

Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures

Deel 2: Pilotstudie



Naam: Thijs Koopman en Wimilio Vink

Promotor: Natasia Nibte

“Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures”

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

1 November 2025

Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures

Deel 2: Pilotstudie



Naam en voornaam van de auteurs: Thijs Koopman & Wimilio Vink

Promotor / begeleider: Nathasia Nibte

Titel van de afstudeeropdracht: Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures

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

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

Ondertekend: NATHASIA NIBTE



Voorwoord

Thijs Koopman

Vallen en opstaan, zo zou ik de thesisfase, en eigenlijk de hele opleiding, willen omschrijven. Er waren momenten van uitdaging, maar dankzij de steun van de mensen om mij heen bleef ik altijd gemotiveerd om door te gaan.

Graag wil ik mijn familie: Gert-Jan, Katinga en Isa — & Sem bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun, geduld en aanmoediging gedurende mijn hele opleiding.

Ik heb het samenwerken en het klasgenoot zijn met Wimilio als erg prettig ervaren en hoop dat onze paden zich in de toekomst opnieuw kruisen.

Verder wil ik Nathasia bedanken voor de fijne en leerzame samenwerking tijdens de kliniekfase en nu tijdens de thesisfase. Ook wil ik alle docenten bedanken die hebben bijgedragen aan mijn groei, zowel persoonlijk als professioneel als osteopaat.

Wimilio Vink

Via deze weg wil ik iedereen bedanken in mijn periode van de thesisfase en ook de gehele opleiding. Alle leraren van College Sutherland voor de afgelopen jaren. Daarbij ook Ruben den Hartog als mijn stagebegeleider en voor het uitvoeren van ons onderzoek. Daarnaast ook Natasha voor de begeleiding tijdens onze thesisfase.

Het was enorm pittig zowel de thesis als de gehele opleiding. Maar dit alles was zeker niet voor niks. Ik kijk er enorm naar uit om mensen te gaan helpen als osteopaat.

Daarnaast bedank ik ook Thijs voor de mooie jaren tijdens de opleiding en het fijne samenwerken aan deze thesis. Zonder hem was het zeker een heel stuk lastiger geweest om dit uit te voeren.

Ook willen wij Pie Eijck bedanken, niet alleen voor de opzet van het onderzoek en zijn hulp tijdens de thesisfase, maar ook voor de manier waarop hij de opleiding net wat boeiender maakte.

Tot slot willen we alle deelnemers die hebben meegedaan aan dit onderzoek enorm bedanken. Zonder hen was dit onderzoek er niet geweest.

Inhoudsopgave

Voorwoord	
Samenvatting	8
Abstract	9
1. Inleiding	10
1.1 achtergrondinformatie	10
1.2 Doelstelling	10
1.3 Onderzoeksvraag	10
1.3.1 Deelonderzoeksvragen	11
1.3.2 Deelvragen	11
1.4 Hypothesen	11
1.4.1 Primaire hypothese	11
1.4.2 Secundaire Hypothese	12
1.5 Afbakening	12
1.6 Wetenschappelijke relevantie	12
2. Theoretisch kader en statistische onderbouwing	13
2.1 Keuze voor ANCOVA	13
2.2 Alternatieve analyses	18
2.3 Berekening van effectgrootte	18
2.4 Klinische relevantie van de VAS	19
2.5 Meerdere uitkomstmaten	19
3. Methode	21
3.1 Onderzoekdesign	21
3.2 Deelnemers	22

3.2.1 In- en exclusiecriteria	22
3.2.2 Rekrutering	23
3.2.3 Klinische diagnostiek en screening (VSG)	23
3.2.4 Informed consent	25
3.2.5 Steekproefgrootte	25
3.3 Randomisatie	26
3.4 Meetinstrumenten en meetmomenten	27
3.4.1 Pijn (VAS)	28
3.4.2 Spierlengte (SLR en AKE)	28
3.4.3 Spierkracht (Hand-held dynamometer)	28
3.5 Interventie	30
3.6 Statistische analyse	31
3.6.1 Datastructuur en voorbereiding	31
3.6.2 Verkennende data-analyse en aannames	31
3.6.3 Baseline (T0) – beschrijvende vergelijking	31
3.6.4 Keuze voor analyse methode	32
3.6.5 Aannames van standaardfouten	32
3.6.6 Rapportage van de resultaten	32
3.6.7 Documentatie	33
3.6.8 Analyse-instellingen in SPSS	33
4. Resultaten	35
4.1 Leeswijzer	35
4.2 Beschrijving van de steekproef	36
4.3 Pijn (VAS)	37
4.4 Spierlengte (SLR en AKE)	37

4.4.1 SLR	37
4.4.2 AKE	37
4.5 Spierkracht	37
4.5.1 Heupextensie 0°	37
4.5.2 Heupextensie 90°	37
4.5.3 Knieflexie 15°	38
4.5.4 Knieflexie 90°	38
4.6 Samenvatting van kwantitatieve resultaten	38
4.7 Rekrutering deelnemers	39
4.8 Uitvoerbaarheid van de meetprocedure	40
4.9 Beschikbaarheid van meetinstrumenten	40
5. Discussie	42
5.1 Discussie van de kwantitatieve resultaten	42
5.2 Beperkingen van het onderzoek	44
5.3 Discussie van de praktische uitvoerbaarheid	44
5.4 Beantwoording onderzoeksvraag	45
6. Aanbevelingen	48
6.1 Poweranalyse	48
6.2 Aanbevelingen aan de opleiding	50
6.3 Aanbevelingen aan studenten	50
7. Conclusie	54
Literatuurlijst	56
Bijlage A: Screeningsformulier	59
Bijlage B: Diagnostiek handleiding	60
Bijlage C: Informed consent	62

Bijlage D: Randomisatie-output	66
Bijlage E: Visual Analogue Scale (VAS)	66
Bijlage F: Inclinator/Goniometer	67
Bijlage G: Hand-held dynamometer (HHD)	69
Bijlage H: Registratieformulier	71
Bijlage I: Documentatieformulier	72
Bijlage J: Homogeniteit van regressie hellingen heup 90°	73
Bijlage K: Ruwe data	74

Samenvatting

Deze pilotstudie onderzocht de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van een onderzoek naar het effect van osteopathie bij sporters met een hamstringblessure van graad 1 of 2. De onderzoeksopzet volgde het model van Eijck (2025) en werd uitgevoerd over een periode van veertien dagen. Doel was om te beoordelen of de onderzoeksopzet praktisch uitvoerbaar was en of de eerste resultaten wijzen op een klinisch relevant effect.

De werving van deelnemers verliep vlot, zonder uitval of technische problemen, en alle metingen konden volgens plan worden uitgevoerd. De meetprocedure met vaste instructies en standaardposities bleek goed hanteerbaar binnen een praktijkomgeving. De verkregen gegevens waren volledig en geschikt voor statistische analyse.

De eerste resultaten suggereren dat osteopathie kan bijdragen aan vermindering van pijn bij sporters met een hamstringblessure. Tegelijkertijd vraagt de beperkte steekproefomvang en korte meetperiode om een voorzichtige interpretatie. De bevindingen tonen vooral aan dat de onderzoeksopzet haalbaar, uitvoerbaar en betrouwbaar is, en daarmee geschikt om op te schalen naar een grootschaliger vervolgonderzoek.

Op basis van deze pilot en de uitgevoerde poweranalyse wordt aanbevolen om in een vervolgonderzoek te werken met een grotere steekproef, met behoud van dezelfde onderzoeksopzet. Deze pilot biedt daarmee een betrouwbare basis voor verdere wetenschappelijke onderbouwing van het mogelijke effect van osteopathie bij hamstringblessures.

Abstract

This pilot study examined the feasibility and practicality of conducting research on the effect of osteopathy in athletes with grade 1 or 2 hamstring injuries. The research design followed the model of Eijck (2025) and was carried out over a period of fourteen days. The aim was to evaluate whether the study design was practically feasible and whether the preliminary results indicated a clinically relevant effect.

Participant recruitment progressed smoothly, with no dropouts or technical issues, and all measurements were completed as planned. The measurement procedure, which included standardized instructions and fixed positions, proved to be well manageable in a practical setting. The collected data were complete and suitable for statistical analysis.

The initial results suggest that osteopathy may contribute to pain reduction in athletes with hamstring injuries. At the same time, the limited sample size and short measurement period call for cautious interpretation. The findings mainly demonstrate that the research design is feasible, practical, and reliable, and therefore suitable to be scaled up into a larger follow-up study.

Based on this pilot study and the conducted power analysis, it is recommended that a follow-up study be performed with a larger sample size while maintaining the same research design. This pilot study thus provides a reliable foundation for further scientific substantiation of the potential effect of osteopathy in hamstring injuries.

Hoofdstuk 1 - Inleiding

1.1 Achtergrondinformatie

Hamstringblessures behoren tot een van de meest voorkomende sportblessures. De blessure komt vooral voor bij sporten waar veel gesprint wordt in combinatie met abrupte veranderingen van richting (Opar et al., 2012). Deze blessure leidt vaak tot langdurige revalidatie en een verhoogd risico op recidief (Zupančič & Marušič, 2024). De reguliere behandelmethoden richten zich veelal op de geblesseerde spier zelf, terwijl de osteopaat kijkt naar het gehele systeem waarvan de hamstring een onderdeel vormt. Alleen lokaal behandelen kan leiden tot onvoldoende herstel. De rol van osteopathie in het herstelproces van hamstringblessures is tot op heden beperkt onderzocht. Daarom richt deze thesis zich op het uitvoeren van een pilotstudie volgens de onderzoeksopzet beschreven in de voorafgaande studie Deel 1 (Eijck, 2025).

1.2 Doelstelling

Het doel van deze pilotstudie is om de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van de onderzoeksopzet te toetsen en inzicht te krijgen in de richting van mogelijke effecten van een osteopathische behandeling bij sporters met een graad 1–2 hamstringblessure. De studie kijkt primair naar veranderingen in pijn (Visual Analogue Scale; VAS) en secundair naar spierlengte (straight leg raise – active knee extension en active knee raise; SLR/AKE) en spierkracht (gemeten met een hand-held dynamometer; HHD) na 14 dagen. Op basis van de gevonden effectgroottes wordt een power analyse uitgevoerd om de benodigde steekproefomvang te schatten voor een grootschaliger vervolgonderzoek.

1.3 Onderzoeksvraag

In welke mate is de onderzoeksopzet, zoals beschreven in deel 1 van Eijck (2025), haalbaar en praktisch uitvoerbaar binnen de gestelde termijn, en wat is de richting van mogelijke effecten van een osteopathische behandeling op pijn, spierlengte en spierkracht bij sporters met een graad 1–2 hamstringblessure na 14 dagen?

1.3.1 Deelonderzoeksvragen

1. VAS (pijn): Wat is het verschil in verandering van de VAS-pijnscore tussen de osteopathiegroep en de controlegroep (geen behandeling) van T0 tot T1 (dag 14)?

2. Inclinator (spierlengte): Wat is het verschil in verandering van de spierlengte, gemeten met de hoeken van de SLR- en AKE-test (in graden met een digitale inclinometer), tussen de osteopathiegroep en de controlegroep van T0 tot T1 (dag 14)?

3. Hand-held dynamometer (kracht): Wat is het verschil in verandering van de spierkracht, gemeten met een hand-held dynamometer (HHD) bij knieflexie van 15° en 90° en bij heupextensie van 0° en 90°, tussen de osteopathiegroep en de controlegroep van T0 tot T1 (dag 14)?

1.3.2 Deelvragen

1. Rekrutering deelnemers: In welke mate is het haalbaar om binnen de onderzoeksperiode voldoende deelnemers te rekruteren die voldoen aan de inclusiecriteria?

2. Uitvoerbaarheid meetprocedure: In welke mate blijken de gekozen meetinstrumenten (VAS, inclinometer, HHD) praktisch toepasbaar, uitvoerbaar en goed reproduceerbaar binnen de pilotstudie?

3. Beschikbaarheid meetinstrumenten: In welke mate is het haalbaar om binnen de beschikbare middelen en onderzoekscontext te beschikken over de vereiste meetinstrumenten (VAS, digitale inclinometer en hand-held dynamometer) voor de uitvoering van de meetprocedure?

4. Aanbevelingen: Welke verbeterpunten en aanbevelingen komen op basis van de uitvoering van deze pilotstudie naar voren met het oog op een grootschaliger vervolgonderzoek?

1.4 Hypothesen

1.4.1 Primaire hypothese

De onderzoeksopzet, zoals beschreven in deel 1 (Eijck, 2025), is praktisch uitvoerbaar en haalbaar binnen de gestelde onderzoeksperiode (14 dagen tussen T0 en T1).

1.4.2 Secundaire hypothesen

De osteopathische behandeling kan leiden tot een grotere afname van pijn (VAS) en een toename van spierlengte (SLR/AKE) en spierkracht (HHD) in vergelijking met geen behandeling.

1.5 Afbakening

Deze pilotstudie richt zich expliciet op korte-termijn effecten (dag 14) bij sporters van 16–60 jaar met een graad 1–2 hamstringblessure. De behandeling wordt individueel afgestemd en gebaseerd op het klinisch redeneren van de osteopaat. Er wordt gemeten op pijn (VAS), spierlengte (SLR/AKE) en spierkracht (HHD). Graad 3-rupturen, postoperatieve casussen, actieve rode-vlagprofielen en deelnemers die gelijktijdig een nieuwe therapie starten, worden uitgesloten. Zowel unilaterale als bilaterale hamstringblessures worden in dit onderzoek meegenomen.

1.6 Wetenschappelijke relevantie

Hamstringblessures zijn verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de sportgerelateerde blessures, met hoge recidiefpercentages en aanzienlijke gevolgen voor sportprestaties en participatie. Ondanks de grote hoeveelheid onderzoek naar preventie en revalidatie blijft de focus grotendeels beperkt tot lokale spierinterventies en krachttraining. Er is tot op heden weinig bekend over de mogelijke bijdrage van osteopathische behandeling aan het herstelproces.

Deze pilotstudie vormt een eerste stap richting evidence-based onderbouwing van osteopathische interventies bij graad 1 en 2 hamstringblessures. De resultaten kunnen richtinggevend zijn voor vervolgonderzoek met grotere populaties en meerdere follow-ups, en kunnen tevens bijdragen aan de integratie van osteopathie binnen multidisciplinaire sport revalidatieprogramma's.

Hoofdstuk 2 - Theoretisch kader: statistische onderbouwing

In dit hoofdstuk wordt de keuze voor de statistische analysemethoden onderbouwd aan de hand van wetenschappelijke literatuur.

Het primaire doel van deze pilotstudie is het toetsen van de praktische haalbaarheid en uitvoerbaarheid van de onderzoeksopzet.

Het secundaire doel is het bepalen van de richting en grootte van mogelijke effecten van een osteopathische behandeling bij sporters met een graad 1–2 hamstringblessure en de benodigde steekproefomvang te kunnen schatten voor een toekomstige grootschalige interventiestudie.

De effectmaten zijn pijn (VAS), spierlengte (SLR/AKE) en spierkracht (HHD).

Aangezien dit een pilotstudie betreft met metingen op twee tijdstippen (T0 = nulmeting/baseline of , T1 = dag 14) en een vergelijking tussen een interventie - en controlegroep, is gekozen voor een covariantieanalyse (ANCOVA) als analysemethode. Deze keuze en de bijbehorende overwegingen worden hieronder toegelicht.

2.1 Keuze voor ANCOVA

In deze pilotstudie wordt gebruikgemaakt van een pretest-posttest ontwerp met twee meetmomenten:

- T0 (baseline): de eerste meting voor de start van de onderzoeksperiode
- T1 (dag 14): de tweede meting na afloop van de interventieperiode

Dit betekent dat bij iedere deelnemer de uitkomstmaten: pijn, spierlengte en spierkracht tweemaal zijn gemeten bij aanvang van het onderzoek (T0) en veertien dagen later (T1). Alleen deelnemers in de osteopathiegroep ontvangen in deze periode een behandeling en de controlegroep ontvangt geen interventie. Op die manier kan per deelnemer en per groep worden gekeken of er een verandering optreedt over de tijd en of die verandering verschilt tussen de osteopathie- en de controlegroep.

Bij dit type onderzoek (pretest-posttest ontwerp) zijn er verschillende manieren om de gegevens statistisch te analyseren:

1. Vergelijking van alleen de posttest-scores (T1):
Hierbij worden enkel de waarden na afloop van de onderzoeksperiode vergeleken tussen de groepen. Deze aanpak is eenvoudig, maar houdt geen rekening met eventuele verschillen die al bij aanvang (T0) bestonden. Daardoor kan een klein verschil in uitgangswaarden de resultaten vertekenen.
2. Vergelijking van de verandering ($\Delta = T1 - T0$):
Hierbij wordt voor iedere deelnemer het verschil tussen begin- en eindmeting berekend. Deze methode is eenvoudig te interpreteren, maar kan leiden tot verlies van statistische power, zeker bij kleine steekproeven. Ook corrigeert deze aanpak niet volledig voor ruis of meetfouten op baseline.
3. Vergelijking van posttest-scores met correctie voor baselineverschillen (ANCOVA):
Hierbij wordt de waarde op T1 geanalyseerd met correctie voor de uitgangswaarde op T0. De groepsindeling (osteopathie vs. controle) wordt meegenomen als onafhankelijke factor, en de baseline waarde (T0) als covariaat.

In deze studie is gekozen voor de derde methode: een univariate covariantieanalyse (ANCOVA). Hierbij wordt de posttest score (T1) per uitkomstmaat gebruikt als afhankelijke variabele, de groepsindeling (osteopathie vs. controle) als onafhankelijke factor, en de baseline waarde (T0) als covariaat.

De afhankelijke variabele is de uitkomst die gemeten wordt en waarvan verwacht wordt dat deze verandert door de behandeling (bijvoorbeeld de pijnscore op T1).

De onafhankelijke factor is de variabele die de onderzoeker vergelijkt in dit geval de groepsindeling: deelnemers die wel of geen osteopathische behandeling ontvingen.

De covariaat is een bijkomende variabele waarvan bekend is dat ze invloed kan hebben op de afhankelijke variabele, maar die niet centraal staat in de hypothese. Door de baseline waarde (T0) als covariaat op te nemen, wordt gecorrigeerd voor eventuele kleine verschillen tussen de groepen aan het begin van het onderzoek. Dit zorgt voor een zuiverdere schatting van het effect van de behandeling op T1.

Deze analysemethode wordt algemeen aanbevolen bij pretest-posttest ontwerpen (Vickers & Altman, 2001; O'Connell et al., 2017), omdat deze:

- corrigeert voor kleine toevallige verschillen in uitgangswaarden tussen groepen
- de statistische power vergroot, waardoor effecten nauwkeuriger kunnen worden geschat
- geschikt is voor studies met een kleine steekproefomvang, zoals bij een pilotstudie

Door deze correctie voor baseline verschillen kan het effect van de interventie op het tweede meetmoment (T1) zuiverder worden ingeschat, onafhankelijk van kleine verschillen in beginsituatie (T0) tussen de groepen.

Assumpties van het model

Voor het uitvoeren van de ANCOVA is gecontroleerd of de data voldeden aan de basisaannames van een lineair model. Een assumptie is een voorwaarde waarvan wordt uitgegaan om de betrouwbaarheid van een statistische toets te garanderen. Een lineair model is een statistische methode die uitgaat van een rechte (lineaire) relatie tussen de voorspellers (zoals de baseline waarde of groepsindeling) en de afhankelijke variabele (bijvoorbeeld de pijnscore op T1).

In het geval van de ANCOVA betekent dit dat de posttest score (T1) op een voorspelbare, lineaire manier samenhangt met de baseline waarde (T0), terwijl wordt gecorrigeerd voor de groepsindeling (osteopathie of controle).

De volgende aannames worden gecontroleerd:

- Normaliteit:

Voor een correcte uitvoering van de ANCOVA wordt verondersteld dat de verdeling van de afhankelijke variabele (bijvoorbeeld pijnscore op T1) binnen elke groep ongeveer normaal verdeeld is, dus zonder sterke scheefheid of uitschieters. Dit wordt gecontroleerd met de Shapiro–Wilk-test en visuele inspectie van Q–Q-plots. Een niet-significante uitkomst bij de Shapiro–Wilk-test ($p > 0,05$) en een puntenpatroon dat ongeveer de diagonale lijn volgt in de Q–Q-plot wijzen op een normale verdeling. Dit is belangrijk, omdat schending van de normaliteit de betrouwbaarheid van de p-waarden uit de ANCOVA-toets kan aantasten.

- Lineariteit:

De ANCOVA gaat uit van een rechte lijn (lineaire) relatie tussen de baseline waarde (T0) en de posttest score (T1), wat betekent dat de verandering tussen T0 en T1 in ongeveer een rechte lijn verloopt. Wanneer dit verband niet lineair is, kan de ANCOVA de effecten niet betrouwbaar schatten. Dit wordt gecontroleerd met een spreidingsdiagram waarin T0 en T1 tegen elkaar worden uitgezet. Wanneer de punten ongeveer een rechte lijn vormen, ondersteunt dit de lineariteits aanname. Een krom of onregelmatig patroon zou betekenen dat de relatie niet-lineair is, waardoor de ANCOVA geen betrouwbare schatting van het effect zou geven.

- Homogeniteit van varianties:

De spreiding van de scores (de mate waarin de waarden binnen elke groep variëren) dient vergelijkbaar te zijn tussen de groepen. Dit wordt getoetst met Levene's test. Een niet-significante uitkomst ($p > 0,05$) geeft aan dat de varianties gelijk zijn, wat noodzakelijk is om de groepsgemiddelden op een eerlijke manier te kunnen vergelijken. Wanneer deze aanname wordt geschonden, kan de kans op een type I-fout (ten onrechte een effect vinden) toenemen.

Omdat de ANCOVA een lineair model gebruikt, wordt vooraf gecontroleerd of de data voldeden aan de bijbehorende aannames. Deze controles zijn nodig om te verzekeren dat de resultaten betrouwbaar geïnterpreteerd kunnen worden (Field, 2018).

Homogeniteit van regressie hellingen

Naast de standaard aannames kent de ANCOVA een extra belangrijke voorwaarde: de homogeniteit van regressie hellingen. Deze aanname betekent dat het verband tussen de baseline score (T0) en de score na 14 dagen (T1) in beide groepen ongeveer hetzelfde moet verlopen.

Met andere woorden: als deelnemers die bij aanvang een hoge score hadden, ook na 14 dagen gemiddeld iets hoger blijven scoren, dan moet die relatie in de behandelde groep en in de controlegroep vergelijkbaar zijn. Als dat niet zo is, zou de correctie voor de baseline score niet meer eerlijk zijn en kan het gevonden effect van de behandeling vertekend raken (Field, 2018; Tabachnick & Fidell, 2019).

Om dit te controleren wordt tijdelijk de wisselwerking tussen groep en baseline waarde (groep \times T0) aan het model toegevoegd. Daarmee wordt getest of de relatie tussen T0 en T1 in beide groepen even sterk was. Wanneer deze wisselwerking niet significant is ($p > 0,05$), betekent dit dat de lijnen van beide groepen ongeveer even steil verlopen en dat de correctie voor baseline geldig is. Als deze wel significant is ($p < 0,05$), dan verschilt de relatie tussen T0 en T1 per groep, en is de ANCOVA minder betrouwbaar.

Toepassing binnen dit onderzoek

Kleine verschillen tussen de groepen op baseline zijn niet apart getoetst, omdat deze in een gerandomiseerd design als toevallig worden beschouwd en automatisch door de ANCOVA worden meegenomen (Field, 2018; Tabachnick & Fidell, 2019).

Significantieniveau

Voor alle analyses wordt een tweezijdig significantieniveau van $\alpha = 0,05$ gebruikt. Dit betekent dat er een kans van maximaal 5% wordt geaccepteerd om ten onrechte te concluderen dat er een verschil bestaat

tussen de groepen, terwijl dat in werkelijkheid niet zo is (een zogenoemde type-I-fout).

Er is gekozen voor een tweezijdige toets, omdat vooraf niet met zekerheid kon worden aangenomen dat de osteopathische behandeling een verbetering of juist een verslechtering zou veroorzaken, beide richtingen waren mogelijk.

De keuze voor $\alpha = 0,05$ is gebruikelijk binnen bio medisch en gedragswetenschappelijk onderzoek, omdat deze waarde een goede balans biedt tussen het vermijden van fout-positieve bevindingen en het behouden van voldoende gevoeligheid om echte effecten te detecteren (Field, 2018; Tabachnick & Fidell, 2019).

2.2 Alternatieve analyses

De primaire analyse werd uitgevoerd met ANCOVA om de groepsverschillen op dag 14 (T1) te beoordelen, gecorrigeerd voor baseline (T0).

Wanneer de data niet voldeden aan de aannames voor ANCOVA, werd de betreffende uitkomst niet verder statistisch getoetst, maar alleen descriptief weergegeven op basis van gemiddelde en standaarddeviaties. Deze aanpak werd toegepast om toch inzicht te geven in de richting van het effect, zonder onbetrouwbare statistische conclusies te trekken.

2.3 Berekening van effectgrootte

In dit onderzoek werden de resultaten van de statistische toetsen uitgedrukt met p-waarden, die aangeven of gevonden verschillen waarschijnlijk op toeval berusten.

Omdat p-waarden echter niets zeggen over de omvang of klinische betekenis van een verschil, zijn bij elke analyse ook effectgroottes berekend. Voor het pretest–posttest ontwerp met controlegroep in deze pilotstudie is de methode van Morris (2008) toegepast. Deze maat vergelijkt de verandering tussen beide groepen, gedeeld door de gezamenlijke standaarddeviatie van de baseline-meting (T0).

Omdat de steekproef relatief klein is, is de Hedges' g-correctie gebruikt om de lichte overschatting van de effectgrootte bij kleine aantallen te compenseren (Lakens, 2013).

Voor iedere uitkomstmaat wordt de effectgrootte samen met een 95%-betrouwbaarheidsinterval gerapporteerd. Dit maakt zichtbaar hoe precies de schatting is en in welke richting het effect zich beweegt.

Het combineren van p-waarden, effectgroottes en betrouwbaarheidsintervallen sluit aan bij de aanbevelingen van de APA-richtlijnen (2020) en verhoogt de transparantie en kwaliteit van de resultaten.

2.4 Klinische relevantie van de VAS

Om de klinische betekenis van veranderingen in pijn te beoordelen, werd de gevonden verandering in VAS-scores vergeleken met de Minimally Clinically Important Difference (MCID). De MCID is de kleinste verandering die voor patiënten merkbaar en relevant is.

Voor musculoskeletale pijn ligt de MCID op een 0–10 VAS doorgaans rond 1,3–1,5 punten (Kelly, 2001; Salaffi et al., 2004). Een verandering groter dan ~1,5 punt kan dus als klinisch relevant worden beschouwd.

Voor de uitkomstmaat: VAS, werd beoordeeld of de verandering in pijn groot genoeg was om klinisch merkbaar te zijn (meer dan 1,5 VAS-punt verschil), zodat duidelijk wordt of het gevonden effect niet alleen statistisch, maar ook voor de patiënt relevant is.

2.5 Meerdere uitkomstmaten

In deze pilotstudie worden drie uitkomstmaten onderzocht: pijn (VAS), spierlengte (SLR/AKE; digitale inclinometer) en spierkracht (HHD).

Hoewel deze studie primair gericht is op de haalbaarheid van de onderzoeksopzet, wordt de VAS-score als primaire uitkomstmaat gebruikt. Deze maat is gekozen omdat pijnverandering het meest directe en klinisch relevante effect weergeeft bij sporters met een hamstringblessure.

De metingen van spierlengte en spierkracht worden beschouwd als aanvullende, verkennende uitkomstmaten die inzicht geven in functionele veranderingen na behandeling.

Conform de CONSORT-extension voor pilot- en haalbaarheidsstudies (Eldridge et al., 2016) ligt de nadruk bij de rapportage niet op statistische significantie, maar op effect schattingen en 95%-betrouwbaarheidsintervallen. Dat sluit aan bij het doel van deze pilot: de uitvoerbaarheid van het onderzoeksontwerp toetsen en verkennend inzicht krijgen in de mogelijke richting en grootte van de effecten.

Hoofdstuk 3 - Methode

3.1 Onderzoeksdesign

Deze studie betreft een pilotstudie met twee onderzoeksgroepen: een interventiegroep die een osteopathische behandeling kreeg en een controlegroep die gedurende dezelfde periode geen behandeling kreeg. Het doel van deze pilot is om de haalbaarheid, reproduceerbaarheid en voorlopige effectiviteit van een osteopathische interventie bij graad 1–2 hamstringblessures te toetsen, als voorbereiding op een grootschaliger vervolgonderzoek.

De toewijzing aan osteopathie- of controlegroep vond plaats via computergebaseerde randomisatie (1:1-verhouding) voorafgaand aan de interventieperiode. De procedure en instellingen worden beschreven in §3.3.

De totale onderzoeksduur bedroeg veertien dagen, met metingen op twee tijdstippen: T0 (baseline; dag 1) en T1 (dag 14). Beide metingen werden uitgevoerd door dezelfde onderzoeker (W.V.), die niet betrokken was bij de behandeling. Dit verkleint de kans dat kennis van de behandeling de metingen onbewust beïnvloedt (observer bias).

De dataverwerking en statistische analyse werden uitgevoerd door een andere onderzoeker (T.K.), die eveneens niet bij de behandelingen betrokken was. Dit draagt bij aan een objectieve analyse en vermindert de kans op vertekening van de resultaten door verwachtingen over het beoogde effect (analysis bias).

Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode augustus–oktober 2025 in de praktijk OsteoDirect, waar de osteopathische behandelingen werden uitgevoerd door Ruben den Hartog MRO-DO.

Alle deelnemers werden vooraf schriftelijk geïnformeerd en gaven schriftelijke toestemming; de procedure voor informatievoorziening, toestemming en ethische onderbouwing wordt beschreven in §3.2.4.

De onderzoeksopzet is gebaseerd op het ontwerp van Eijck (2025), met aandacht voor methodologische haalbaarheid, klinische toepasbaarheid en gestandaardiseerde dataverzameling binnen osteopathisch onderzoek.

Deze onderzoeksopzet sluit aan bij de onderzoeksvragen, die zowel gericht zijn op de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van de onderzoeksopzet als op de voorlopige effecten van de interventie (VAS, SLR/AKE, HHD).

3.2 Deelnemers

3.2.1 In- en exclusiecriteria

In dit onderzoek zijn zowel unilaterale als bilaterale hamstringblessures opgenomen, aangezien beide frequent voorkomen bij sporters. Binnen de osteopathische benadering wordt elke blessure afzonderlijk onderzocht op onderliggende dysfuncties die mogelijk hebben bijgedragen aan het ontstaan van het letsel, ongeacht of dit aan één of beide zijden voorkomt. Het doel van de behandeling is in alle gevallen het bevorderen van herstel door de onderliggende oorzaak van de blessure aan te pakken en de functie van de aangedane structuren te optimaliseren.

Voor de gekozen uitkomstmaten (pijn, spierlengte en spierkracht) maakt het onderscheid tussen unilaterale en bilaterale blessures geen verschil, aangezien deze metingen gericht zijn op spierfunctie en pijnbeleving. Bij bilaterale blessures worden de metingen aan beide zijden uitgevoerd.

Inclusiecriteria

- leeftijd tussen 16 en 60 jaar
- klinisch vastgestelde hamstringblessure van graad 1 of 2
- bereidheid om deel te nemen aan beide meetmomenten (T0 en T1)

Exclusiecriteria

- graad 3-rupturen of postoperatieve casussen
- acute fase van de blessure (≤ 7 dagen na ontstaan)
- actieve rode-vlagprofielen
- gelijktijdige start van nieuwe therapieën of interventies

3.2.2 Rekrutering

De deelnemers voor dit onderzoek werden gerekruteerd via lokale sportnetwerken in de omgeving van Dodewaard. Personeel van sportscholen, fysiotherapiepraktijken en osteopathiepraktijken in de regio werden geïnformeerd over het onderzoek en gevraagd om potentiële kandidaten met een (vermoedelijke) hamstringblessure van graad 1–2 door te verwijzen. Daarnaast werden sportverenigingen benaderd om sporters met hamstringklachten door te sturen.

De rekrutering vond plaats gedurende een periode van twaalf weken (augustus – oktober 2025). De wervingsstrategie was hoofdzakelijk gericht op directe communicatie binnen sport- en paramedische netwerken, omdat verwacht werd dat dit de meest effectieve manier zou zijn om deelnemers te bereiken die voldeden aan de inclusiecriteria.

3.2.3 Klinische diagnostiek en screening (VSG)

Volgens de Richtlijn Diagnostiek en Behandeling van Hamstringblessures van de Vereniging voor Sportgeneeskunde (VSG, 2016) wordt de diagnose primair gesteld op basis van klinisch onderzoek (anamnese en lichamelijk onderzoek).

1. Aanmelding & screening (bijlage A).

Elke sporter met klachten aan de achterzijde van het dijbeen kon zich aanmelden. Voorafgaand aan inclusie werd gescreend aan de hand van een gestandaardiseerd screeningsformulier (bijlage A). De screening toetst of:

- de klacht van de patiënt voldoet aan de VSG-richtlijnen voor de diagnostiek van hamstringblessures
- de patiënt reeds is beoordeeld door een medisch specialist en hiervan is schriftelijk bewijs aanwezig
- de patiënt symptomen vertoont die duiden op de acute fase van een hamstringblessure

Wanneer de deelnemer niet door de voorlopige screening heen kwam, werd deelname aan de meting voorlopig uitgesloten.

2. Klinische diagnostiek

Indien geen voorafgaande medische diagnose beschikbaar was, werd een beknopt klinisch onderzoek uitgevoerd om te bevestigen dat de klachten afkomstig waren van de hamstringspieren. Patiënten die reeds een schriftelijke diagnose uit de reguliere zorg konden overleggen, werden direct toegelaten tot de studie, mits zij voldeden aan de screening criteria.

Dit onderzoek had een bevestigend en niet-diagnostisch doel, namelijk het identificeren van de pijnlocatie en de betrokken spiergroep om te bevestigen dat er sprake was van een hamstringblessure. De procedure werd uitgevoerd volgens de richtlijn van de Vereniging voor Sportgeneeskunde (VSG, 2016) (zie Diagnostiek-handleiding, bijlage B) en omvatte enkel de noodzakelijke onderdelen: inspectie en palpatie van de aangedane regio, pijnprovocatietesten ter lokalisatie van de blessure en een slump-test voor het uitsluiten van een neuropathie. Bij aanwijzingen voor een ernstig letsel, zoals verdenking op een volledige ruptuur of avulsie, of bij aanwezigheid van rode vlaggen, werd de deelnemer uitgesloten van deelname en indien nodig verwezen voor aanvullend onderzoek.

3. Gradering op klinisch beeld (graad 1–2).

Na bevestiging dat sprake was van een hamstringblessure, werd de ernst van het letsel klinisch ingeschat als graad 1 of 2 op basis van het klinische beeld en de bevindingen bij inspectie, palpatie en pijnprovocatie. De richtlijn van de Vereniging voor Sportgeneeskunde (VSG, 2016) beschouwt MRI als de gouden standaard voor ernstbepaling, maar geeft aan dat beeldvorming bij graad 1–2 in de regel niet noodzakelijk is.

Binnen deze pilotstudie is daarom gekozen voor een klinische gradering volgens de VSG-richtlijnen, zoals beschreven in Deel 1 (Eijck, 2025). De blessure werd geclassificeerd op basis van het klinisch beeld (anamnese, inspectie en palpatie).

Eerdere studies tonen een goede overeenkomst tussen klinische beoordeling en MRI-bevindingen (Verrall et al., 2001, 2003; Schneider-Kolsky et al., 2006), wat deze klinische gradering voldoende betrouwbaar maakt voor de indeling van de blessure in graad 1 of 2 binnen dit onderzoek.

3.2.4 Informed consent

Na beoordeling van het screeningsformulier en een voorlopige bevestiging van (in/exclusie) geschiktheid, werd de kandidaat per e-mail uitgenodigd voor deelname. In deze e-mail stond beknopte informatie over doel, duur en werkwijze van het onderzoek, met als bijlage het toestemmingsformulier (bijlage C).

Het toestemmingsformulier informeerde over: de vrijwillige aard van deelname, het recht om op elk moment te stoppen zonder consequenties, en de verwerking van gezondheidsgegevens conform de AVG (pseudonimisering, bewaartermijn, toegangsrechten en mogelijkheid van geanonimiseerde gegevensdeling).

Deelname vond pas plaats nadat het formulier ondertekend was teruggestuurd; daarmee bevestigde de deelnemer de informatie te hebben gelezen en begrepen, en gaf hij/zij expliciet toestemming voor deelname en gegevensverwerking.

Na ontvangst van het ondertekende toestemmingsformulier werd er een afspraak gemaakt voor klinische screening ter bevestiging van (in-/exclusie) geschiktheid (§3.2.3). Bij geschiktheid werd direct de baselinemeting (T0) uitgevoerd volgens §3.4, gevolgd door gerandomiseerde toewijzing aan de osteopathiegroep of controlegroep (zie §3.3). De osteopathiegroep ontving aansluitend een osteopathische behandeling volgens het klinisch oordeel van de osteopaat; de controlegroep ontving geen behandeling. Deze dag gold als startpunt van de 14-daagse periode; de tweede meting (T1) vond exact 14 dagen na T0 plaats.

Het onderzoek is uitgevoerd volgens de ethische principes van de Verklaring van Helsinki (World Medical Association, 2013). Omdat uitsluitend niet-invasieve handelingen zijn verricht en deelname volledig vrijwillig was, valt de studie niet onder de Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO).

3.2.5 Steekproefgrootte

Omdat het onderzoek is opgezet als een pilotstudie, werd gekozen voor een beperkte steekproefomvang van dertig deelnemers ($n = 30$), verdeeld

over twee groepen: een interventiegroep en een controlegroep. Deze opzet had tot doel de haalbaarheid, uitvoerbaarheid, meetbetrouwbaarheid en voorlopige effectiviteit van de onderzoeksopzet te toetsen.

De resultaten van dit pilotonderzoek kunnen worden gebruikt als basis voor de verdere ontwikkeling van een grootschaliger en statistisch krachtiger vervolgonderzoek naar de effecten van een osteopathische behandeling bij hamstringblessures. Deze werkwijze is in overeenstemming met de onderzoeksopzet beschreven in het onderzoek van Eijck (2025).

3.3 Randomisatie

De toewijzing van de deelnemers aan de twee onderzoeksgroepen vond voorafgaand aan de studie plaats via eenvoudige computergebaseerde randomisatie, uitgevoerd met behulp van de online tool Randomizer.org (www.randomizer.org). Daarbij werden dertig willekeurige getallen gegenereerd tussen 1 en 2, waarbij 1 overeenkwam met de controlegroep en 2 met de interventiegroep.

Omdat de deelnemers over een langere periode werden geïnccludeerd en niet gelijktijdig konden worden toegewezen, werd vooraf een vaste randomisatielijst opgesteld. De volgorde van deze lijst werd vervolgens chronologisch toegepast bij de instroom van nieuwe deelnemers

De uitkomst van deze randomisatie resulteerde direct in een gelijke verdeling van vijftien deelnemers per groep (1:1-verhouding), zonder dat vooraf instellingen konden worden aangepast of beïnvloed. Hierdoor had de onderzoeker geen enkele invloed op de uiteindelijke groepsindeling, wat de objectiviteit van de toewijzing waarborgde.

Gebruikte instellingen op www.randomizer.org:

- aantal sets: 30
- aantal getallen per set: 15
- bereik: 1–2
- uniek per set: nee
- sorteren: nee
- markeringen: uit

De uitkomst van de willekeurig gegenereerde set is opgenomen in: bijlage D.

Voor de statistische analyse is de dataset in SPSS gesorteerd op de groepscode zodat alle deelnemers met code 1 (controle) en 2 (osteopathie) per groep bij elkaar staan. De oorspronkelijke randomisatielijst (chronologische volgorde van toewijzing) en de toewijzing per deelnemer zijn onveranderd en opgenomen in bijlage D. Deze administratieve codering had geen invloed op de oorspronkelijke randomisatie of de analyse-uitkomsten.

3.4 Meetinstrumenten en meetmomenten

In dit onderzoek werden drie uitkomstmaten gebruikt: pijn, spierlengte en spierkracht. De meetprocedures en instrumenten zijn gelijk aan die uit de voorafgaande studie van Eijck (2025), waarin de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van deze metingen reeds zijn vastgesteld.

De VAS bleek een uitstekende betrouwbaarheid te hebben voor het meten van pijn (ICC = 0,97).

De digitale inclinometer toonde eveneens een hoge reproduceerbaarheid bij het meten van de spierlengte van de hamstrings (ICC > 0,90).

De hand-held dynamometer (HHD) liet een goede betrouwbaarheid zien voor het meten van de spierkracht (ICC ≈ 0,80–0,90).

De ICC (intraclass correlatiecoëfficiënt) is een maat voor de overeenstemming tussen herhaalde metingen; hoe dichter de waarde bij 1 ligt, hoe groter de meetbetrouwbaarheid.

Alle metingen werden uitgevoerd door dezelfde onderzoeker (W.V.), die niet betrokken was bij de behandeling. Dit verkleinde de kans op beoordelaars variatie, oftewel verschillen in meetresultaten die kunnen ontstaan wanneer meerdere personen dezelfde meting uitvoeren. Op deze manier werd de consistentie tussen de metingen vergroot en de objectiviteit behouden. De meetprocedure werd bij iedere deelnemer op dezelfde wijze uitgevoerd op twee meetmomenten: T0 (baseline; dag 1) en T1 (dag 14).

3.4.1 Pijn (VAS)

De pijnscores werden vastgelegd met behulp van een digitale Visuele Analoge Schaal (VAS) (bijlage E) van 0 tot 10, waarbij 0 overeenkwam met geen pijn en 10 met de meest hevige pijn. De deelnemer werd gevraagd de gemiddelde pijn die hij of zij ervoer tijdens dagelijkse activiteiten in de afgelopen 24 uur als referentie te gebruiken voor de VAS-score.

3.4.2 Spierlengte (SLR en AKE)

De spierlengte van de hamstring werd gemeten met twee testen:

- straight leg raise (SLR)
- active knee extension (AKE).

De hoek van beweging werd in graden gemeten met een digitale inclinometer (Physiomaster App; Baseline® Evaluation Instruments, Fabrication Enterprises Inc., NY, USA). De meting werd uitgevoerd in rugligging, waarbij het niet-geteste been in 0° heupextensie werd gefixeerd.

Bij de SLR-test werd het gestrekte been langzaam geheven tot het moment waarop rek of lichte pijn in de hamstrings werd aangegeven. Bij de AKE-test werd vanuit 90° heupflexie de knie zo ver mogelijk actief gestrekt. Per testpositie werden twee metingen verricht, die direct digitaal werden geregistreerd. De exacte meetpositie en uitvoering zijn weergegeven in bijlage F.

3.4.3 Spierkracht (Hand-Held Dynamometer)

De spierkracht van de hamstring werd gemeten met een hand-helddynamometer (HHD) (MicroFET2®, Hoggan Scientific, USA). De metingen werden uitgevoerd in twee posities:

- knieflexie bij 15° en 90°, in buikligging met de dynamometer op de dorsale zijde van de calcaneus net superior waar de achillespees aanhechting begint
- heupextensie bij 0° en 90° knieflexie, in buikligging met gestabiliseerde bekkenpositie. Bij 0 graden de dynamometer op de popliteus aan de dorsale zijde van het been. En bij 90 graden op de calcaneus op de plantaire zijde

Tijdens elke meting voerde de deelnemer gedurende drie seconden maximale kracht uit tegen de weerstand van de onderzoeker. Per testpositie werden drie metingen verricht, die direct digitaal werden geregistreerd. De meetopstellingen en posities zijn weergegeven in bijlage G.

Standaardisatie en nauwkeurigheid

Om de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de metingen te waarborgen:

- werden alle metingen uitgevoerd door één onderzoeker
- werd bij elke deelnemer dezelfde meetvolgorde en instructie gehanteerd
- werd de meetpositie exact gereproduceerd aan de hand van anatomische referentiepunten

Voor het nauwkeurig bepalen van de gewrichtshoeken tijdens de krachttesten werd gebruikgemaakt van een digitale goniometer (Physiomaster-app; zie bijlage F). Deze werd ingezet om de exacte graden van knie- en heup flexie vast te stellen bij het positioneren van de deelnemer voor de HHD-metingen, zodat iedere test onder identieke condities kon worden uitgevoerd.

Tijdens de testmomenten werden alle meetresultaten direct digitaal vastgelegd op gestandaardiseerde registratieformulieren (zie bijlage H). Deze digitale formulieren dienden als werkdocument voor de verdere verwerking van de gegevens. De resultaten werden vervolgens per testpositie samengebracht in een overzichtbestand (Microsoft Word) en daarna geïmporteerd in SPSS, waar de uiteindelijke statistische analyses werden uitgevoerd.

Vanaf het eerste moment van registratie werden alle deelnemers uitsluitend aangeduid met hun deelnemersnummer (bijvoorbeeld D01–D30). Namen of andere identificerende gegevens werden niet vermeld, zodat de dataset vanaf het begin volledig geanonimiseerd kon worden verwerkt in zowel Word als SPSS.

3.5 Interventie

Binnen dit onderzoek is ervoor gekozen om de osteopaat de vrijheid te geven om alle gangbare osteopathische technieken toe te passen, afgestemd op de individuele klachten en bevindingen tijdens het consult. Deze werkwijze komt overeen met de beschrijving in deel 1 van Eijck (2025), waarin de behandeling wordt uitgevoerd door een gediplomeerde en NRO-geregistreerde osteopaat (D.O.) op basis van klinisch redeneren.

De behandeling werd dus niet uitgevoerd volgens een vast protocol, maar afgestemd op het individuele klinische beeld van de deelnemer.

De interventie werd gebaseerd op de klinische bevindingen uit het ROOCS-onderzoeksmodel (College Sutherland Amsterdam, 2022). Op basis daarvan stelde de osteopaat een individueel behandelplan op.

De interventiegroep bestond uit vijftien deelnemers die een osteopathische behandeling ontvingen, uitgevoerd door Ruben den Hartog, MRO-DO. De toegepaste technieken varieerden per deelnemer, afhankelijk van de klinische bevindingen, en omvatten onder andere:

- HVLA-manipulaties (High-Velocity, Low-Amplitude)
- viscerale mobilisaties
- Muscle Energy Technique (MET)
- craniosacrale technieken
- myofasciale technieken
- venolymfatische technieken
- Sutherland-technieken

Na afloop van de behandeling kregen zowel de deelnemers in de osteopathie- als de controlegroep het advies om gedurende de daaropvolgende 14 dagen geen sport te beoefenen en geen rek- of strekoefeningen uit te voeren.

Alle relevante onderzoeksbevindingen en behandeltechnieken werden direct na afloop van de behandeling gedocumenteerd in een gestandaardiseerd documentatieformulier (zie bijlage I).

3.6 Statistische analyse in SPSS

3.6.1 Datastructuur en voorbereiding

Alle analyses zijn uitgevoerd met IBM SPSS Statistics, versie 31.0.1.0. De dataset is opgebouwd per deelnemer (één rij per persoon) met waarden op T0 (baseline) en T1 (dag 14). De variabele groep is gecodeerd als 1 = controle en 2 = osteopathie.

Per test positie zijn meerdere metingen uitgevoerd; van deze ruwe waarden werd per deelnemer het gemiddelde berekend en gebruikt voor de verdere statistische analyses. De aannames voor normaliteit, lineariteit en homogeniteit zijn echter getoetst op de ruwe data voordat de gemiddelde waarden werden berekend.

Er waren geen missende waarden; aanvullende methoden zoals imputatie of mixed models waren daarom niet nodig

3.6.2 Verkennende data-analyse en aannames

We hebben de data bekeken met beschrijvende statistiek, boxplots en Q–Q-plots.

Uitschieters: er werden geen extreme uitschieters gevonden. Enkele randwaarden pasten binnen het verwachte klinische bereik en zijn daarom meegenomen in de analyses.

Normaliteit: de verdeling was voor alle uitkomstmaten ongeveer normaal. Bij één AKE-meting op baseline was een lichte afwijking zichtbaar, die op de Q–Q-plots nauwelijks afweek van de diagonaal. Deze afwijking werd als acceptabel beschouwd, omdat de verdeling verder voldeed aan de assumpties voor ANCOVA.

3.6.3 Baseline (T0) – beschrijvende vergelijking

De T0-waarden zijn beschrijvend vergeleken (gemiddelde en SD) tussen de groepen. Zoals gebruikelijk bij gerandomiseerde onderzoeken zijn er geen statistische tests op baseline gedaan. De T0-gemiddelden lagen dicht bij elkaar; de groepen waren bij de start vergelijkbaar.

3.6.4 Keuze van de analysemethode

Voor elke uitkomst is een ANCOVA gedaan met:

- T1 als uitkomst
- groep (osteopathie vs. controle) als factor
- T0 als covariaat (correctie voor de baseline score)

Waarom ANCOVA?

Deze aanpak corrigeert voor kleine verschillen bij de start en is bij kleine groepen beter dan alleen T1 vergelijken of verschilcores gebruiken.

3.6.5 Aannames en standaardfouten

Vooraf is gekeken naar drie punten:

- lineair verband tussen T0 en T1: aanwezig (op basis van correlaties en scatterplots)
- gelijke varianties tussen groepen: De homogeniteit van varianties werd beoordeeld met de Levene-test. Wanneer de varianties niet volledig gelijk waren, werden de analyses uitgevoerd met HC3-robuste standaardfouten (SPSS-instelling), om de schattingen stabiel te maken bij kleine groepen. Deze correctie werd bij alle analyses toegepast om de betrouwbaarheid van de resultaten te vergroten
- homogeniteit van regressie hellingen (de relatie T0→T1 moet in beide groepen ongeveer gelijk lopen). Dit klopte voor alle uitkomsten, behalve bij HHD_HE90. Daarom is HHD_HE90 niet met ANCOVA geanalyseerd maar alleen descriptief (T0 en T1 per groep)

3.6.6 Rapportage van de resultaten

Per uitkomst rapporteren we het gecorrigeerde verschil tussen de groepen op T1 (B), het 95%-betrouwbaarheidsinterval (95%-BI) en de tweezijdige p-waarde ($\alpha = 0,05$).

De p-waarde geeft aan hoe waarschijnlijk het is om zulke resultaten te vinden als er in werkelijkheid geen verschil bestaat tussen de groepen (de aanname van geen effect).

- is de p-waarde laag ($p < 0,05$), dan zijn de resultaten onwaarschijnlijk als er echt geen verschil zou zijn. We spreken dan van een statistisch significant verschil
- is de p-waarde hoog ($p \geq 0,05$), dan kunnen de resultaten goed door toeval worden verklaard, en is er geen statistisch bewijs voor een verschil tussen de groepen

Een lage p-waarde betekent echter niet automatisch dat het verschil ook groot of klinisch belangrijk is. Daarom rapporteren we altijd ook de waarde B en het 95%-BI.

- ligt het 95%-BI niet over 0 heen, dan wijst dat op een werkelijk verschil tussen de groepen
- ligt het wel over 0, dan blijft zowel “wel” als “geen effect” mogelijk binnen de onzekerheidsmarge

Omdat dit een pilotstudie is, ligt de nadruk op effectschattingen en betrouwbaarheidsintervallen, niet op harde ja/nee-conclusies. Voor alle uitkomstmaten (VAS, SLR/AKE en HHD) wordt daarnaast een effectgrootte berekend die past bij dit onderzoeksontwerp (Cohen's d volgens Morris, met Hedges'-correctie) inclusief een 95%-BI.

3.6.7 Documentatie

Alle controle plots en SPSS-tabellen zijn bewaard en op verzoek beschikbaar. In de resultaten lichten we alleen HHD_HE90 apart toe, omdat dit de enige uitkomst was waarbij een aanname niet klopte (zie bijlage J); daarom is die alleen beschrijvend weergegeven. De ruwe data en alle afkortingen staan overzichtelijk in bijlage K. De overige uitkomsten voldeden aan de aannames en zijn volgens de standaard ANCOVA gerapporteerd.

3.6.8 Analyse-instellingen in SPSS

Alle ANCOVA's zijn uitgevoerd via IBM SPSS Statistics (Analyse → General Linear Model → Univariate).

De instellingen waren als volgt:

- dependent Variable: T1-score van de betreffende uitkomst (bijv. VAS_T1, SLR_mean_T1, ...)
- fixed Factor(s): Groep (osteopathie vs. controle)

- covariate(s): T0-score van dezelfde uitkomst (bijv. VAS_T0, SLR_mean_T0, ...)
- model: main effects van Groep en T0; tijdelijk ook Groep × T0 toegevoegd om homogeniteit van regressiehellingen te toetsen.
 - bij $p \geq 0,05$ is de definitieve ANCOVA uitgevoerd zonder interactieterm
 - bij $p < 0,05$ (alleen HHD heupextensie 90°) is geen ANCOVA gedaan, maar enkel een descriptieve rapportage
- options:
 - descriptive statistics ✓
 - estimates of effect size (partial η^2) ✓
 - homogeneity tests (Levene) ✓
 - parameter estimates with robust standard errors (HC3) ✓
 - confidence intervals 95%, $\alpha = 0,05$

Hoofdstuk 4 - Resultaten

4.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk worden de resultaten per uitkomstmaat gepresenteerd. De analyses zijn uitgevoerd met een univariate ANCOVA, waarbij T1 (dag 14) de afhankelijke variabele was, de groepsindeling (osteopathie vs. controle) de factor, en T0 (baseline) de covariaat.

Per uitkomst wordt gerapporteerd:

- het gecorrigeerde groepsverschil op T1 (B; osteopathie – controle)
- het 95%-betrouwbaarheidsinterval (95%-BI)
- de tweezijdige p-waarde ($\alpha = 0,05$)
- en de partial η^2 als maat voor de effectgrootte

De T1-gemiddelden (M, SD) van beide groepen worden voorafgaand aan de ANCOVA-resultaten weergegeven.

Interpretatie van de richting

- VAS (pijn, 0–10): lagere waarde betekent minder pijn → een negatieve B is gunstig voor de osteopathiegroep
- SLR/AKE (spierlengte, graden) en HHD (kracht, Newton): hogere waarden betekent betere functie → een positieve B is gunstig voor de osteopathiegroep

Betekenis van de cijfers

- B: geeft aan hoeveel de groepen op T1 van elkaar verschillen, na correctie voor T0 (richting én grootte van het effect)
- 95%-BI: toont de precisie van deze schatting. Als het interval niet over 0 heen gaat, past dat bij een echt groepsverschil; als het wel over 0 heen gaat, zijn zowel “wel” als “geen verschil” nog mogelijk
- p-waarde: geeft aan hoe waarschijnlijk het is om zulke resultaten te vinden als er in werkelijkheid geen verschil tussen de groepen bestaat
 - een lage p-waarde ($p < 0,05$) betekent dat de kans klein is dat het gevonden verschil door toeval komt → statistisch significant

- een hoge p-waarde ($p \geq 0,05$) betekent dat het verschil ook goed door toeval verklaard kan worden → geen statistisch bewijs voor een verschil
- partial η^2 : geeft de sterkte van het effect weer. Richtwaarden: .01 = klein, .06 = middel, .14 = groot

Omdat dit een pilotstudie is, ligt de nadruk op de richting en grootte van de effecten (effect schattingen en betrouwbaarheidsintervallen), niet op strikte ja/nee-beslissingen.

Aannames en uitzonderingen

De controles op normaliteit, variantie en homogeniteit van regressie hellingen zijn beschreven in hoofdstuk 3. Alle aannames zijn vervuld, behalve bij HHD heupextensie 90°, waar de hellingen niet gelijk liepen tussen de groepen. Deze uitkomst wordt daarom uitsluitend descriptief weergegeven (T0 en T1 per groep), zonder p-waarde of B.

Afkortingen

VAS	= Visual Analogue Scale (pijn, 0–10)
SLR	= Straight Leg Raise (spierlengte)
AKE	= Active Knee Extension (spierlengte)
HHD	= Hand-Held Dynamometer (spierkracht)
BI	= Betrouwbaarheidsinterval
B	= Gecorrigeerd groepsverschil (ANCOVA-coëfficiënt)
n	= Aantal deelnemers
F	= F-waarde (teststatistiek uit ANCOVA)
p	= Kanswaarde (significantieniveau)
η^2	= Partial eta-squared (effectgrootte)
M	= Gemiddelde (mean)
SD	= Standaarddeviatie
°	= Graden (hoekmaat bij SLR/AKE-metingen)

4.2 Beschrijving van de steekproef

In totaal deden 30 deelnemers mee aan het onderzoek (controle n = 15; osteopathie n = 15). Alle metingen op T0 en T1 zijn volledig ingevuld (0% missend). De baseline scores (T0) lagen dicht bij elkaar, wat erop wijst dat de verdeling tussen de groepen goed was.

4.3 Pijn (VAS)

Resultaat. $F(1,27) = 19.55$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .42$.

Ruwe T1: osteopathie M = 3.53 (SD = 1.30) vs controle M = 4.27 (SD = 1.10).

B = -1.34, 95%-BI [-2.37, -0.32], p = .012.

4.4 Spierlengte (SLR en AKE)

4.4.1 SLR

Resultaat. $F(1,27) = 206.14$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .88$.

Ruwe T1: osteopathie M = 77.47° (SD = 7.63) vs controle M = 66.93° (SD = 8.32).

B = +12.63°, 95%-BI [+10.72, +14.53], p < .001.

4.4.2 AKE (*Levene p < .001; HC3 relevant*)

Resultaat. $F(1,27) = 78.97$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .75$.

Ruwe T1: osteopathie M = 54.10° (SD = 7.99) vs controle M = 41.57° (SD = 6.41).

B = +8.71°, 95%-BI [+6.72, +10.71], p < .001.

4.5 Spierkracht (HHD)

4.5.1 Heupextensie 0°

Resultaat. $F(1,27) = 146.81$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .85$.

Ruwe T1: osteopathie M = 162.44 N (SD = 18.26) vs controle M = 150.76 N (SD = 29.16).

B = +14.42 N, 95%-BI [+11.88, +16.96], p < .001.

4.5.2 Heupextensie 90°

Bij deze meting verliep het verband tussen T0 en T1 niet op dezelfde manier in beide groepen. Daarom is hier geen ANCOVA uitgevoerd, maar zijn de gemiddelden alleen beschrijvend weergegeven.

T0: controle M = 170.04 N (SD = 29.87) | osteopathie M = 173.93 N (SD = 22.56)

T1: controle M = 176.93 N (SD = 28.63) | osteopathie M = 197.21 N (SD = 26.51)

Vershil T1-T0: +6.89 N (controle) vs. +23.28 N (osteopathie).

4.5.3 Knieflexie 15°

Resultaat. $F(1,27) = 63.12$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .70$.

Ruwe T1: osteopathie M = 330.13 N (SD = 47.47) vs controle M = 299.85 N (SD = 43.86).

B = +20.88 N, 95%-BI [+15.11, +26.65], $p < .001$.

4.5.4 Knieflexie 90°

Resultaat. $F(1,27) = 39.76$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .60$.

Ruwe T1: osteopathie M = 281.92 N (SD = 38.24) vs controle M = 275.39 N (SD = 41.52).

B = +18.33 N, 95%-BI [+10.54, +26.13], $p < .001$.

4.6 Samenvatting van kwantitatieve resultaten

Samenvatting ANCOVA-resultaten per uitkomstmaat

(B = osteopathie – controle)

Uitkomstmaat	B (gecorrigeerd)	95%-BI	p-waarde	partial η^2
VAS (pijn)	-1.34	[-2.37, -0.32]	.012	.42
SLR (°)	+12.63	[+10.72, +14.53]	< .001	.88
AKE (°) *	+8.71	[+6.72, +10.71]	< .001	.75
HHD heupextensie 0° (N)	+14.42	[+11.88, +16.96]	< .001	.85
HHD knieflexie 15° (N)	+20.88	[+15.11, +26.65]	< .001	.70
HHD knieflexie 90° (N)	+18.33	[+10.54, +26.13]	< .001	.60

Rapportage:

B = osteopathie – controle.

Bij VAS (lager = beter) is een negatieve B gunstig.

Bij SLR, AKE en HHD (hoger = beter) is een positieve B gunstig.

HC3-correctie:

In alle ANCOVA's zijn robuuste standaardfouten (HC3) gebruikt. Deze instelling in SPSS maakt de berekeningen minder gevoelig voor ongelijke varianties tussen groepen, wat vooral bij kleine steekproeven belangrijk is. De waarden in de tabel zijn gebaseerd op deze aangepaste standaardfouten.

AKE:

Bij de AKE-test was de Levene-toets significant ($p < .001$), wat wijst op ongelijke varianties. Daarom is hier de HC3-correctie extra van belang. De relatie tussen T0 en T1 verliep verder gelijk in beide groepen (aanname voldaan).

HHD heupextensie 90°:

Deze meting staat niet in de tabel, omdat de relatie tussen T0 en T1 in de twee groepen niet gelijk was ($p = .019$).

Daarom zijn alleen de gemiddelden weergegeven:

T0: controle 170.04 (SD = 29.87) | osteopathie 173.93 (SD = 22.56)

T1: controle 176.93 (SD = 28.63) | osteopathie 197.21 (SD = 26.51)

Verandering (T1–T0): +6.89 N (controle) vs. +23.28 N (osteopathie).

Er is hiervoor geen statistische toets gedaan.

4.7 Rekrutering deelnemers

Over een periode van twaalf weken (augustus–oktober 2025) zijn dertig sporters onderzocht: vijftien in de controlegroep en vijftien in de interventiegroep. De werving verliep via bestaande netwerken in sportverenigingen en in fysiotherapie- en osteopathiepraktijken. Daarnaast werden enkele deelnemers bereikt via persoonlijke doorverwijzingen van osteopaten en sportinstructeurs. Sociale media zijn bewust niet ingezet, omdat het beoogde aantal deelnemers binnen de gestelde termijn kon worden gehaald via directe contacten. Alle kandidaten zijn gescreend volgens de vooraf vastgelegde in- en exclusiecriteria en hebben schriftelijk informed consent gegeven. Er traden geen uitvallers op: alle deelnemers ronden zowel T0 als T1 volledig af, en de T1-metingen vonden, conform de onderzoeksopzet, exact 14 dagen na T0 plaats.

Antwoord op deelvraag 1: Binnen de geplande periode was de rekrutering van voldoende deelnemers goed haalbaar. De doelomvang werd tijdig en volledig gerealiseerd, zonder uitval. Alle dertig deelnemers voldeden aan

de vooraf vastgestelde in- en exclusiecriteria, die tijdens de screening zorgvuldig werden gecontroleerd.

4.8 Uitvoerbaarheid van de meetprocedure

Voorafgaand aan de dataverzameling zijn enkele testrondes gedaan om de volgorde en positionering te verfijnen. Tijdens de daadwerkelijke metingen werd gewerkt met één onderzoeker, vaste instructies, herhaalbare positionering en zonder verbale aanmoediging. Zo werd beoordelaars variatie beperkt en bleven de omstandigheden tussen deelnemers vergelijkbaar. Een meetsessie duurde gemiddeld dertig minuten. Alle vervolgmetingen op dag 14 konden binnen het geplande tijdsvenster plaatsvinden; er deden zich geen technische storingen of afwijkingen van de onderzoeksopzet voor. Tijdens de metingen zijn per test positie twee tot drie herhalingen uitgevoerd. Van deze herhalingen werd per deelnemer het gemiddelde berekend; deze gemiddelde waarden zijn vervolgens gebruikt in de statistische analyses. De controle van de model uitkomsten en aannames (zie §3.6) liet geen bijzonderheden zien, behalve bij HHD heupextensie 90°, waar één aanname werd geschonden. Deze uitkomst is daarom alleen beschrijvend weergegeven.

Antwoord op deelvraag 2: de meetprocedure bleek in deze pilot goed uitvoerbaar binnen de geplande tijd en omstandigheden. Alle metingen konden volgens de onderzoeksopzet worden uitgevoerd zonder technische problemen of uitval. De gekozen meetinstrumenten (VAS, digitale inclinometer en hand-held dynamometer) bleken praktisch goed toepasbaar en boden voldoende nauwkeurigheid binnen de klinische setting. Door te werken met een vaste onderzoeker en duidelijke instructies was de uitvoering goed herhaalbaar. De standaardisatie van houding, volgorde en instructie zorgde ervoor dat de metingen betrouwbaar konden worden vergeleken tussen deelnemers.

4.9 Beschikbaarheid van meetinstrumenten

Gedurende het hele onderzoek waren de benodigde instrumenten beschikbaar. De VAS is digitaal afgenomen en leverde geen praktische belemmeringen op. De digitale inclinometer (app-gebaseerd) functioneerde goed; de digitale goniometer (app-gebaseerd) bood een betrouwbare controle op de gewenste posities en droeg bij aan de consistentie van de metingen. De hand-held dynamometer vergde vooraf

wat meer organisatie. Er is eerst onderzocht of via professionele partijen (zoals de clubarts van AFC Ajax en een vertegenwoordiger van de KNVB) tijdelijk apparatuur kon worden geleend, maar dat bleek logistiek niet haalbaar binnen de tijdsplanning. Uiteindelijk is de HHD via een bekende therapeut geregeld. Gedurende de meetperiode traden geen storingen op en konden alle geplande metingen volgens de onderzoeksopzet worden uitgevoerd.

Antwoord op deelvraag 3: Binnen de beschikbare middelen en onderzoekscontext was het goed haalbaar om over alle vereiste meetinstrumenten te beschikken. De digitale VAS en de digitale inclinometer/goniometer waren direct inzetbaar en leverden geen praktische belemmeringen op. Voor de hand-held dynamometer was vooraf extra organisatie nodig; uiteindelijk werd deze via een bekende therapeut beschikbaar gesteld. Alle instrumenten waren gedurende de gehele onderzoeksperiode aanwezig en bruikbaar volgens planning.

Hoofdstuk 5 - Discussie

5.1 Discussie van de kwantitatieve resultaten

Pijn (VAS)

Na twee weken liet de osteopathiegroep een duidelijke afname van pijn zien vergeleken met de controlegroep ($B = -1.34$; 95%-BI $[-2.37, -0.32]$; $p = .012$). Het verschil ligt rond de grens die vaak wordt gebruikt als “klinisch merkbaar” bij musculoskeletale pijn. Dat betekent dat veel sporters deze verbetering waarschijnlijk echt voelen. Omdat het onderzoek maar twee weken duurde, weten we nog niet of het effect op langere termijn blijft bestaan.

Antwoord op deelonderzoeksvraag 1:

Voorlopig ja: de VAS-score van de osteopathiegroep verlaagde binnen 14 dagen ten opzichte van de controle groep ($B = -1.34$; 95%-BI $[-2.37, -0.32]$; $p = .012$).

Spierlengte (SLR en AKE)

De spierlengte nam toe in de osteopathiegroep. Voor de SLR-test nam de hoek gemiddeld met $12,6^\circ$ toe ($B = +12.63^\circ$; 95%-BI $[+10.72, +14.53]$; $p < .001$), wat een groot effect is. Ook bij de AKE-test was de toename duidelijk ($B = +8.71^\circ$; 95%-BI $[+6.72, +10.71]$; $p < .001$). Bij AKE bleek de variantie tussen de groepen niet helemaal gelijk (Levene $p < .001$). Dat maakt de spreiding wat gevoeliger, maar door een robuuste berekening (HC3) bleef het effect betrouwbaar. De grotere spreiding lijkt te komen door verschillen tussen sporters, bijvoorbeeld in blessure graad, trainingsbelasting of beginpunt. Ondanks die variatie was de gemiddelde vooruitgang in spierlengte duidelijk positief.

Antwoord op deelonderzoeksvraag 2:

Voorlopig ja: De osteopathiegroep vertoont een grotere verandering van de spierlengte, gemeten met de hoeken van de SLR- en AKE-test ten opzichte van de controle groep. SLR $B = +12.63^\circ$ en AKE $B = +8.71^\circ$ (beide $p < .001$).

Spierkracht (HHD)

Bij de metingen van spierkracht was in drie van de vier test posities een positief effect bij de osteopathiegroep ($HE0^\circ$, $KF15^\circ$, $KF90^\circ$; partial $\eta^2 =$

.60–.85). Dat wijst erop dat de spierkracht binnen twee weken toenam, ook na correctie voor de baseline score.

Alleen bij heupextensie in 90° buiging (HE90) zijn de resultaten descriptief beschreven. Daar was de relatie tussen baseline score en eindscore niet gelijk in beide groepen (Groep × T0 $p = .019$). Daardoor kon deze meting niet met ANCOVA worden geanalyseerd. De resultaten zijn daarom alleen beschrijvend weergegeven: gemiddeld nam de spierkracht in de osteopathiegroep toe met 23,3 N, tegenover 6,9 N in de controlegroep.

Dit zou verklaard kunnen worden doordat deze positie gevoeliger is. Bij 90° heupflexie verandert de momentarm en wordt bekken stabiliteit belangrijker. Kleine verschillen in houding, kniehoek of contactpunt van de dynamometer kunnen dan grote invloed hebben. Ook ademhaling, co-contractie van de romp en de manier van tegenhouden door de onderzoeker kunnen variatie geven. In een kleine pilot kan dat snel doorwerken in de resultaten.

Antwoord op deelonderzoeksvraag 3:

Voorlopig ja: de spierkracht van de osteopathiegroep nam toe ten opzichte van de controlegroep, op drie van de vier posities (HE0° +14.,42 N, KF15° +20,88 N, KF90° +18,33 N; alle $p < .001$). HE90 liet een vergelijkbaar patroon zien, maar is alleen beschrijvend gerapporteerd.

Verband AKE (Levene) en HE90 (interactie)

Bij zowel AKE als HE90 zagen we meer variatie tussen deelnemers. Bij AKE kwam dat vooral door ongelijkheid in spreiding tussen groepen; bij HE90 door een verschil in verband tussen baseline- en eindscore. In beide gevallen kan dit te maken hebben met kleine verschillen in houding, fixatie of uitvoering. Bij AKE kon dit goed worden opgevangen in de analyse (HC3-correctie), maar bij HE90 was aanpassing van de analysemethode nodig om de resultaten descriptief te beoordelen.

Deelonderzoeksvraag versus ANCOVA-antwoord

Deelvragen zijn geformuleerd in termen van verandering ($\Delta = T1 - T0$). Wanneer de aanname van gelijke regressie hellingen klopt, geeft een ANCOVA op T1 met T0 als covariaat hetzelfde antwoord, maar met minder ruis. Alleen bij HE90 gold die aanname niet, waardoor daar is gekozen voor een beschrijvende rapportage.

5.2 Beperkingen van het onderzoek

Deze pilotstudie kent enkele beperkingen die bij de interpretatie van de resultaten in acht moeten worden genomen.

Ten eerste was de steekproefomvang klein ($n = 30$), waardoor de statistische power beperkt is en kleinere of subtielere effecten mogelijk onopgemerkt zijn gebleven. De resultaten moeten daarom vooral worden gezien als indicatief en niet als definitief bewijs.

Daarnaast ontbrak een sham of placebo behandeling, waardoor niet kan worden uitgesloten dat een deel van de waargenomen verbetering bij de uitkomstmaten, zoals pijn, het gevolg is van verwachtingseffecten of verhoogde aandacht voor de interventiegroep. Dit is echter gebruikelijk en methodologisch aanvaardbaar binnen een pilotstudie, waarin de nadruk primair ligt op haalbaarheid en uitvoerbaarheid, niet op het aantonen van effectiviteit.

Een derde beperking betreft de naleving van het hersteladvies. Zowel de interventiegroep als de controlegroep kregen het advies om gedurende de veertien dagen tussen T0 en T1 geen sport te beoefenen en geen rek- of strekoefeningen uit te voeren. De naleving hiervan kon echter niet objectief worden gecontroleerd. Variaties in dagelijkse belasting, herstel gedrag of leefstijl kunnen daardoor subtiel hebben bijgedragen aan de resultaten.

Verder varieerden de toegepaste osteopathische technieken per deelnemer. Hoewel dit past binnen de klinische realiteit van de osteopathische praktijk, vermindert het de reproduceerbaarheid van de interventie

Tot slot voldeed een meting (HHD heupextensie 90°) niet aan de statistische aannames, waardoor deze slechts beschrijvend kon worden gerapporteerd. De korte onderzoeksduur (14 dagen) beperkt bovendien de mogelijkheid om uitspraken te doen over de duurzaamheid van de effecten op langere termijn.

5.3 Discussie van de praktische uitvoerbaarheid

Rekrutering

Dat $n=30$ binnen 12 weken en 0% uitval werd gerealiseerd, is

bemoedigend voor opschaling voor een (groter) vervolgonderzoek. Voor dit vervolgonderzoek kan de instroom efficiënter met een gestandaardiseerde online pre-screening (QR-link, korte vragenlijst) en centrale aanmeld flow. De rekrutering verliep binnen de geplande twaalf weken succesvol, zonder uitval. Dit wijst erop dat de inclusiecriteria en wervingsstrategie praktisch uitvoerbaar zijn binnen een beperkte onderzoeksperiode. Voor een grootschaliger vervolgonderzoek lijkt dit rekruteringsmodel daarom haalbaar zonder aanpassingen in tijdsduur of methodiek.

Uitvoerbaarheid van de meetprocedure

een onderzoeker, vaste instructies, twee tot drie herhalingen en een goniometer-check leverden 0% missende waarden en consistente condities op. Dit ondersteunt dat de onderzoeksopzet in een praktijksetting goed uitvoerbaar is. Bij zowel AKE als HE90 werd echter meer variatie tussen deelnemers gezien. Bij AKE kwam dit vooral door een ongelijke spreiding tussen de groepen; bij HE90 door een verschil in het verband tussen baseline- en eindscore. Hoewel deze variatie grotendeels analytisch kon worden opgevangen, vraagt dit in toekomstige studies om extra zorgvuldigheid bij houding, fixatie en uitvoering. Tegelijkertijd is een deel van deze variatie waarschijnlijk toe te schrijven aan factoren die niet aan de onderzoeker te wijten zijn, zoals individuele verschillen in spieractivatie, co-contractie of stabiliteit tijdens de meting. Voor opschaling loont het daarom om de standaardisatie visueel vast te leggen (foto's of markers) en een verwerpingsregel te hanteren bij uiteenlopende herhalingen.

Beschikbaarheid van meetinstrumenten

VAS en inclinometer/goniometer waren continu beschikbaar. De HDD vereiste meer afstemming vooraf, maar bleek continu inzetbaar. Voor een grotere studie is het verstandig de afhankelijkheid te minimaliseren.

5.4 Beantwoording onderzoeksvraag

De onderzoeksopzet van Eijck (2025) bleek in deze pilotstudie goed uitvoerbaar en haalbaar binnen de geplande periode van veertien dagen. Binnen twaalf weken konden dertig sporters met een graad 1–2 hamstringblessure worden gerekruteerd, zonder uitval of praktische problemen. Alle metingen op T0 en T1 zijn volledig afgerond, wat laat zien

dat het onderzoek in de praktijk goed uitvoerbaar was. Er deden zich geen technische storingen of andere problemen voor, en geen van de deelnemers meldde bijwerkingen of klachten na de behandeling.

De meetprocedure verliep soepel. Doordat één onderzoeker alle metingen uitvoerde met vaste instructies en een consequente houding, konden de resultaten betrouwbaar worden verzameld. De gebruikte meetinstrumenten (VAS, inclinometer/goniometer en hand-held dynamometer) functioneerden goed en leverden bruikbare en consistente gegevens op. De dataset was compleet en geschikt voor analyse met ANCOVA, waarbij robuuste standaardfouten (HC3) zijn gebruikt om kleine verschillen in spreiding tussen groepen op te vangen. Hiermee is aangetoond dat de gekozen meet- en analysemethode goed toepasbaar is.

Wat betreft de richting van de resultaten liet de osteopathiegroep binnen twee weken een duidelijke verbetering zien ten opzichte van de controlegroep. De pijn nam af (VAS B = -1.34; $p = .012$), en zowel de spierlengte (SLR +12,6°, AKE +8,7°) als de spierkracht (HE0° +14.,42 N, KF15° +20,88 N, KF90° +18,33 N) namen toe. Deze verbeteringen ontstonden in korte tijd en wijzen op een gunstig effect van de osteopathische behandeling.

Alle aannames voor de ANCOVA werden gehaald, behalve bij de meting van heupextensie in 90° buiging (HE90°). Daar verliep het verband tussen T0 en T1 anders per groep, waardoor deze test alleen beschrijvend is weergegeven, maar ook hier was de vooruitgang zichtbaar groter bij de osteopathiegroep.

Kort samengevat laat deze pilot zien dat:

- het onderzoek praktisch uitvoerbaar was binnen de geplande tijd
- de behandeling veilig en goed ontvangen werd
- de metingen betrouwbaar konden worden uitgevoerd
- de uitkomstmaten van goede kwaliteit waren
- de eerste resultaten duidelijk in de richting van een positief effect wijzen

Deze bevindingen laten zien dat de onderzoeksopzet van Eijck (2025) in de praktijk goed uitvoerbaar is en een waardevolle basis vormt voor een groter vervolgonderzoek met eventueel een langere meetperiode.

Hoofdstuk 6 - Aanbevelingen

In dit hoofdstuk staan de aanbevelingen die voortkomen uit deze pilotstudie. Ze sluiten aan op deelvraag 7:
Welke verbeterpunten en aanbevelingen zijn naar voren gekomen met het oog op een grootschaliger vervolgonderzoek?

De nadruk ligt op drie punten:

- de optimale steekproefgrootte
- het verder verbeteren van de meetprocedure
- de praktische uitvoering van het onderzoek

De aanbevelingen bouwen voort op de onderzoeksopzet van Eijck (2025).

6.1 Poweranalyse

De primaire uitkomstmaat van dit onderzoek is de pijnbeleving, gemeten met de Visual Analogue Scale (VAS). Het doel was om te bepalen of de ervaren pijn na een osteopathische behandeling afneemt over een periode van 14 dagen. Omdat de VAS-score in deze pilot de belangrijkste uitkomstmaat was, is deze ook gebruikt om de benodigde steekproefgrootte voor een vervolgonderzoek te berekenen.

Stap 1: Samenvatting van het gevonden effect

In deze pilot werd een duidelijk verschil in pijn gevonden ten gunste van de osteopathiegroep ($B = -1,34$; 95%-BI $[-2,37; -0,32]$; $p = .012$; partial $\eta^2 = .42$). Dit verschil ligt binnen het bereik dat in de literatuur wordt beschouwd als een minimaal klinisch relevante verandering (MCID) van ongeveer 1,3–1,5 punt op de VAS-schaal (Kelly et al., 2001; Salaffi et al., 2004). Voor de berekening is gekozen voor de conservatieve waarde $\Delta = 1,5$, zodat het vervolgonderzoek niet te klein wordt opgezet.

Stap 2: berekeningsmethode

De steekproefgrootte is berekend met de formule van Borm, Fransen & Lemmens (2007), die geschikt is voor ANCOVA-analyses waarin wordt gecorrigeerd voor de baselinewaarde (T0):

$$n = 2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2(1-\rho^2)\sigma^2/(\mu_1-\mu_2)^2$$

waarbij:

- n = aantal deelnemers per groep
- $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$, bij een tweezijdig significantieniveau van $\alpha = 0,05$
- $Z_{1-\beta} = 1,28$, bij een gewenste power van 90%
- σ^2 = variantie van de eindmeting (T1); in deze studie $1,3^2 = 1,69$
- ρ = correlatie tussen baseline (T0) en nameting (T1); in de pilot $r = 0,595$, voor het vervolg conservatief verlaagd naar $\rho = 0,42$
- $\Delta = (\mu_1 - \mu_2)$ = verwacht verschil tussen groepen, 1,5 punt op de VAS-schaal

De ANCOVA-aanpak is gekozen omdat die rekening houdt met kleine verschillen in uitgangswaarde, wat de precisie van de vergelijking tussen groepen vergroot. In de pilot werd met SPSS een Pearson-correlatie tussen T0 en T1 van $r = 0,595$ gevonden. Deze waarde geeft aan dat deelnemers met meer pijn bij de start gemiddeld ook hogere scores bij T1 behielden, maar dat er nog voldoende variatie was om verandering te zien.

Stap 3: Realistische aannames voor vervolgonderzoek

Om rekening te houden met een grotere en meer diverse populatie dan in deze pilot, zijn de volgende aannames gehanteerd:

- standaarddeviatie verhoogd van 1,3 naar 1,8 ($\sigma^2 = 3,24$)
- correlatie verlaagd van $\rho = 0,595$ naar $\rho = 0,42$
- power = 0,90 en $\alpha = 0,05$

Ingevuld in de formule van Borm et al. (2007):

$$n = 2 \times (1.96 + 1.28)^2 \times (1 - 0.42^2) \times 3.24 / 1.5^2$$

$$n = 24.9 \approx 25 \text{ per groep}$$

De formule levert een benodigde steekproef op van ongeveer 25 deelnemers per groep (totaal 50). Wanneer een uitval van 10% wordt meegenomen, zijn 56 deelnemers (28 per groep) wenselijk.

Stap 4: Betekenis van deze berekening

Met deze steekproefgrootte heeft een vervolgonderzoek 90% kans (power = 0,90) om een werkelijk verschil van 1,5 punt op de VAS-schaal te detecteren. Daarmee biedt deze pilot niet alleen inzicht in het mogelijke effect van de interventie, maar ook een onderbouwde basis voor de deelnemers grootte van een groter vervolgonderzoek.

Conclusie van de poweranalyse

Samengevat adviseren we voor een vervolgonderzoek:

- minimaal 25 deelnemers per groep
- bij voorkeur 28 per groep (totaal n = 56) om rekening te houden met uitval
- behoud van dezelfde onderzoeksopzet met de VAS als primaire uitkomstmaat
- aanvulling met spierlengte (SLR/AKE) en spierkracht (HHD) als secundaire uitkomstmaten

6.2 Aanbevelingen aan de opleiding

Neem op in het research plan

Neem deze onderzoeksopzet op in het research plan van de opleiding, zodat studenten zich bewust worden van de mogelijkheid om het onderzoek in een vervolgonderzoek voort te zetten of verder te verdiepen. Op die manier kan de opgebouwde kennis worden uitgebreid en verdiept.

Faciliteer meetinstrumenten

Schaf als opleiding een eigen hand-held dynamometer aan. Dit verlaagt de praktische drempel voor studenten om vervolgonderzoek uit te voeren en verbetert de uitvoerbaarheid voor toekomstige studies.

6.3 Aanbevelingen aan studenten

Beschikbaarheid instrumenten

Informeer op tijd of de opleiding beschikt over een Hand-held dynamometer en of deze beschikbaar is voor gebruik binnen het onderzoek. Als dit niet het geval is, zoek contact met een derde partij

(bijvoorbeeld een fysiotherapiepraktijk of sportinstituut) om het instrument te lenen.

Objectiviteit en interventie-integriteit

Standaardiseer de VAS-vraagstelling met dezelfde tekst. En hanteer dezelfde volgorde van alle metingen. Laat de behandeling uitvoeren door een osteopaat MRO-DO met vrijheid om alle gangbare osteopathische technieken toe te passen, en documenteer gevonden dysfuncties en gebruikte technieken per sessie.

Overweeg en onderzoek de mogelijkheid tot een sham-groep
Conform Deel 1 van Eijck (2025) werd in deze pilotfase bewust geen sham-groep toegepast, aangezien de nadruk lag op haalbaarheid en eerste effect inschatting. Voor een vervolgonderzoek wordt echter aanbevolen om de mogelijkheid van een gecontroleerde sham-interventie te verkennen. Een geloofwaardige sham-conditie bijvoorbeeld via lichte, niet-specifieke aanrakingen of een gestandaardiseerde consulttijd zonder therapeutische input zou de validiteit aanzienlijk versterken en helpen onderscheiden tussen specifieke en niet-specifieke effecten van de osteopathische behandeling. Het opnemen van een sham-groep in een volgende interventiestudie zal de wetenschappelijke waarde en externe vergelijkbaarheid van de resultaten substantieel verhogen.

Analysemethode

Voer de analyse uit met een univariate covariantie analyse (ANCOVA), waarbij de posttest score (T1) per uitkomstmaat de afhankelijke variabele is, de groepsindeling (osteopathie vs. controle) de onafhankelijke factor, en de baseline waarde (T0) de covariaat. Gebruik de HC3-correctie om eventuele ongelijke varianties tussen groepen op te vangen. Rapporteer het groepsverschil (B) met 95%-betrouwbaarheidsinterval als primaire uitkomstmaat en vermeld p-waarden ter ondersteuning.

Uitvoerbaarheid

Werk met een vast meet team en bij voorkeur een onderzoeker. Gebruik identieke instructies, geen verbale aanmoediging. Bij spierlengte twee en bij spierkracht drie herhalingen per positie, en hanteer een verwerpingsregel als kwaliteitscontrole op meet consistentie:

- HHD en kracht: accepteer de set als coëfficiënt van variatie kleiner of gelijk aan 10 procent, zo niet, verwerp de set en hermeet de hele positie
- SLR, AKE en spierlengte: accepteer de set als maximaal min minimaal kleiner of gelijk aan 5 graden, zo niet, verwerp en hermeet
- safeguards: hanteer vaste rust intervallen, maximaal twee nieuwe sets bij afkeur, verwerp of accepteer op basis van spreiding, niet op hoogte van de score. Log alle verwerpingen, reden, aantal en uiteindelijke set

Onderbouwing norm keuze

De gehanteerde verwerping drempels $\leq 5^\circ$ voor spierlengte en $\leq 10\%$ coëfficiënt van variatie voor spierkracht zijn gebaseerd op de bevindingen uit onze eigen pilot data. Binnen deze dataset traden geen onderlinge verschillen op die deze grenzen overschreden.

Omdat de interne spreiding ruim onder deze niveaus lag, worden deze waarden beschouwd als realistische kwaliteitsnormen om te beoordelen of metingen volgens de onderzoeksopzet en consistent zijn uitgevoerd. Deze aanpak verhoogt de reproduceerbaarheid zonder de resultaten kunstmatig te verfijnen.

Langere termijn en recidief

Naast de 14-dagen uitkomst is het zinvol om ook stil te staan bij het langetermijneffect van de interventie. Overweeg om in een vervolgonderzoek extra meetmomenten op te nemen (bijvoorbeeld na 6 of 12 weken) en om een recidief-indicator te definiëren, zoals het optreden van een hernieuwde hamstringklacht binnen een vooraf vastgelegde periode of tijd tot recidief.

De bovenstaande aanbevelingen zijn bedoeld als praktische handvatten en aandachtspunten voor toekomstige studenten die dit onderzoek willen voortzetten of verfijnen. Ze bieden onder andere richting op het vlak van steekproefgrootte, meetprotocollen en analysemethode, maar laten bewust ruimte voor eigen invulling, methodologische keuzes en creativiteit binnen de onderzoeksopzet.

De aanbevelingen zijn dus geen vaste richtlijnen, maar uitnodigingen om verder te denken, te onderzoeken en te verbeteren.

Zowel Wimilio Vink als Thijs Koopman blijven, ook na afstuderen, beschikbaar om mee te denken of te ondersteunen, bijvoorbeeld als sparringpartner of osteopaat in toekomstige onderzoeksfasen.

Hoofdstuk 7 - Conclusie

Deze pilotstudie had als doel te onderzoeken of de onderzoeksopzet van Eijck (2025) haalbaar en praktisch uitvoerbaar is binnen de gestelde termijn, en om een eerste indruk te krijgen van mogelijke effecten van een osteopathische behandeling bij sporters met een graad 1–2 hamstringblessure.

Haalbaarheid en uitvoerbaarheid

De onderzoeksopzet bleek goed uitvoerbaar in de praktijk. Binnen twaalf weken werden dertig sporters geïnccludeerd, zonder uitval of ontbrekende data. De metingen konden volgens planning worden uitgevoerd en verliepen zonder technische problemen. De gebruikte meetinstrumenten (VAS, inclinometer/goniometer en hand-held dynamometer) werkten betrouwbaar en waren continue beschikbaar. Ook de tijdsduur per meting en de indeling van metingen waren haalbaar binnen de onderzoeksperiode. Deze resultaten laten zien dat de gehele onderzoeksopzet van rekrutering tot dataverwerking goed uitvoerbaar is en geschikt voor opschaling.

Richting van de effecten

Na veertien dagen liet de osteopathiegroep een duidelijk grotere afname van pijn zien dan de controlegroep ($B = -1,34$; 95%-BI $[-2,37; -0,32]$; $p = .012$). Ook de spierlengte en spierkracht namen in de behandelde groep meer toe. Het verschil in pijn ligt binnen het bereik dat in de literatuur als klinisch merkbaar wordt beschouwd (ongeveer 1,3–1,5 punt op de VAS-schaal). Dat maakt het aannemelijk dat het gevonden verschil ook praktische betekenis heeft voor sporters. Hoewel de voorlopige resultaten duidelijk in het voordeel van osteopathie uitvallen, vraagt de beperkte steekproefomvang en korte meetperiode om een voorzichtige interpretatie van deze bevindingen.

Opschaling

Op basis van deze resultaten is een poweranalyse uitgevoerd. Daaruit blijkt dat een vervolgonderzoek minimaal 25 deelnemers per groep nodig heeft (totaal ongeveer 50), of 56 deelnemers in totaal wanneer rekening wordt gehouden met 10% uitval.

Samenvattend

Deze pilotstudie toont aan dat de onderzoeksopzet haalbaar, uitvoerbaar en betrouwbaar is, en daarmee geschikt is om op te schalen in de vorm van een vervolgonderzoek. De werving, meetprocedure en dataverwerking verliepen volgens plan, zonder uitval of technische problemen. Daarnaast wijzen de voorlopige resultaten op een gunstig effect van osteopathie op pijn, spierlengte en spierkracht bij sporters met een graad 1-2 hamstringblessure. Een groter vervolgonderzoek met circa 50 deelnemers is nodig om deze bevindingen te bevestigen en de klinische betekenis ervan verder te onderbouwen.

Literatuurlijst

- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). American Psychological Association.
- Borm, G. F., Fransen, J., & Lemmens, W. A. J. G. (2007). A simple sample size formula for analysis of covariance in randomized clinical trials. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(12), 1234–1238.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.02.006>
- College Sutherland Amsterdam. (2022). *Richtlijn onderzoek & behandelen: Schema ROOCS, RICS, RACS*. Academie voor Osteopathie.
- Eijck, P. (2025). *Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures: Deel 1 Onderzoeksopzet*. College Sutherland Amsterdam.
<https://thesis.college-sutherland.nl/files/original/0fdcd595a8b41b0dcaf936729786d1f5e31edfbc.pdf>
- Eldridge, S. M., Chan, C. L., Campbell, M. J., Bond, C. M., Hopewell, S., Thabane, L., ... Altman, D. G. (2016). CONSORT 2010 statement: Extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ*, 355, i5239.
<https://doi.org/10.1136/bmj.i5239>
- Fabrication Enterprises Inc. (z.d.). *Physiomaster App – Baseline® Evaluation Instruments* [Mobile application software].
<https://www.fabricationenterprises.com>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE.
- Fransen, J., & Lemmens, W. A. J. G. (2007). *Effect size and sample size in clinical trials: Practical guidelines for researchers*. Radboud Universiteit Nijmegen.
- Kelly, A. M. (2001). The minimum clinically significant difference in visual analogue scale pain score does not differ with severity of pain. *Emergency Medicine Journal*, 18(3), 205–207.
<https://doi.org/10.1136/emj.18.3.205>

- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Morris, S. B. (2008). Estimating effect sizes from pretest–posttest–control group designs. *Organizational Research Methods*, 11(2), 364–386. <https://doi.org/10.1177/1094428106291059>
- O’Connell, N. S., Dai, L., Jiang, Y., Speiser, J. L., Ward, R., Wei, W., Carroll, R., & Gebregziabher, M. (2017). Methods for analysis of pre–post data in clinical research: A comparison of five common methods. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 88(6), 1225–1243. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30555734/>
- Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: Factors that lead to injury and re-injury. *Sports Medicine*, 42(3), 209–226. <https://doi.org/10.2165/11594800-000000000-00000>
- Social Psychology Network. (z.d.). *Research Randomizer* (Version 4.0) [Computer software]. <https://www.randomizer.org>
- Salaffi, F., Stancati, A., Silvestri, C. A., Ciapetti, A., & Grassi, W. (2004). Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. *European Journal of Pain*, 8(4), 283–291. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2003.09.004>
- Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Warren, P., & Connell, D. A. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 34(6), 1008–1015. <https://doi.org/10.1177/0363546505283835>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.
- Vereniging voor Sportgeneeskunde. (2019). *Richtlijn diagnostiek en behandeling van hamstringblessures*. <https://sportgeneeskunde.com/richtlijnen>
- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., & Barnes, P. G. (2001). Clinical risk factors for hamstring injuries: A prospective study with correlation of MRI

findings. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 431–436.
<https://doi.org/10.1136/bjism.35.6.435>

Vickers, A. J., & Altman, D. G. (2001). Statistics notes: Analysing controlled trials with baseline and follow-up measurements. *BMJ*, 323(7321), 1123–1124. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7321.1123>

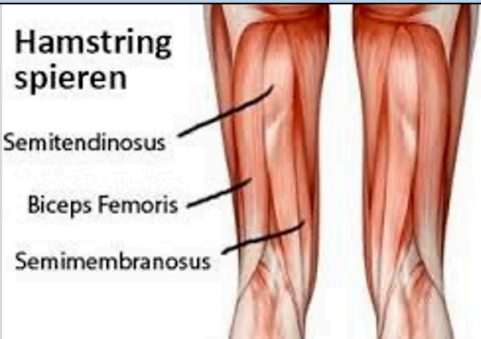


World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194.
<https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Zupančič, M., & Marušič, J. (2024). Overview of systematic reviews on the most common sports injuries. *Exercise and Quality of Life Journal*, 16(1), 5–18. <https://doi.org/10.31382/eqol.240601>

Bijlage A: Screening formulier

Screening formulier			
Persoonlijke gegevens			
Naam:			
Geboortedatum:			
Geslacht:			
Hamstringklacht			
Ontstaan:			
Duur:			
Eerder behandeld:			
Anamnese (Vink aan)			
Aanwezigheid van Acute ontstekingsverschijnselen	Ja	Nee	
Geen afname van pijn in rust	Ja	Nee	
Aanhoudende zwelling of hematoom vorming	Ja	Nee	
Alles beantwoord met Nee bij de anamnese ga door naar diagnostiek hamstring (VSG)			
Diagnostische onderzoek (VSG)			
Start onderzoek	Gradatie al bekend? zo ja is dit beoordeeld door een medisch specialist dan start bij krachttest.		
Inspectie	looppatroon Posterieure deel dijbeen		
Palpatie	Identificeren spier identificeren pijnlocatie	m.Biceps femoris / m.semitendinosus/ m.semimembranosus Hoeveelmm vanaf tuber ischiadicus	
Krachttest	Heup 0° 90° Knie 15° 90°	N N N N	(Newton) (Newton) (Newton) (Newton)
Mobiliteit	SLR Passief Actieve knie extensie	Aantal graden Aantal graden	° °
Neurologische	Slump	Positief	Negatief

Bijlage B: Diagnostiek handleiding

Diagnostiek hamstringblessure	
Bepalen van hamstringblessure gebeurt aan de hand van de richtlijnen van de verenging van sportgeneeskunde	
Palpatie naar pijn Aspetar protocol (afbeelding)	
Identificeren spier Welke spier is het meest gevoeligst, palpeer dijbeen van lateraal naar mediaal. Lateraal m. Biceps femoris m. Semitendinosus Mediaal m. Semimembranosus	
 <p>Hamstring spieren</p> <p>Semitendinosus</p> <p>Biceps Femoris</p> <p>Semimembranosus</p>	
<small>Fig. 1 Anatomie van de hamstring. Bron: SMC Aalsmeer, z.d., https://smc-aalsmeer.nl/rekoefeningen/hamstrings/</small>	<small>Fig. 2 Palpatie naar pijnlocatie van de musculatuur. Bron: https://www.aspetar.com/aspetarfileupload/UploadCenter/636209313253275549_aspetar%20Hamstring%20Protocol.pdf</small>
Identificeren pijnlocatie Patient ligt in buiklig met zijn knie volledig in extensie Ga opzoeken van punctum maximum van de pijn ten opzichte van de tuber ossis ischii de totale lengte wordt opgemeten en geregistreerd.	
	
<small>Fig. 3 Afstandsbeplating tot pijnlocatie van de musculatuur. Bron: https://www.aspetar.com/aspetarfileupload/UploadCenter/636209313253275549_aspetar%20Hamstring%20Protocol.pdf</small>	

Neurologische

Slumptest

Patiënt zit op de rand van de behandelbank, benen hangen los, knieën en heupen in 90°.

Patiënt buigt actief de thoracale en lumbale wervelkolom (slump) dus bolle rug.

Vervolgens buigt patiënt de nek (kin op borst).

Onderzoeker instrueert patiënt tot actief strekken van één knie terwijl patiënt in deze houding blijft.

Daarna wordt de enkel dorsaal geflecteerd (tenen naar zich toe trekken).

Test is positief bij uitstralende pijn, rekgevoel of beperkte extensie die afneemt bij extensie van de nek.

Indicatief voor neurale spanning van n. ischiadicus of andere lumbosacrale zenuwwortels.

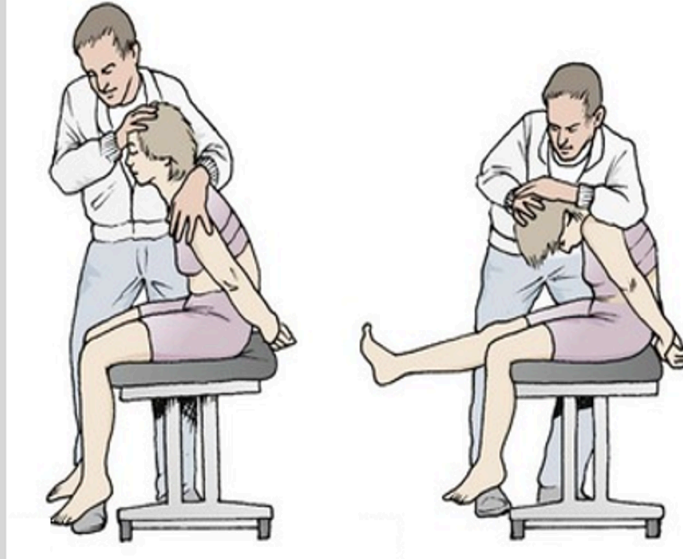


Fig. 4 Demonstratie van de Slump Test.

Bron: MantraCare, z.d., <https://mantracare.org/physiotherapy/scale/slump-test/>

Bron: Pie Eijck, Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures (2025)

Bijlage C: Informed consent

Onderwerp: Uitleg doel van het onderzoek – pilotstudie hamstringblessure
Beste deelnemer,

Hartelijk dank voor uw deelname aan dit onderzoek.

Graag leggen wij kort uit wat het doel van deze studie is en wat wij met de resultaten willen bereiken.

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken of het zinvol is om deze pilotstudie op te schalen naar een groter vervolgonderzoek. In deze pilot vergelijken we het effect van een osteopathische behandeling met geen behandeling op pijn, spierlengte en spierkracht bij sporters met een graad 1–2 hamstringblessure.

Concreet willen we met deze studie nagaan:

- of de onderzoeksopzet praktisch uitvoerbaar is (haalbaarheid, meetmomenten, meetinstrumenten)
- en of er een eerste aanwijzing is dat osteopathische behandeling een positief effect heeft op pijn, spierlengte en spierkracht binnen 14 dagen

De metingen richten zich vooral op verandering in pijn (Visual Analogue Scale; VAS), spierlengte (Straight Leg Raise, Active Knee Extension, Active Knee Raise) en spierkracht (met een hand-held dynamometer). Na afloop van de pilot gebruiken we de resultaten om een power analyse uit te voeren. Daarmee kunnen we bepalen hoeveel deelnemers nodig zouden zijn voor een groter vervolgonderzoek met hogere bewijskracht.

Uw deelname helpt ons dus niet alleen om eerste effecten in kaart te brengen, maar ook om te beoordelen of en hoe een grootschaliger onderzoek haalbaar is.

Toestemming: Indien u akkoord gaat met deelname, wilt u dan het onderstaand document ingevuld en ondertekend terugsturen of inleveren bij ons.

Hartelijk dank voor uw inzet en bijdrage aan dit onderzoek.

Bij vragen kunt u contact opnemen met:

Thijs Koopman - E-mail: Thijslaurens03@gmail.com | Telefoon: 0681968442

Wimilio Vink - E-mail: Wimilio@hotmail.com | Telefoon: 0653316456

Met vriendelijke groet,

Thijs Koopman & Wimilio Vink-College Sutherland

PLEASE TICK THE APPROPRIATE BOXES	Yes	No
A: GENERAL AGREEMENT – RESEARCH GOALS, PARTICIPANT TASKS AND VOLUNTARY PARTICIPATION		
1. Ik heb de informatie over het onderzoek gedateerd [DD/MM/YYYY] gelezen en begrepen, of deze is aan mij voorgelezen. Ik heb de mogelijkheid gehad om vragen te stellen over het onderzoek en mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Separate 'yes/no' tick boxes allow you to make sure that your participant is actively affirming their consent. If the participant wants to tick the no box this allows you to clarify any points the participant is unsure about. If this is not applicable for your study, then remove the 'no' box.</i>		
2. Ik doe vrijwillig mee aan dit onderzoek, en ik begrijp dat ik kan weigeren vragen te beantwoorden en mij op elk moment kan terugtrekken uit de studie, zonder een reden op te hoeven geven.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>This point should be modified accordingly where a legal guardian will be giving consent, and/or where a participant, outside the context of the research is in a dependent or subordinate position to the researcher.</i>		
3. Ik begrijp dat mijn deelname aan het onderzoek de volgende punten betekent [See points below]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Provide briefly what is relevant from the following:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Describe in a few words how information is captured, using the same terms as you used in the Opening Statement, for example: an audio-recorded interview, a video-recorded focus group, a survey questionnaire completed by the enumerator... • For interviews, focus groups and observations, specify how the information is recorded (audio, video, written notes) • For questionnaires, specify whether participant or enumerator completes the form • For audio or video recordings, indicate whether these will be transcribed as text, and whether the recording will be destroyed. NB: Please consider whether audio or video recording is essential to your research. As far as possible you should aim to minimise the Personal Data (PII and/or PIRD) you collect. 		
4. Ik begrijp dat mijn deelname aan het onderzoek als volgt wordt gecompenseerd [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Include reasonable compensation for time or travel (if any) and how this will be disbursed</i>		
5. Ik begrijp dat de studie [...] eindigt.		
<i>Please add the anticipated timing or how the date will be determined</i>		
B: POTENTIAL RISKS OF PARTICIPATING (INCLUDING DATA PROTECTION)		
6. Ik begrijp dat mijn deelname de volgende risico's met zich meebrengt [...]. Ik begrijp dat deze risico's worden geminimaliseerd door [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Describe in a few words any risks associated with participating in the study, other than those relating to Personal Data and the potential for re-identification, for example: physical or mental discomfort; risks for participants in a subordinate position to the researcher • Describe also what steps you will take to mitigate these risks – such as device certification, or the ability to ask for the experiment to stop at any point 		
7. Ik begrijp dat mijn deelname betekent dat er persoonlijke identificeerbare informatie en onderzoeksdatum worden verzameld, met het risico dat ik hieruit geïdentificeerd kan worden [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Provide brief summaries of potential risks of re-identification (eg: public/professional reputation)</i>		

PLEASE TICK THE APPROPRIATE BOXES	Yes	No
8. Ik begrijp dat binnen de Algemene verordening gegevensbescherming (AVG) een deel van deze persoonlijk identificeerbare onderzoeksdata als gevoelig wordt beschouwd, namelijk [zie onderstaande punten]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>List the relevant issues, eg:</i> <ul style="list-style-type: none"> • religion, political views • Data concerning criminal activities will/maybe collected and processed • Research has a Data Processing Impact Assessment (DPIA) in place 		
9. Ik begrijp dat de volgende stappen worden ondernomen om het risico van een databreuk te minimaliseren, en dat mijn identiteit op de volgende manieren wordt beschermd in het geval van een databreuk [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Provide brief summaries of the mitigating measures to be taken (eg: anonymous data collection, (pseudo-)anonymisation or aggregation, secure data storage/limited access, transcription, blurring, voice modification etc)</i>		
10. Ik begrijp dat de persoonlijke informatie die over mij verzameld wordt en mij kan identificeren, zoals [<i>bijvoorbeeld naam, woonplaats</i>], niet gedeeld worden buiten het studieteam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ik begrijp dat de persoonlijke data die over mij verzameld wordt, vernietigd wordt op [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Please add the anticipated timing or how the date will be determined</i>		
C: RESEARCH PUBLICATION, DISSEMINATION AND APPLICATION		
12. Ik begrijp dat na het onderzoek de geanonimiseerde informatie gebruikt zal worden voor [...]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Please list any planned or possible outputs, e.g. reports, publications, website, video channel. This should also include any planned application (such as decision-making, policy-service- or product development. Consider any secondary use and whether knowledge sharing and benefits sharing needs to be considered, e.g. for indigenous knowledge. • Please be explicit if the publication of recognisable images, quotes or other PIR D are anticipated and ensure specific agreement on this 		
13. <i>If you want to use quotes in research outputs then add extra question:</i> Ik geef toestemming om mijn antwoorden, ideeën of andere bijdragen anoniem te quoten in resulterende producten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. <i>If you want to use named quotes, then add extra question:</i> Ik geef toestemming om mijn naam te gebruiken voor quotes in resulterende producten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. <i>If written information or other works are provided by the participants (e.g. in a reflection or other diary, or as images etc.) please check https://www.tudelft.nl/library/copyright/c/what-is-copyright for information on copyright, and/or contact the Copyright Team for further information at copyright-lib@tudelft.nl and insert appropriate consent questions accordingly.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D: (LONGTERM) DATA STORAGE, ACCESS AND REUSE		
16. Ik geef toestemming om de geanonimiseerde data [<i>leg uit welke data</i>] die over mij verzameld worden gearchiveerd worden in [<i>naam van data repository</i>] opdat deze gebruikt kunnen worden voor toekomstig onderzoek en onderwijs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Signatures

Naam deelnemer

Handtekening

Datum

[Add legal representative, and/or amend text for assent where participants cannot give consent as applicable]

Ik, **de wettelijke vertegenwoordiger**, verklaar dat de informatie en het instemmingsformulier aan de potentiële deelnemer correct zijn voorgelezen, en dat hij/zij de kans heeft gekregen om vragen te stellen. Ik verklaar dat de potentiële deelnemer zijn/haar instemming vrijwillig heeft gegeven.

Naam wettelijke vertegenwoordiger

Handtekening

Datum

Ik, **de onderzoeker**, verklaar dat ik de informatie en het instemmingsformulier correct aan de potentiële deelnemer heb voorgelezen en, naar het beste van mijn vermogen, heb verzekerd dat de deelnemer begrijpt waar hij/zij vrijwillig mee instemt.

Naam onderzoeker

Handtekening

Datum

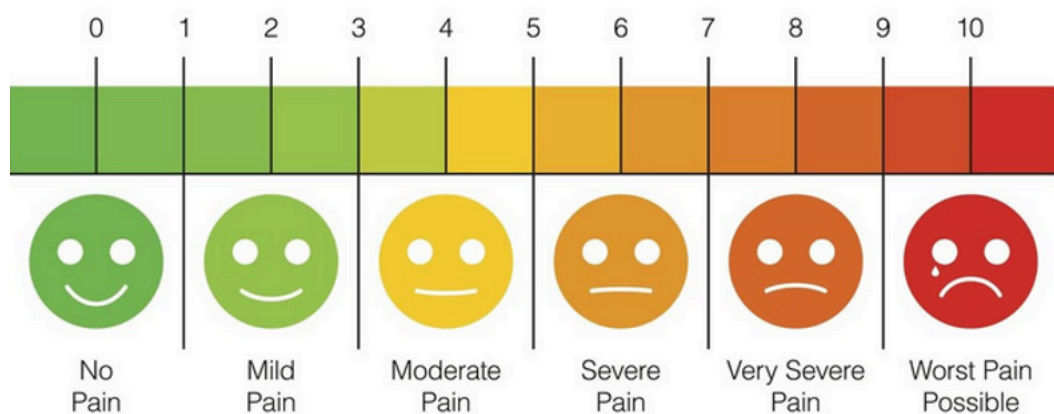
Contactgegevens van de onderzoeker voor verdere informatie: [Naam, telefoonnummer, emailadres]

Bijlage D: Randomisatie-output

Research Randomizer Results:										
30 Sets of 1 No Numbers Per Set										
Range: From 1 to 2 -- No										
	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9	Set 10
	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2
	Set 11	Set 12	Set 13	Set 14	Set 15	Set 16	Set 17	Set 18	Set 19	Set 20
	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1
	Set 21	Set 22	Set 23	Set 24	Set 25	Set 26	Set 27	Set 28	Set 29	Set 30
	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2

Bron: gegenereerd met Research Randomizer (<https://www.randomizer.org/>).

Bijlage E: Visual Analogue Scale (VAS)



Bron: Algos URV (2024).

Bijlage F: Inclinator/Goniometer

Functie test "Mobiliteit"

Vanwege dat de hamstring een bi-articulare spier is wordt de mobiliteit getest over de heup en knie.

Passieve straight leg raise

Patient in ruglig
Knie wordt volledig in extensie geheven tot wanneer de patient aangeeft pijn of ongemak te voelen. Hoeveelheid graden wordt genoteerd.

Digitale inclinometer is bevestigd op de tibiae

Positie inclinometer:

Op ventrale zijde van de tibiae inferior van tegen de tuberosity tibiae aan.



Fig. 5 Meetpositie voor hamstringspierlengtemeting in ruglig. Bron: https://www.aspetar.com/aspetarfileupload/UploadCenter/636209313253275549_aspetar%20Hamstring%20Protocol.pdf

Actieve knee extension

Patiënt in ruglig
Knie wat getest wordt met beide armen omvat door de patiënt.
Begin punt wordt gemeten vervolgens wordt de knie geëxtendeerd en wordt de uitslag gemeten.

Positie inclinometer:

Op ventrale zijde van de tibiae inferior van tegen de tuberosity tibiae aan.



Fig. 6 Meetpositie voor hamstringspierlengtemeting in ruglig. Bron: https://www.aspetar.com/aspetarfileupload/UploadCenter/636209313253275549_aspetar%20Hamstring%20Protocol.pdf

Bron: Pie Eijck, Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures (2025)



Bron: TriniusLab. (z.d.)

Geraadpleegd via <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.triniuslab.physiomaster>

Bijlage G: Hand-held dynamometer (HHD)

Functie test Kracht "weerstand"

Alle krachtoefeningen worden vooraf geoefend met de patiënt voordat de meting wordt uitgevoerd.

Heup

90° Flexie

Patiënt in buiklig.

Knie in 90° graden flexie.

Been van de patiënt wordt actief geheven richting het plafond. (Extensie heup)

Positie dynamometer:

Op de calcaneus op de plantaire zijde.

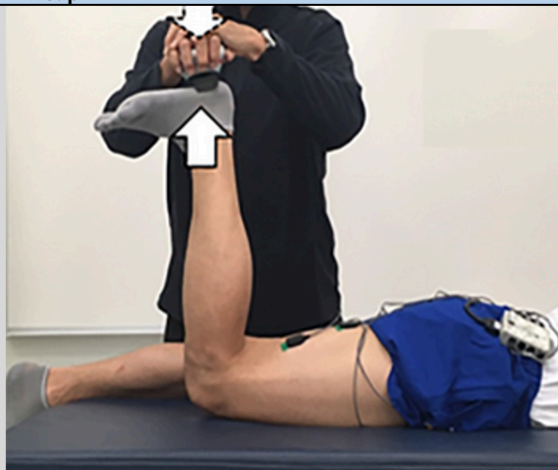


Fig. 7 Meetpositie voor hamstringkrachtmeting in buiklig.

Bron: Riemann et al., 2021,

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245838.g001>

0° Flexie

Patiënt in buiklig.

Knie in 0° graden flexie.

Been van de patiënt wordt actief geheven richting het plafond. (Extensie heup)

Positie dynamometer:

Op de popliteus aan de dorsale zijde van het been.

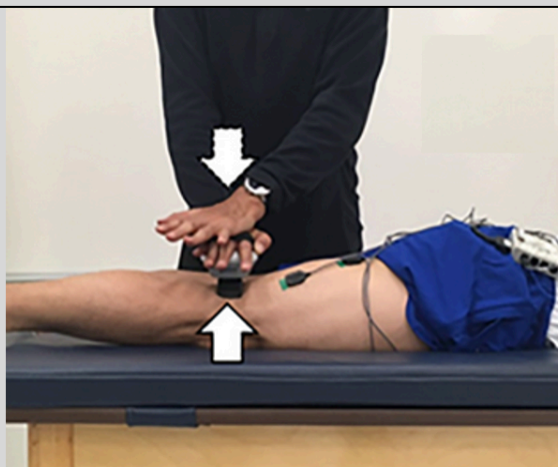
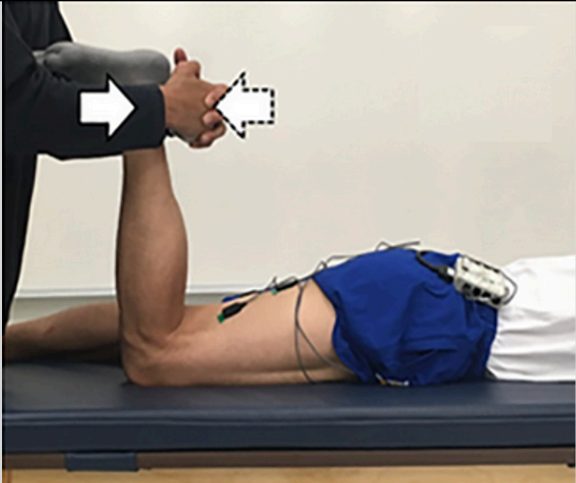
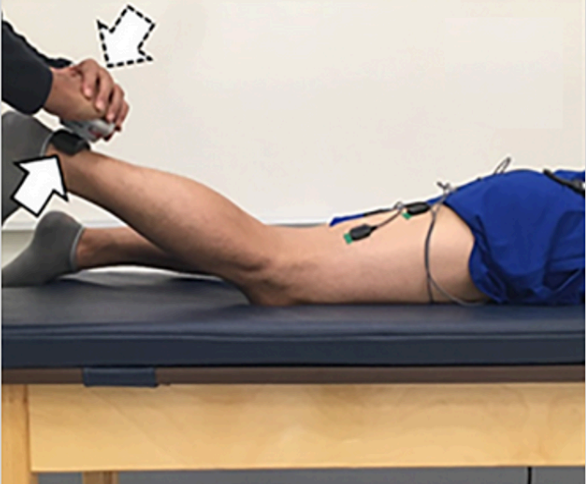


Fig. 8 Meetpositie voor hamstringkrachtmeting in buiklig.

Bron: Riemann et al., 2021,

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245838.g001>

Knie	
<p>90° Flexie Patiënt in buiklig. Knie in 90° graden flexie. Been van de patiënt wordt actief naar de bil van de patiënt getrokken. (Flexie knie)</p> <p>Positie dynamometer: Op de dorsale zijde van de calcaneus net superior waar de achillespees aanhechting begint.</p>	
<p><i>Fig. 9 Meetpositie voor hamstringkrachtmeting in buiklig.</i> Bron: Riemann et al., 2021, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245838.g001</p>	
<p>15° flexie Patiënt in buiklig Knie in 15° graden flexie. Been van de patiënt wordt actief naar de bil van de patiënt getrokken. (Flexie knie)</p> <p>Positie dynamometer: Op de dorsale zijde van de calcaneus net superior waar de achillespees aanhechting begint.</p>	
<p><i>Fig. 10 Meetpositie voor hamstringkrachtmeting in buiklig.</i> Bron: Riemann et al., 2021, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245838.g001</p>	

Bron: Pie Eijck, Effectiviteit van osteopathie bij hamstringblessures (2025)

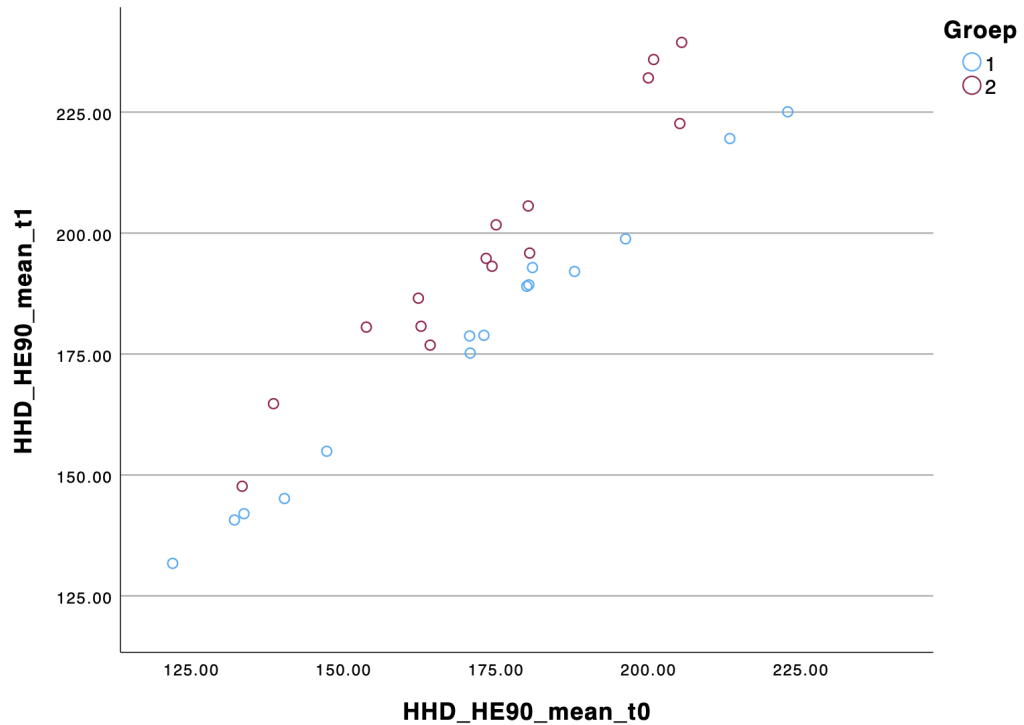
Bijlage H: Registratieformulier

Datasheet																				
Persoonlijke gegevens																				
Naam:																				
Geboortedatum:																				
Geslacht:																				
Meting 1 (Dag 0)				Voor						Na										
Pijnscore (VAS) "Pianometer"																				
(vul een getal in van 0 tot 10)																				
Mobiliteit "Physiomaster"				1		2		AVG		1		2		AVG						
SLR	Passief																			
Actieve knie extensie																				
Krachttest				1		2		3		AVG		1		2		3		AVG		
Heup	0°																			
	90°																			
Knie	15°																			
	90°																			
Voor uitleg over de meting zie document diagnostiek hamstringblessure																				
Meting 2 (Dag 14)				Voor						Na										
Pijnscore (VAS) "Pianometer"																				
(vul een getal in van 0 tot 10)																				
Mobiliteit "Physiomaster"				1		2		AVG		1		2		AVG						
SLR	Passief																			
Actieve knie extensie																				
Krachttest				1		2		3		AVG		1		2		3		AVG		
Heup	0°																			
	90°																			
Knie	15°																			
	90°																			

Bijlage I: Documentatieformulier

Behandeling
Observatie
Parietaal
Visceraal
Craniosacraal
Opmerkingen

Bijlage J. Homogeniteit van regressie hellingen heup 90°



Visualisatie van de assumptie toets voor homogeniteit van regressie hellingen (Groep \times T0) binnen het ANCOVA-model.

Grafiek gegenereerd in SPSS(versie 30.1.0.1)

Bijlage K: Ruwe data

ID	Groep	vas_t0	vas_t1		SLR_1_t0	SLR_2_t0	SLR_1_t1	SLR_2_t1	AKE_1_t0	AKE_2_t0	AKE_1_t1	AKE_2_t1		HHD_HEO_TO_1	HHD_HEO_TO_2	HHD_HEO_TO_3	HHD_HEO_T1_1	HHD_HEO_T1_2	HHD_HEO_T1_3
1	1	7	5		51,0	50,0	56,0	56,0	43,0	44,0	45,0	47,0		170,4	171,9	173,5	175,7	167,8	167,4
2	1	4	3		64,0	63,0	70,0	70,0	39,0	38,0	41,0	41,0		172,3	167,1	165,6	177,5	172,2	170,9
3	1	6	5		60,0	59,0	64,0	61,0	44,0	45,0	46,0	46,0		134,9	132,3	131,6	144,8	146,5	139,2
4	1	5	4		70,0	71,0	73,0	74,0	37,0	37,0	41,0	41,0		110,2	112,2	103,4	119,7	113,2	107,5
5	1	6	5		68,0	65,0	67,0	67,0	35,0	36,0	35,0	35,0		150,7	148,7	149,5	160,4	158,9	152,5
6	1	6	4		69,0	73,0	76,0	77,0	52,0	52,0	54,0	54,0		144,1	145,1	141,1	153,3	150,7	149,5
7	1	4	2		75,0	72,0	77,0	78,0	38,0	37,0	41,0	41,0		155,4	159,1	153,8	167,6	169,7	165,8
8	1	7	6		65,0	65,0	66,0	66,0	34,0	36,0	37,0	36,0		157,9	156,9	158,6	166,1	165,2	161,2
9	1	5	4		79,0	79,0	82,0	83,0	35,0	34,0	35,0	39,0		192,3	194,1	197,8	202,5	195,9	198,9
10	1	7	6		52,0	52,0	52,0	53,0	32,0	32,0	37,0	36,0		140,9	144,7	141,6	152,7	154,1	149,8
11	1	5	3		63,0	62,0	63,0	62,0	48,0	46,0	51,0	50,0		191,2	190,1	193,1	200,9	199,4	193,9
12	1	6	5		66,0	65,0	67,0	69,0	43,0	43,0	46,0	45,0		120,2	118,3	122,8	129,6	126,4	122,7
13	1	5	4		61,0	60,0	65,0	65,0	31,0	29,0	30,0	30,0		105,2	109,7	107,3	115,2	110,2	107,9
14	1	6	4		52,0	56,0	57,0	57,0	44,0	43,0	47,0	45,0		111,9	107,6	109,2	119,8	115,4	112,9
15	1	5	4		65,0	62,0	68,0	67,0	35,0	37,0	36,0	39,0		120,1	116,9	117,3	120,3	122,1	110,5
16	2	6	3		76,0	75,0	90,0	91,0	56,0	58,0	70,0	69,0		151,3	144,5	148,8	174,6	168,8	168,5
17	2	5	2		76,0	72,0	89,0	88,0	38,0	37,0	47,0	46,0		144,1	137,6	137,1	160,8	159,8	158,9

18	2	8	5	54,0	53,0	71,0	69,0	42,0	42,0	56,0	52,0		153,5	149,7	142,9	164,7	159,3	159,6
19	2	8	4	50,0	51,0	70,0	69,0	38,0	40,0	53,0	53,0		171,7	166,9	166,8	191,5	190,3	186,7
20	2	7	5	54,0	52,0	71,0	71,0	36,0	34,0	48,0	48,0		145,8	139,1	140,6	162,1	162,9	161,6
21	2	7	4	72,0	67,0	88,0	86,0	48,0	47,0	56,0	54,0		135,5	132,4	131,7	157,8	151,3	153,6
22	2	6	2	65,0	66,0	79,0	79,0	54,0	55,0	70,0	67,0		143,9	136,7	137,1	157,7	154,6	155,7
23	2	8	4	66,0	65,0	87,0	85,0	34,0	32,0	48,0	44,0		137,8	135,4	133,3	158,4	158,6	155,7
24	2	8	6	61,0	59,0	77,0	77,0	48,0	49,0	54,0	54,0		165,8	160,1	155,6	186,2	183,5	184,6
25	2	6	3	63,0	64,0	75,0	74,0	57,0	57,0	67,0	67,0		127,2	125,8	120,4	146,7	145,1	144,7
26	2	5	1	56,0	55,0	69,0	71,0	42,0	41,0	46,0	47,0		138,2	129,6	131,7	155,5	152,3	152,8
27	2	6	4	66,0	65,0	83,0	84,0	40,0	38,0	51,0	53,0		162,4	153,6	156,5	182,6	177,8	178,2
28	2	6	3	57,0	54,0	71,0	72,0	40,0	38,0	54,0	52,0		173,9	167,7	166,5	190,3	192,9	188,5
29	2	7	4	57,0	57,0	71,0	72,0	43,0	38,0	46,0	48,0		132,1	127,2	127,1	150,1	148,6	148,9
30	2	3	3	61,0	61,0	73,0	72,0	38,0	37,0	51,0	52,0		106,6	102,6	101,6	123,2	121,7	122,2

HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_		HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_		HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_	HHD_
HEO_	HEO_	HEO_	HEO_	HEO_	HEO_T		HE90	HE90	HE90	HE90	HE90	HE90_		KF15_	KF15_	KF15_	KF15_	KF15_	KF15_
TO_1	TO_2	TO_3	T1_1	T1_2	1_3		_TO_1	_TO_2	_TO_3	_T1_1	_T1_2	T1_3		TO_1	TO_2	TO_3	T1_1	T1_2	T1_3
170,4	171,9	173,5	175,7	167,8	167,4		200,4	195,7	192,5	203,1	199,6	193,7		263,1	261,8	252,2	282,8	276,9	272,3
172,3	167,1	165,6	177,5	172,2	170,9		182,8	178,9	179,3	193,2	188,6	186,1		315,5	306,1	305,2	319,5	313,4	301,3
134,9	132,3	131,6	144,8	146,5	139,2		171,8	169,1	170,9	181,1	179,2	175,9		298,3	286,8	290,5	303,7	293,5	295,3
110,2	112,2	103,4	119,7	113,2	107,5		135,1	132,8	128,2	145,6	141,3	135,2		247,2	237,5	248,6	257,3	253,2	256,5
150,7	148,7	149,5	160,4	158,9	152,5		170,2	173,6	168,3	180,5	175,9	169,2		296,6	287,2	288,7	299,1	290,5	292,6
144,1	145,1	141,1	153,3	150,7	149,5		181,8	180,5	177,7	191,7	188,4	186,9		321,5	310,1	301,2	336,2	334,6	328,5
155,4	159,1	153,8	167,6	169,7	165,8		188,1	191,3	184,1	198,8	192,2	185,2		302,5	300,6	307,9	314,5	318,3	317,4
157,9	156,9	158,6	166,1	165,2	161,2		182,5	179,2	181,1	192,3	195,7	190,6		206,1	203,9	207,2	216,3	209,4	210,1
192,3	194,1	197,8	202,5	195,9	198,9		219,1	225,7	223,6	229,8	223,2	222,2		332,9	317,6	319,2	338,5	339,1	336,8
140,9	144,7	141,6	152,7	154,1	149,8		173,6	171,1	174,2	184,9	179,5	172,2		303,4	291,1	294,6	308,2	306,1	305,5
191,2	190,1	193,1	200,9	199,4	193,9		212,5	214,3	213,1	221,3	220,4	216,9		321,1	309,6	304,8	331,1	328,4	325,8
120,2	118,3	122,8	129,6	126,4	122,7		149,2	147,9	144,4	159,9	152,9	151,9		399,1	380,9	374,7	402,1	400,7	404,7
105,2	109,7	107,3	115,2	110,2	107,9		123,9	121,6	120,2	132,6	133,5	129,1		255,2	249,8	238,1	259,6	255,9	258,5
111,9	107,6	109,2	119,8	115,4	112,9		133,6	136,5	130,7	143,4	141,8	140,8		279,4	262,9	262,2	286,3	286,5	278,5
120,1	116,9	117,3	120,3	122,1	110,5		143,5	138,1	139,1	148,4	144,8	142,2		280,1	267,5	269,8	288,6	283,6	275,4
151,3	144,5	148,8	174,6	168,8	168,5		185,4	177,2	178,8	198,6	193,9	195,1		320,3	308,7	313,2	346,7	340,1	340,9
144,1	137,6	137,1	160,8	159,8	158,9		180,5	170,8	173,6	202,3	201,9	200,9		393,6	380,1	380,8	411,9	412,2	398,8
153,5	149,7	142,9	164,7	159,3	159,6		186,2	177,8	176,7	208,5	205,8	202,5		284,1	277,4	269,9	309,7	306,7	302,6

171,7	166,9	166,8	191,5	190,3	186,7		212,4	205,2	198,6	243,4	242,3	232,5		291,6	285,9	277,2	327,9	324,6	317,5
145,8	139,1	140,6	162,1	162,9	161,6		176,7	171,9	171,4	195,2	195,8	193,3		319,7	314,3	305,0	360,9	356,1	349,1
135,5	132,4	131,7	157,8	151,3	153,6		166,4	163,6	162,4	180,3	177,9	172,3		223,3	217,4	211,7	247,7	241,6	235,4
143,9	136,7	137,1	157,7	154,6	155,7		178,9	172,4	171,6	195,5	192,3	191,6		275,9	261,8	269,1	300,3	292,6	282,3
137,8	135,4	133,3	158,4	158,6	155,7		165,9	159,4	162,6	182,2	180,5	179,5		250,3	245,8	240,1	296,2	284,5	289,3
165,8	160,1	155,6	186,2	183,5	184,6		204,5	198,6	199,3	239,5	231,3	236,8		327,8	314,6	320,5	365,1	352,4	353,9
127,2	125,8	120,4	146,7	145,1	144,7		141,4	138,8	135,1	166,5	164,6	163,1		335,3	318,4	324,6	360,1	356,5	358,4
138,2	129,6	131,7	155,5	152,3	152,8		166,9	157,2	162,5	190,7	187,7	181,2		349,3	338,9	326,7	364,8	357,8	355,1
162,4	153,6	156,5	182,6	177,8	178,2		203,6	199,4	196,8	236,7	229,7	229,8		281,1	272,4	266,9	308,3	309,3	299,5
173,9	167,7	166,5	190,3	192,9	188,5		208,8	202,7	203,8	223,9	220,5	223,5		387,8	374,5	368,4	427,5	416,7	414,3
132,1	127,2	127,1	150,1	148,6	148,9		157,6	153,9	149,5	185,3	179,5	176,9		274,1	261,6	268,3	304,5	302,7	294,2
106,6	102,6	101,6	123,2	121,7	122,2		135,3	134,8	129,8	150,9	148,5	143,6		252,5	242,4	255,9	299,2	292,7	287,3

HHD_KF 90_TO_1	HHD_KF 90_TO_2	HHD_KF 90_TO_3	HHD_KF 90_T1_1	HHD_KF 90_T1_2	HHD_KF9 0_T1_3
240,2	238,5	230,7	260,7	269,8	261,9
294,1	283,8	284,6	300,6	297,4	290,8
285,8	281,6	279,4	300,8	288,1	288,9
221,6	210,9	220,1	242,2	245,6	244,4
295,5	283,3	285,7	302,6	298,3	297,4
300,9	286,6	286,3	305,2	300,3	300,5
290,3	288,7	285,2	299,3	295,1	294,1
193,2	187,3	186,8	208,6	204,1	204,7
336,0	325,6	316,2	343,8	346,5	336,7
259,4	247,8	254,5	260,1	258,9	258,5
260,7	251,3	252,8	270,1	268,7	260,1
356,6	338,8	342,3	365,1	355,3	353,6
284,8	276,5	271,7	288,4	289,3	278,7
264,1	251,3	248,2	273,5	271,7	272,4
246,7	241,5	234,9	248,2	242,4	242,9
283,4	269,8	271,6	311,2	300,9	296,3
222,3	213,9	215,2	259,8	257,9	258,3
234,6	226,3	224,5	267,7	263,2	261,2
270,8	256,1	265,9	310,1	302,7	293,7

259,3	252,6	244,1	287,5	282,2	282,5
236,1	234,4	225,0	258,7	256,5	252,2
220,5	215,1	215,3	249,7	252,9	241,3
269,9	258,6	263,4	288,5	281,9	277,3
198,6	192,2	187,7	221,4	220,5	214,1
338,4	324,8	325,2	369,4	352,9	360,6
234,2	228,1	227,6	266,3	258,7	256,2
213,5	206,8	200,9	237,9	231,5	228,7
316,6	302,4	308,1	367,1	358,9	353,4
225,8	219,3	221,2	253,1	250,2	246,6
225,3	227,7	214,1	255,1	245,2	250,5

SLR_me an_t0	SLR_me an_t1	AKE_me an_t0	AKE_me an_t1	HHD_HE 0_mean _t0	HHD_HE 0_mean _t1	HHD_HE 90_me n_t0	HHD_HE 90_me n_t1	HHD_KF 15_me n_t0	HHD_KF 15_me n_t1	HHD_KF 90_me n_t0	HHD_KF 90_me n_t1	HHD_HE 90_delta
50,50	56,00	43,50	46,00	171,93	170,30	196,20	198,80	259,03	277,33	236,47	264,13	2,60
63,50	70,00	38,50	41,00	168,33	173,53	180,33	189,30	308,93	311,40	287,50	296,27	8,97
59,50	62,50	44,50	46,00	132,93	143,50	170,60	178,73	291,87	297,50	282,27	292,60	8,13
70,50	73,50	37,00	41,00	108,60	113,47	132,03	140,70	244,43	255,67	217,53	244,07	8,67
66,50	67,00	35,50	35,00	149,63	157,27	170,70	175,20	290,83	294,07	288,17	299,43	4,50
71,00	76,50	52,00	54,00	143,43	151,17	180,00	189,00	310,93	333,10	291,27	302,00	9,00
73,50	77,50	37,50	41,00	156,10	167,70	187,83	192,07	303,67	316,73	288,07	296,17	4,23
65,00	66,00	35,00	36,50	157,80	164,17	180,93	192,87	205,73	211,93	189,10	205,80	11,93
79,00	82,50	34,50	37,00	194,73	199,10	222,80	225,07	323,23	338,13	325,93	342,33	2,27
52,00	52,50	32,00	36,50	142,40	152,20	172,97	178,87	296,37	306,60	253,90	259,17	5,90
62,50	62,50	47,00	50,50	191,47	198,07	213,30	219,53	311,83	328,43	254,93	266,30	6,23
65,50	68,00	43,00	45,50	120,43	126,23	147,17	154,90	384,90	402,50	345,90	358,00	7,73
60,50	65,00	30,00	30,00	107,40	111,10	121,90	131,73	247,70	258,00	277,67	285,47	9,83
54,00	57,00	43,50	46,00	109,57	116,03	133,60	142,00	268,17	283,77	254,53	272,53	8,40
63,50	67,50	36,00	37,50	118,10	117,63	140,23	145,13	272,47	282,53	241,03	244,50	4,90
75,50	90,50	57,00	69,50	148,20	170,63	180,47	195,87	314,07	342,57	274,93	302,80	15,40
74,00	88,50	37,50	46,50	139,60	159,83	174,97	201,70	384,83	407,63	217,13	258,67	26,73
53,50	70,00	42,00	54,00	148,70	161,20	180,23	205,60	277,13	306,33	228,47	264,03	25,37

50,50	69,50	39,00	53,00	168,47	189,50	205,40	239,40	284,90	323,33	264,27	302,17	34,00
53,00	71,00	35,00	48,00	141,83	162,20	173,33	194,77	313,00	355,37	252,00	284,07	21,43
69,50	87,00	47,50	55,00	133,20	154,23	164,13	176,83	217,47	241,57	231,83	255,80	12,70
65,50	79,00	54,50	68,50	139,23	156,00	174,30	193,13	268,93	291,73	216,97	247,97	18,83
65,50	86,00	33,00	46,00	135,50	157,57	162,63	180,73	245,40	290,00	263,97	282,57	18,10
60,00	77,00	48,50	54,00	160,50	184,77	200,80	235,87	320,97	357,13	192,83	218,67	35,07
63,50	74,50	57,00	67,00	124,47	145,50	138,43	164,73	326,10	358,33	329,47	360,97	26,30
55,50	70,00	41,50	46,50	133,17	153,53	162,20	186,53	338,30	359,23	229,97	260,40	24,33
65,50	83,50	39,00	52,00	157,50	179,53	199,93	232,07	273,47	305,70	207,07	232,70	32,13
55,50	71,50	39,00	53,00	169,37	190,57	205,10	222,63	376,90	419,50	309,03	359,80	17,53
57,00	71,50	40,50	47,00	128,80	149,20	153,67	180,57	268,00	300,47	222,10	249,97	26,90
61,00	72,50	37,50	51,50	103,60	122,37	133,30	147,67	250,27	293,07	222,37	250,27	14,37

Export uit SPSS (versie 30.1.0.1) met de ingevoerde meetwaarden voor pijn (VAS), spierlengte (SLR/AKE) en spierkracht (HHD) per deelnemer.