	57,87	1039,5	1450	411	3,524	33,8
13	1	2	Busq	Na	57,34	1054,6	1496	288	5,191	37,7
13	1	3	Schijn	Voor	60,52	995,1	1342	398	3,371	38,4
13	1	3	Schijn	Tijd	61,78	974,4	979	678	1,444	38,0
13	1	3	Schijn	Na	57,47	1109,4	3433	621	5,526	75,0
14	2	1	Busq	Voor	85,47	702,5	64	47	1,372	17,4
14	2	1	Busq	Tijd	82,91	724,8	163	36	4,568	18,4
14	2	1	Busq	Na	80,01	751,2	539	63	8,515	18,1
14	2	2	Schijn	Voor	86,75	692,1	124	32	3,878	9,6
14	2	2	Schijn	Tijd	81,56	736,5	111	65	1,701	15,8
14	2	2	Schijn	Na	78,34	767,1	111	92	1,213	24,8

No.	Gr.	Beh.	Tech.	Meting	Mean HR	Mean RR	LF	HF	LF/HF	RMSSD
14	2	3	CV4	Voor	86,44	695,4	311	68	4,598	16,6
14	2	3	CV4	Tijd	80,90	743,1	153	48	3,177	17,8
14	2	3	CV4	Na	79,59	754,9	351	82	4,269	18,2
15	3	1	Schijn	Voor	57,74	1041,7	507	1419	0,357	59,4
15	3	1	Schijn	Tijd	56,77	1059,6	588	1309	0,449	55,1
15	3	1	Schijn	Na	59,3	1015,8	383	1925	0,199	62,6
15	3	2	CV4	Voor	55,1	1092,2	966	1526	0,633	58,9
15	3	2	CV4	Tijd	53,5	1125,7	359	2031	0,177	66,2
15	3	2	CV4	Na	55,02	1098,5	2656	4404	0,603	85,2
15	3	3	Busq	Voor	53,93	1119,6	757	1873	0,404	82,3
15	3	3	Busq	Tijd	52,05	1156,7	268	3106	0,086	94,3
15	3	3	Busq	Na	50,47	1192,8	359	2601	0,138	104,1
16	4	1	Schijn	Voor	83,69	718,3	522	273	1,910	19,0
16	4	1	Schijn	Tijd	77,61	777,3	299	625	0,479	33,0
16	4	1	Schijn	Na	71,16	847,2	977	1896	0,516	52,9
16	4	2	Busq	Voor	71,26	849,2	2122	2347	0,904	57,3
16	4	2	Busq	Tijd	69,72	867,8	1468	1779	0,826	50,8
16	4	2	Busq	Na	68,14	888,6	2706	3207	0,844	61,7
16	4	3	CV4	Voor	84,56	711,1	195	144	1,355	28,0
16	4	3	CV4	Tijd	81,79	734,4	290	48	6,060	13,2
16	4	3	CV4	Na	82,52	728,4	275	65	4,257	11,9
17	5	1	CV4	Voor	58,57	1027,0	1823	208	8,762	31,9
17	5	1	CV4	Tijd	56,01	1074,5	2219	158	14,032	32,8
17	5	1	CV4	Na	55,36	1086,8	2527	239	10,584	35,3
17	5	2	Schijn	Voor	62,41	964,4	2130	233	9,140	32,2
17	5	2	Schijn	Tijd	62,67	966	2183	336	6,500	29,8
17	5	2	Schijn	Na	61,98	971,5	1688	81	20,848	26,4
17	5	3	Busq	Voor	55,21	1090,2	1929	311	6,199	37,1
17	5	3	Busq	Tijd	54,11	1111	1495	144	10,395	27,7
17	5	3	Busq	Na	53,25	1147,2	3352	577	5,810	52,7
18	6	1	Busq	Voor	58,79	1038,9	5794	2380	2,434	95,7
18	6	1	Busq	Tijd	57,58	1053,8	7569	4300	1,760	112,5
18	6	1	Busq	Na	57,35	1058,7	7701	2697	2,855	103,9
18	6	2	CV4	Voor	68,83	877	2167	977	2,217	51,6
18	6	2	CV4	Tijd	66,41	908,5	1758	1360	1,292	59,8
18	6	2	CV4	Na	65,94	914	1291	1573	0,821	54,0
18	6	3	Schijn	Voor	53,03	1158,1	7714	5927	1,302	138,9
18	6	3	Schijn	Tijd	50,75	1203,1	5306	6149	0,863	151,0
18	6	3	Schijn	Na	48,45	1244,1	2353	2364	0,995	111,0
19	1	1	CV4	Voor	74,01	816,7	4435	1355	3,274	50,3
19	1	1	CV4	Tijd	71,72	840,9	715	549	1,303	40,4
19	1	1	CV4	Na	76,16	794,7	1751	1256	1,393	42,4
19	1	2	Busq	Voor	60,69	992,7	948	893	1,062	85,3
19	1	2	Busq	Tijd	56,98	1062,4	5745	1368	4,201	78,8
19	1	2	Busq	Na	61,54	981,3	3486	940	3,708	54,4
19	1	3	Schijn	Voor	64,33	945,3	12487	1258	9,926	82,3
19	1	3	Schijn	Tijd	66,02	914,1	2006	591	3,394	50,1
19	1	3	Schijn	Na	68,81	874,2	313	285	1,099	27,4
20	2	1	Busq	Voor	62,66	958,6	391	139	2,808	23,6

No.	Gr.	Beh.	Tech.	Meting	Mean HR	Mean RR	LF	HF	LF/HF	RMSSD
20	2	1	Busq	Tijd	64,75	928,5	67	182	0,367	41,6
20	2	1	Busq	Na	67,42	894,4	153	333	0,461	55,3
20	2	2	Schijn	Voor	62,26	964,7	208	141	1,481	18,1
20	2	2	Schijn	Tijd	61,43	977,9	449	131	3,429	18,9
20	2	2	Schijn	Na	60,73	989,1	203	155	1,311	17,0
20	2	3	CV4	Voor	70,47	852,6	429	107	4,026	19,2
20	2	3	CV4	Tijd	66,96	898,1	708	103	6,887	18,8
20	2	3	CV4	Na	64,82	927,4	495	138	3,586	20,3
21	3	1	Schijn	Voor	77,52	774,8	100	114	0,884	16,1
21	3	1	Schijn	Tijd	74,25	808,3	14	18	0,765	6,3
21	3	1	Schijn	Na	74,38	807,0	11	15	0,739	6,7
21	3	2	CV4	Voor	73,37	818,7	80	59	1,365	13,1
21	3	2	CV4	Tijd	69,04	869,3	43	42	1,030	10,1
21	3	2	CV4	Na	69,9	859,1	28	31	0,881	8,6
21	3	3	Busq	Voor	72,87	824	71	117	0,607	25,1
21	3	3	Busq	Tijd	70,33	853,4	17	34	0,482	9,4
21	3	3	Busq	Na	69,33	865,6	13	40	0,331	10,0
22	4	1	Schijn	Voor	58,67	1027,7	1407	1540	0,914	67,9
22	4	1	Schijn	Tijd	55,61	1083,0	636	2677	0,237	88,1
22	4	1	Schijn	Na	55,91	1077,3	174	2115	0,082	88,8
22	4	2	Busq	Voor	56,44	1069	1748	2331	0,750	63,5
22	4	2	Busq	Tijd	54,41	1106,6	351	1408	0,249	69,1
22	4	2	Busq	Na	55,68	1083,3	639	1831	0,349	68,6
22	4	3	CV4	Voor	56,49	1067,3	1410	2874	0,490	95,8
22	4	3	CV4	Tijd	53,97	1118,1	473	3357	0,141	99,8
22	4	3	CV4	Na	52,18	1155,1	390	3084	0,126	109,8
23	5	1	CV4	Voor	74,51	814,0	2090	356	5,864	33,5
23	5	1	CV4	Tijd	67,07	898,5	1394	348	4,007	31,3
23	5	1	CV4	Na	68,08	890,0	1790	522	3,427	34,7
23	5	2	Schijn	Voor	64,77	934,2	1267	726	1,744	48,5
23	5	2	Schijn	Tijd	61,54	981,8	463	336	1,376	35,3
23	5	2	Schijn	Na	68,08	880	1341	482	2,782	38,2
23	5	3	Busq	Voor	61,72	976,5	1721	467	3,688	41,2
23	5	3	Busq	Tijd	58,37	1030,8	823	489	1,682	36,1
23	5	3	Busq	Na	56,10	1072,2	1023	865	1,183	48,8
24	6	1	Busq	Voor	62,09	968,3	216	634	0,340	53,5
24	6	1	Busq	Tijd	62,4	963,5	284	493	0,576	35,2
24	6	1	Busq	Na	61,04	985,6	335	833	0,401	55,4
24	6	2	CV4	Voor	59,68	1007,1	535	678	0,790	38,2
24	6	2	CV4	Tijd	59,81	1005,1	693	532	1,302	35,8
24	6	2	CV4	Na	61,56	975,8	169	462	0,366	32,3
24	6	3	Schijn	Voor	66,46	904,2	379	210	1,809	28,0
24	6	3	Schijn	Tijd	64,57	930,4	521	354	1,473	64,6
24	6	3	Schijn	Na	65,68	914,3	217	379	0,571	25,3

Tabel 12: artefacten per meting

Toelichting bij tabel: in onderstaande tabel is het total aantal artefacten per behandeling weergegeven. Dit betreft het totaal aantal meetfouten gedurende gemiddeld vijftien minuten meten (vijf minuten vooraf, gemiddeld vijf minuten behandelen en vijf minuten meten na afloop). Uit de tabel blijkt dat alle metingen binnen de grens van 45 artefacten blijven. Verder valt het grote aantal meetfouten bij deelnemer nummer 18 op. Navraag bij de deelnemer leert dat zij bekend is met hartkloppingen en het gevoel soms een onregelmatige hartslag te hebben, maar dat hier nooit medisch onderzoek naar gedaan is.

Deelnemer	Aantal artefacten per behandeling		
	CV4-techniek	Busquet techniek	Schijntechniek
1	1	5	0
2	1	1	0
3	0	0	1
4	0	1	0
5	0	0	1
6	7	0	0
7	0	0	0
8	0	2	0
9	0	0	0
10	8	2	1
11	2	0	2
12	0	6	9
13	0	5	6
14	2	1	1
15	0	1	0
16	0	5	3
17	1	4	0
18	30	17	19
19	4	7	14
20	0	0	0
21	0	0	0
22	1	1	2
23	6	0	0
24	1	5	0

Tabel 13: Ervaringen van deelnemers en controle op schijntechniek

Toelichting bij de tabel: ter controle van de schijntechniek is na iedere behandeling gevraagd aan de deelnemer of hij/zij iets ervaren heeft tijdens de behandeling. Na afloop van de drie behandelingen is aan de deelnemer gevraagd of hij/zij het idee heeft drie keer een echte techniek ondergaan te hebben. Hieronder is samengevat welke reactie de deelnemers hebben gegeven ten aanzien van de technieken. Daarbij geldt dat de deelnemers zelf geen idee hadden welke techniek zij op welk moment ondergaan hebben.

Deelnemer	Controle schijntechniek	
	Alle technieken echt	Opmerkingen
1	Ja	Voelde zich bij CV4 een beetje zweverig, Busquet gaf ontspanning, schijntechniek gaf licht gevoel in hoofd.
2	Ja	Ervaarde alle technieken als ontspannend, viel tijdens de schijntechniek in slaap, CV4-techniek gaf warmere voeten.
3	Ja	Ervaarde de CV4 als beduidend meer effectief (diepere ontspanning) dan Busquet en schijntechniek
4	Ja	Alleen bij CV4 echt een reactie gevoeld, bij de overige alleen ontspanning. Bij schijntechniek het minste gevoeld.
5	Ja	Ervaarde alle technieken als ontspannend, CV4-techniek gaf schommelend gevoel in hoofd, minste reactie tijdens schijntechniek
6	Ja	Busquet was ontspannend, tijdens CV4-techniek kwam een traumatische herinnering uit het verleden naar boven, tijdens schijntechniek subtiele energie gevoeld.
7	Ja	Kreeg van de CV4 lichte hoofdpijn en viel bijna in slaap. De Busquet techniek gaf een gloeiend gevoel in het achterhoofd, de schijntechniek gaf ontspanning en een trek naar rechts.
8	Ja, maar twijfelde aan de schijntechniek	Alle technieken gaven ontspanning, tijdens CV4-techniek kwam spanning bij de kaak vrij en ontstond een lichter gevoel in het lichaam
9	Ja, maar twijfelde aan Busquet techniek	Viel tijdens schijntechniek in slaap, voelde tijdens CV4 alsof er iets gereset werd in de hersenen, Busquet gaf alleen ontspanning.
10	Ja	Van schijntechniek weinig gemerkt, van Busquet spanning in bilspeer gevoeld, van CV4 sensatie van stroming en ontspanning in nek.
11	Ja	Alle technieken gaven ontspanning, bij Busquet techniek bijna in slaap gevallen.
12	Ja	Busquet gaf ontspanning, voelde bij CV4 spanning loslaten, was lekker. Schijntechniek gaf ontspanning van hele lichaam.
13	Ja	CV4 gaf rust, Busquet gaf onrustig gevoel, schijntechniek gaf misselijk gevoel.
14	Ja	Voorkeur voor Busquet, gaf rustig gevoel. Tijdens schijntechniek een schommeling in het hoofd gevoeld, CV4 gaf rust en een sensatie van hartkloppingen.
15	Ja	Voelde tijdens schijntechniek verhoogde activiteit in de darm, CV4 gaf ontspanning met tegen het einde een stekende pijn rechts op de borst. Busquet gaf de diepste ontspanning.
16	Ja	Viel tijdens schijntechniek in slaap, Busquet gaf ontspanning, CV4 gaf licht gevoel in het hoofd.

Deelnemer	Controle schijntechniek	
	Alle technieken echt	Opmerkingen
17	Nee, bij schijn-techniek te weinig gevoeld	Meeste effect gevoeld bij CV4, diepe ontspanning. Ook bij Busquet ontspanning ervaren.
18	Ja	Busquet gaf ontspanning en een sensatie van energiestroom door nek en schouders, de CV4 gaf een vergelijkbaar effect, waarbij energie meer door het hele lijf ging stromen. De schijntechniek gaf een licht gevoel in het hoofd.
19	Ja	De CV4 gaf een drukverschil tussen links en rechts in het hoofd, voelde hartslag sterker. Busquet gaf een sterkere hartslag in de halsregio. De schijntechniek gaf een gevoel van ontspanning boven op het hoofd. De CV4 en schijntechniek gaven het meeste effect, Busquet minder.
20	Ja	De Busquet techniek gaf een lichte tinteling in het lichaam, deelnemer vroeg zich af of ik wel iets deed. De schijntechniek gaf een gevoel van spanning aan de rechter kant. De CV4 gaf een beetje hoofdpijn en lichte tintelingen.
21	Ja	De schijntechniek gaf rust, moe na afloop. De CV4 gaf het gevoel dat doorbloeding rustiger door het lichaam stroomde. Busquet gaf een vergelijkbare ervaring als de CV4 maar met diepere ontspanning.
22	Ja	De schijntechniek gaf ontspanning, Busquet gaf ontspanning tussen de schouderbladen, CV4 gaf tegen het einde ontspanning.
23	Geen mening, weet niet hoe een echte techniek voelt.	De CV4 gaf een zweverig gevoel met een trek naar rechts. De schijntechniek en Busquet gaven ontspanning maar niets bijzonders.
24	Ja	Busquet gaf ontspanning, gevoel van ruimte in het lichaam en rommeling in de maagregio. CV4 voelde prettiger dan de Busquet en gaf een diepere ontspanning, de ademhaling werd stil. De schijntechniek gaf een onrustig gevoel.

8.9 bijlage 9: HRV analyses

Een toelichting ten aanzien van de variatieanalyse en de betekenis van de verschillende tabellen is te vinden in hoofdstuk 4 van deze thesis. Hieronder volgen de analyses van achtereenvolgens de LF, Mean HR, RMSSD en HF/LF component van de HRV.

8.9.1 Analyse van het lage frequentie domein, LF

Hieronder volgt de analyse van de LF component van HRV. Evenals de HF component bleek deze ook logaritmisch geanalyseerd te moeten worden voor een betrouwbare variatie-analyse. De beschrijving van de betekenis van de verschillende tabellen wordt in dit hoofdstuk niet uitgebreid herhaald aangezien deze terug te vinden zijn in het hoofdstuk over HF (pagina 19 en verder). Aan het einde van dit hoofdstuk trekken we de conclusie ten aanzien van de LF.

Tabel 14 Variatie-analyse lnLF (gecorrigeerd voor co-variabelen)

Variate: lnLF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	55.2931	18.4310	2.32		0.106
Geslacht	1	28.6464	28.6464	3.60		0.072
Residual	20	158.9338	7.9467	6.43	1.17	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	0.1365	0.0682	0.06	0.67	0.946
Behandeling	2	0.1197	0.0598	0.05	0.80	0.953
Covariates	2	3.4463	1.7231	1.39		0.259
Residual	42	51.9156	1.2361	2.93	1.02	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	6.6403	3.3202	7.87	1.00	<.001
Behandeling.Moment	4	1.2949	0.3237	0.77	1.00	0.548
Residual	138	58.2079	0.4218		1.00	
Total	215	337.7721				

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat alleen Moment significant is.

Tabel 15 covariatie regressie lnLF

Variate: lnLF

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	2.2	1.45	1.000			
T-1 CV4	3.2	1.45	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.83	0.437	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	-0.46	0.278	1.000			
T-1 CV4	-0.18	0.278	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	-0.38	0.274	1.000			
T-1 CV4	-0.08	0.274	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.57	0.456	-0.040	-0.040	0.000	1.000

Tabel 16 gemiddelden lnHF (gecorrigeerd voor co-variabelen)

Variate: lnHF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Grand mean 6.430

Tijdstip	1	2	3
	6.181	6.523	6.585
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	6.402	6.465	6.423
Moment	Na	Tijdens	Voor
	6.382	6.243	6.665
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	6.449	6.082	6.675
CV4	6.371	6.291	6.733
Schijn	6.326	6.357	6.585

Tabel 17 Standard errors of differences of means InLF

Variate: InLF

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	0.2269	0.2072	0.1082	0.2477
d.f.	42	42	138	104.13
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.1933
d.f.				138

Tabel 18 Variatie-analyse InLF

Variate: InLF

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Nummer stratum	23	214.2269	9.3142	7.40	
Nummer.Tijdstip stratum					
Tijdstip	2	1.3399	0.6700	0.53	0.591
Behandeling	2	0.7002	0.3501	0.28	0.758
Residual	44	55.3619	1.2582	2.98	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum					
Moment	2	6.6403	3.3202	7.87	<.001
Behandeling.Moment	4	1.2949	0.3237	0.77	0.548
Residual	138	58.2079	0.4218		
Total	215	337.7721			

Tabel 19 Gemiddelden InLF

Variate: InLF

Grand mean 6.430

Tijdstip	1	2	3
	6.324	6.452	6.513
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	6.484	6.455	6.351
Moment	Na	Tijdens	Voor
	6.382	6.243	6.665
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	6.531	6.164	6.757
CV4	6.360	6.280	6.723
Schijn	6.254	6.286	6.514

Tabel 20 Standard errors of differences of means InLF

Variate: InLF

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	0.1870	0.1870	0.1082	0.2416
d.f.	44	44	138	107.39
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.1875
d.f.				138

Zoals we eerder zagen was alleen Moment significant. Voor moment geldt een s.e.d. van 0,1082 ($2 \times 0,1082 = 0,2164$) en een d.f. van 138.

Moment	Na	Tijdens	Voor
	6.382	6.243	6.665

Het verschil tussen Voor en Tijdens is -0,422, significant
 Het verschil tussen Tijdens en Na is -0,139, niet significant
 Het verschil tussen Voor en Na is -0,283, significant

Tabel 21 verwachtingswaarde LF

Variate: LF

Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	860,1	475,3	686,1
CV4	831,3	533,8	578,2
Schijn	674,5	537,0	520,1

Hierbij zijn de waardes log-normaal verdeel rondom dit 'gemiddelde'

Conclusie LF

De conclusie die uit dit hoofdstuk getrokken kan worden betreft dat de resultaten van de LF-waarden alleen significant zijn voor Moment. Dit kunnen we interpreteren dat er over alle 72 uitgevoerde behandelingen (inclusief de schijnbehandelingen) een significant verschil is tussen voor en na de behandeling en tussen voor en tijdens de behandeling. Er is geen significantie ten aanzien van de verschillende behandelmethoden. Hierdoor kunnen we geen uitspraken doen over het effect van de CV4 of Busquet techniek ten aanzien van de LF.

8.9.2 Analyse van de gemiddelde hartslag, mean HR

Hieronder volgt de analyse van de gemiddelde hartslag, mean HR. In tegenstelling tot HF en LF, kon de mean HR direct geanalyseerd worden aangezien de afwijkingen van de waarnemingen ten opzichte van het model normaal verdeeld zijn. De beschrijving van de betekenis van de verschillende tabellen wordt in dit hoofdstuk niet uitgebreid herhaald aangezien deze terug te vinden zijn in het hoofdstuk over HF (pagina 19 en verder). Aan het einde van dit hoofdstuk trekken we de conclusie ten aanzien van de mean HR.

Tabel 22 Variatie-analyse (gecorrigeerd voor co-variabelen) Mean HR

Variate: Mean HR

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	195.273	65.091	0.15		0.930
Geslacht	1	91.420	91.420	0.21		0.653
Residual	20	8783.202	439.160	7.98	0.89	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	1.868	0.934	0.02	0.67	0.983
Behandeling	2	300.675	150.337	2.73	0.80	0.077
Covariates	2	12.846	6.423	0.12		0.890
Residual	42	2310.658	55.016	12.07	0.96	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	109.153	54.576	11.97	1.00	<.001
Behandeling.Moment	4	10.459	2.615	0.57	1.00	0.682
Residual	138	629.207	4.559		1.00	
Total	215	12574.637				

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat alleen Moment significant is.

Tabel 23 covariatie regressie Mean HR

Variate: Mean HR

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	-3.	10.8	1.000			
T-1 CV4	-3.	10.8	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-1.5	3.25	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	-0.7	1.85	1.000			
T-1 CV4	0.2	1.85	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	-0.8	1.82	1.000			
T-1 CV4	0.1	1.82	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-1.7	3.01	-0.041	-0.041	0.000	1.000

Tabel 24 gemiddelden (gecorrigeerd voor co-variabelen) Mean HR

Variate: Mean HR

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Grand mean 65.48

Tijdstip	1	2	3
	66.73	64.74	64.97
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	64.13	67.27	65.03
Moment	Na	Tijdens	Voor
	64.92	65.03	66.48
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	63.27	63.95	65.17
CV4	67.08	66.68	68.04
Schijn	64.42	64.45	66.23

Tabel 25 Standard errors of differences of means Mean HR

Variate: Mean HR

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	1.514	1.382	0.356	1.376
d.f.	42	42	138	56.60
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.635
d.f.				138

Tabel 26 Variatie-analyse Mean HR

Variate: Mean HR

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Nummer stratum	23	8978.475	390.368	7.39	
Nummer.Tijdstip stratum					
Tijdstip	2	202.796	101.398	1.92	0.159
Behandeling	2	321.043	160.522	3.04	0.058
Residual	44	2323.504	52.807	11.58	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum					
Moment	2	109.153	54.576	11.97	<.001
Behandeling.Moment	4	10.459	2.615	0.57	0.682
Residual	138	629.207	4.559		
Total	215	12574.637			

Tabel 27 gemiddelden Mean HR

Variate: Mean HR

Grand mean 65.48

Tijdstip	1	2	3
	66.84	64.68	64.91
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	64.30	67.16	64.97
Moment	Na	Tijdens	Voor
	64.92	65.03	66.48
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	63.44	64.12	65.34
CV4	66.97	66.57	67.93
Schijn	64.36	64.39	66.17

Tabel 28 Standard errors of differences of means Mean HR

Variate: Mean HR

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	1.211	1.211	0.356	1.312
d.f.	44	44	138	59.94
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.616
d.f.				138

Zoals we eerder zagen was alleen Moment significant. Voor moment geldt een s.e.d. van 0,356 ($2 \times 0,356 = 0,712$) en een d.f. van 138.

Moment	Na	Tijdens	Voor
	64.92	65.03	66.48

Het verschil tussen Voor en Tijdens is -1,45, significant
Het verschil tussen Tijdens en Na is -0,11, niet significant
Het verschil tussen Voor en Na is -1,56, significant

Conclusie Mean HR

De conclusie die uit dit hoofdstuk getrokken kan worden betreft dat de resultaten van de gemiddelde hartslag alleen significant zijn voor Moment. Dit kunnen we interpreteren dat er over alle 72 uitgevoerde behandelingen (inclusief de schijnbehandelingen) een significant verschil is tussen voor en na de behandeling en tussen voor en tijdens de behandeling. Er is geen significantie ten aanzien van de verschillende behandelmethoden. Hierdoor kunnen we geen uitspraken doen over het effect van de CV4 of Busquet techniek ten aanzien van de frequentie van het hartritme.

8.9.3 Analyse van de RMSSD

Hieronder volgt de analyse van de RMSSD component van HRV. Evenals de HF en LF component bleek deze ook logaritmisch geanalyseerd te moeten worden voor een betrouwbare variatie-analyse. De beschrijving van de betekenis van de verschillende tabellen wordt in dit hoofdstuk niet uitgebreid herhaald aangezien deze terug te vinden zijn in het hoofdstuk over HF (pagina 19 en verder). Aan het einde van dit hoofdstuk trekken we de conclusie ten aanzien van de RMSSD.

Tabel 29 Variatie-analyse (gecorrigeerd voor co-variabelen) lnRMSSD

Variate: lnRMSSD

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	6.80932	2.26977	1.08		0.381
Geslacht	1	2.67266	2.67266	1.27		0.273
Residual	20	42.11426	2.10571	7.35	1.01	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	0.23124	0.11562	0.40	0.67	0.670
Behandeling	2	0.87560	0.43780	1.53	0.80	0.229
Covariates	2	0.04998	0.02499	0.09		0.917
Residual	42	12.02580	0.28633	3.79	0.96	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	0.44516	0.22258	2.94	1.00	0.056
Behandeling.Moment	4	0.60697	0.15174	2.01	1.00	0.097
Residual	138	10.43107	0.07559		1.00	
Total	215	74.11053				

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat geen van de termen significant is. Moment is bijna significant.

Tabel 30 covariatie regressie lnRMSSD

Variate: lnRMSSD

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	1.09	0.745	1.000			
T-1 CV4	1.05	0.745	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.25	0.225	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	-0.03	0.134	1.000			
T-1 CV4	0.02	0.134	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	0.00	0.132	1.000			
T-1 CV4	0.05	0.132	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	-0.16	0.221	-0.040	-0.040	0.000	1.000

Tabel 31 gemiddelden (gecorrigeerd voor co-variabelen) lnRMSSD

Variate: lnRMSSD

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Grand mean 3.554

Tijdstip	1	2	3
	3.528	3.527	3.607
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	3.635	3.462	3.565
Moment	Na	Tijdens	Voor
	3.548	3.502	3.612
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	3.715	3.500	3.690
CV4	3.387	3.440	3.558
Schijn	3.543	3.564	3.589

Tabel 32 Standard errors of differences of means lnRMSSD

Variate: lnRMSSD

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	0.1092	0.0997	0.0458	0.1136
d.f.	42	42	138	90.39
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.0818
d.f.				138

Aangezien geen van de covariabelen significant is, is de analyse opnieuw uitgevoerd zonder covariabelenregressie.

Tabel 33 Variatie-analyse lnRMSSD

Variate: lnRMSSD

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Nummer stratum	23	48.92358	2.12711	7.75	
Nummer.Tijdstip stratum					
Tijdstip	2	0.29252	0.14626	0.53	0.591
Behandeling	2	1.33545	0.66773	2.43	0.100
Residual	44	12.07578	0.27445	3.63	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum					
Moment	2	0.44516	0.22258	2.94	0.056
Behandeling.Moment	4	0.60697	0.15174	2.01	0.097
Residual	138	10.43107	0.07559		
Total	215	74.11053			

Aangezien geen van de termen significant is, is de analyse niet verder uitgevoerd.

Conclusie RMSSD

De conclusie die uit dit hoofdstuk getrokken kan worden betreft dat geen van de resultaten van de RMSSD-waarden significant zijn. Hierdoor kunnen we geen uitspraken doen over het effect van de CV4 of Busquet techniek ten aanzien van de RMSSD.

8.9.4 Analyse van de HF/LF

Hieronder volgt de analyse van de HF/LF component van HRV. Evenals de HF en LF component bleek deze ook logaritmisch geanalyseerd te moeten worden voor een betrouwbare variatie-analyse. De beschrijving van de betekenis van de verschillende tabellen wordt in dit hoofdstuk niet uitgebreid herhaald aangezien deze terug te vinden zijn in het hoofdstuk over HF (pagina 19 en verder). Aan het einde van dit hoofdstuk trekken we de conclusie ten aanzien van de mean HF/LF.

Opmerking: per abuis is voor de statistische analyse de HF/LF geanalyseerd in plaats van de LF/HF die in de literatuur aangetroffen wordt. Aangezien de HF/LF logaritmisch geanalyseerd is, dient van de waarden in onderstaande tabellen eerst een e-macht genomen te worden en vervolgens het getal 1 delen door de uitkomst, om de waarden te verkrijgen die vergeleken kunnen worden met de waarden die in de literatuur terug te vinden zijn (met andere woorden: $1/e^{\text{uitkomst}}$ geeft de LF/HF). Wat betreft interpretatie geldt dat de HF/LF een maat is voor de parasympatische balans, aangezien de LF/HF de maat is voor de ortosympatische balans.

Tabel 34 Variatie-analyse (gecorrigeerd voor co-variabelen) lnHF/LF

Variate: ln_HF_LF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	cov.ef.	F pr.
Nummer stratum						
Covariates	3	8.9551	2.9850	0.44		0.726
Geslacht	1	0.5791	0.5791	0.09		0.773
Residual	20	135.1882	6.7594	11.31	0.93	
Nummer.Tijdstip stratum						
Tijdstip	2	0.1803	0.0901	0.15	0.67	0.860
Behandeling	2	3.2361	1.6181	2.71	0.80	0.078
Covariates	2	1.5810	0.7905	1.32		0.277
Residual	42	25.1025	0.5977	1.51	1.01	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum						
Moment	2	1.9371	0.9685	2.45	1.00	0.090
Behandeling.Moment	4	0.6459	0.1615	0.41	1.00	0.802
Residual	138	54.485	0.3948		1.00	
Total	215	232.0501				

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat geen van de termen significant is.

Tabel 35 covariatie regressie lnHF/LF

Variate: ln_HF_LF

Covariabele	Coëfficiënt	s.e.	Correlatie matrix			
			T-1 Busq	T-1 CV4	T-1 Schijn	Geslacht V
Nummer stratum						
T-1 Busq	-0.1	1.33	1.000			
T-1 CV4	-1.3	1.33	0.526	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.12	0.403	-0.226	-0.226	0.000	1.000
Nummer.Tijdstip stratum						
T-1 Busq	0.31	0.193	1.000			
T-1 CV4	0.09	0.193	0.500	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.	0.	0.000	0.000	0.000	0.000
Combined estimates						
T-1 Busq	0.30	0.191	1.000			
T-1 CV4	0.06	0.191	0.501	1.000		
T-1 Schijn	0.	0.	0.000	0.000	0.000	
Geslacht V	0.0	0.383	-0.034	-0.034	0.000	1.000

Tabel 36 gemiddelden (gecorrigeerd voor co-variabelen) lnHF/LF

Variate: ln_HF_LF

Covariates: T-1 Busq, T-1 CV4, T-1 Schijn, Geslacht V

Grand mean **-0.403**

Tijdstip	1	2	3
	-0.279	-0.430	-0.501
Behandeling	Busq	CV4	Schijn
	-0.306	-0.597	-0.307
Moment	Na	Tijdens	Voor
	-0.327	-0.346	-0.537
Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	-0.136	-0.261	-0.520
CV4	-0.603	-0.518	-0.670
Schijn	-0.242	-0.260	-0.420

Tabel 37 Standard errors of differences of means InHF/LF

Variate: In_HF_LF

Table	Tijdstip	Behandeling	Moment	Behandeling Moment
rep.	72	72	72	24
s.e.d.	0.1578	0.1441	0.1047	0.2023
d.f.	42	42	138	147.78
Except when comparing means with the same level(s) of Behandeling				0.1870
d.f.				138

Aangezien geen van de covariabelen significant is, is de analyse opnieuw uitgevoerd zonder covariabelenregressie.

Tabel 38 Variatie-analyse InHF/LF

Variate: In_HF_LF

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Nummer stratum	23	144.1433	6.2671	10.33	
Nummer.Tijdstip stratum					
Tijdstip	2	0.3300	0.1650	0.27	0.763
Behandeling	2	3.8245	1.9122	3.15	0.053
Residual	44	26.6835	0.6064	1.54	
Nummer.Tijdstip.*Units* stratum					
Moment	2	1.9371	0.9685	2.45	0.090
Behandeling.Moment	4	0.6459	0.1615	0.41	0.802
Residual	138	54.4858	0.3948		
Total	215	232.0501			

Uit bovenstaande tabel is op te maken dat geen van de termen significant is. Behandeling is bijna significant. Aangezien geen van de termen significant is, is de analyse niet verder uitgevoerd.

Tabel 39 verwachtingswaarde HF/LF

Variate: HF/LF

Moment	Na	Tijdens	Voor
Behandeling			
Busq	0.561	0.727	0.824
CV4	0.519	0.605	0.555
Schijn	0.687	0.806	0.820

Hierbij zijn de waardes log-normaal verdeel rondom dit 'gemiddelde'

Conclusie HF/LF

De conclusie die uit dit hoofdstuk getrokken kan worden betreft dat geen van de resultaten van de HF/LF-waarden significant zijn. Hierdoor kunnen we geen uitspraken doen over het effect van de CV4 of Busquet techniek ten aanzien van de HF/LF.