



Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding fysiotherapie

Het verschil in schokabsorptie tussen gezonde knieën
en knieën met artrose

Naam: Bob van den Enden

Begeleider: Marc Schmitz

Datum: 06-01-2014

Versie: 1.0

Inhoudsopgave

1. Voorwoord	4
2. Abstract	5
3. Inleiding	7
4. Methode	9
4.1 Onderzoeksdesign	9
4.2 Populatie	9
4.3 Ethische aspecten	10
4.4 Hulpmiddelen	10
4.5 Protocol	11
4.6 Data analyse	11
4.7 Statistische analyse	12
5. Resultaten	13
5.1 Resultaten proefpersonen	13
5.2 Significantie	14
5.3 Vragenlijst	14
6. Discussie	16
7. Conclusie	19
8. Referenties	20
9. Bijlage	22
9.1 Geheimhoudingsverklaring	22
9.2 Overdrachtsbevestiging	23
9.3 Informed consent	27
9.4 Markerprotocol	30

1. Voorwoord

Het onderzoek is uitgevoerd door een student fysiotherapie aan de Fontys Hogeschool in Eindhoven. Het onderzoek stond in teken van het afstuderen. De schokabsorptie van de onderste extremiteit tijdens het gaan is een fenomeen dat nog weinig onderzocht is. De gevolgen van een eventuele verminderde schokabsorptie bij artrotische patiënten is nog onduidelijk. Deze vraagtekens motiveerde de auteur om zich te verdiepen in het onderwerp schokabsorptie.

De auteur wil de medestudenten, van de Fontys Hogeschool, die hebben deelgenomen aan het onderzoek, bedanken. De auteur wil Tim Gerbrands bedanken voor het beschikbaar stellen van zijn data en voor zijn medewerking tijdens de uitvoering van het onderzoek in het laboratorium. Het laatste dankwoord gaat uit naar Marc Schmitz, die als begeleider het onderzoek voorzag van feedback.

2. Abstract

Achtergrond: Artrose is een groot maatschappelijk probleem. De knie is het gewricht waar artrose het meest voorkomt. Bij een verminderde schokabsorptie zou de knie tijdens het gaan, blootstaan aan grotere krachten, maar het bewijs is niet concreet en niet eenduidig. In dit onderzoek wordt het verschil in schokabsorptie gemeten tussen artrotische knieën en gezonde knieën.

Methode: Er hebben 32 proefpersonen deelgenomen aan het onderzoek. Hiervan waren 16 mensen gediagnostiseerd met artrose en hadden een gemiddelde leeftijd van 60,1 jaar, zij vormden een aparte onderzoeksgroep. De overige 16 mensen waren gezond en hadden een gemiddelde leeftijd van 23,9 jaar, zij vormden de andere onderzoeksgroep. De schokabsorptie is gemeten met behulp van accelerometers. De accelerometers zijn bevestigd op de rechter enkel en op het sacrum van de proefpersonen. De schokabsorptie is afgeleid uit de verhouding tussen de acceleratie gemeten in de enkel en de acceleratie gemeten in het sacrum. Door middel van een non-parametrische toets is er een vergelijking gemaakt.

Resultaten: Er is een significant verschil ($P=0,00$) gevonden tussen beide groepen. De artrose groep had een gemiddelde schokabsorptie van 2,22 en de gezonde proefpersonen hadden een gemiddelde waarde van 2,91.

Conclusie: Ondanks het significante verschil ($P=0,00$) dat gevonden is, kunnen er geen uitspraken worden gedaan over of de gevonden resultaten representatief zijn voor de gehele populatie. De onderzoeksgroepen verschilden qua leeftijd veel van elkaar. Uit de literatuur is gebleken dat oudere mensen zonder artrose ook verschijnselen vertonen van een verminderde schokabsorptie. Er is dus meer onderzoek nodig naar de schokabsorptie van gezonde en artrotische knieën.

Background: Osteoarthritis is a major problem nowadays. The knee is the joint that is affected the most by osteoarthritis. When the shock absorption is reduced, the knee would be exposed with bigger forces while walking. But the evidence is not concrete or is not clear. This research measures the difference in shock absorption between people with knee osteoarthritis and people with healthy knees.

Method: The research consists of 32 participants. From the 32 participants, 16 were diagnosed with osteoarthritis in the knee and had a mean age of 60, 1 year. The other 16 participants formed the research group with healthy knees and they had a mean age of 23, 9 years. The shock absorption is measured by using accelerometers. The accelerometers were attached on the right ankle and the sacrum of the participants. The shock absorption is derived from the ratio between the acceleration measured in the ankle and the acceleration measured in the sacrum. Through a non-parametric test a comparison is made between the two research groups.

Results: A significant difference ($P=0,00$) was found between both groups. The group with osteoarthritis had a mean shock absorption of 2,22 m/s² and the other group had a mean shock absorption of 2,91 m/s²

Conclusion: Despite of the significant difference ($P=0,00$) that was found, it is not possible to make a statement which is representative for the whole population, mainly based on the differences in age. The two groups differed a lot in age. The existing literature also proves that older people without osteoarthritis also had symptoms of a reduced shock absorption. More research is needed to investigate the shock absorption for people with and without osteoarthritis.

3. Inleiding

Artrose is wereldwijd een veel voorkomend probleem, zo ook in Nederland. In Nederland zijn er ongeveer 650.000 mensen die aan artrose lijden en komen er naar schatting jaarlijks 105.000 nieuwe gevallen bij.¹ Dit aantal zal waarschijnlijk door de groeiende vergrijzing elk jaar toenemen.² In 2007 bedroegen de kosten voor zorg van artrose 715 miljoen euro wat overeenkomt met 14,4% van de totale zorgkosten voor letsel aan het bewegingsstelsel.²

Karakteristiek voor artrose is de degeneratie en verlies van gewrichtskraakbeen.^{3,5,6} De ontwikkeling van artrose kent vele risicofactoren zoals leeftijd, geslacht, overgewicht en obesitas, een eerdere blessure, overbelasting van de gewrichten, spierzwakte en laxiteit van de gewrichten.² Artrose komt veelal voor in de gewrichten die bloot worden gesteld aan grote krachten.² Dit zijn voornamelijk de gewrichten in de onderste extremiteit.

De knie is het gewricht dat het vaakst wordt aangetast door artrose,² dat kan verschillende oorzaken hebben. Door de vorm van het gewricht,⁷ het femorotibiaal gewricht bestaat uit de discongruente gewrichtsvlakken van de convexe femur condylen en het tibiaal plateau waarbij het laterale deel licht convex is en het mediale deel licht concaaf.⁴ De meniscus in het femorotibiaal gewricht maakt het passend.^{3,4} Ook heeft het kniegewricht voortdurend te maken met grote krachten tijdens activiteiten in het algemeen dagelijks leven. Tijdens lopen (het gaan), traplopen of rennen moet de knie in staat zijn de repeterende belasting op te vangen.^{2,8} Een knieblessure in het verleden, aan de meniscus of de voorste kruisband, wordt geassocieerd met de ontwikkeling van knieartrose.^{7,8}

Door degeneratie van verschillende structuren is de schokabsorptie bij personen met knieartrose belangrijk. Aan het begin van de standfase komt de hiel in contact te staan met de grond. Er ontstaat een opwaartse kracht vanuit de grond op de voet, de grondreactiekracht. De krachten gaan als een schokgolf vanuit het enkelgewricht opwaarts naar de bovenliggende gewrichten. Het lichaam is gewoonlijk in staat deze vrijkomende krachten op te vangen. Het opvangen van deze krachten wordt ook wel de schokabsorptie genoemd.⁵ De schokabsorptie wordt uitgevoerd door het passieve, actieve en het neurogene systeem. Het passieve systeem bestaat uit kraakbeen, ligamenten, meniscus en de botten. Het actieve systeem bestaat enkel uit de spieren.^{6,9} Het neurogene systeem bestaat uit zenuwen en ontvangt en verwerkt informatie waardoor het actieve systeem in werking kan treden.¹⁰

Kenmerkend voor knieartrose is de degeneratie van de passieve structuren en een vermindering van de spierkracht.^{3,5,6} Dit zou in theorie moeten leiden tot een verminderde schokabsorptie in de gehele keten. De artrotische knie zou, tijdens het gaan, blootstaan aan grotere krachten dan een gezonde knie. Dit zou betekenen dat de progressie van de artrose zal toenemen. Er is al onderzoek gedaan naar de vermoedelijk mindere schokabsorptie van de artrotische knie, maar het bewijs is niet concreet en soms ook niet eenduidig. Daarbij is de grootte van de onderzoeksgroep van de bestaande onderzoeken vaak klein. Er zal hierbij bekeken worden of er daadwerkelijk een verschil is in schokabsorptie tussen gezonde knieën en artrotische knieën. In dit onderzoek wordt

de acceleratie gemeten in de enkel- en het sacrum voortvloeiend uit de opwaartse kracht die ontstaat bij het gaan. De verhouding van de 2 acceleraties bepaalt de mate van schokabsorptie in de onderste extremiteit. Hierbij wordt een onderzoeksgroep gebruikt van minimaal 30 proefpersonen

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Is er een verschil in schokabsorptie tussen een gezonde knie en een knie met artrose tijdens het gaan?

4. Methode

4.1 Onderzoeksdesign

Het experimenteel onderzoek heeft betrekking op de schokabsorptie van de onderste extremiteit, van een gezonde knie en een knie met artrose. Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van accelerometers bevestigd aan de enkel (ter hoogte van het medio-distale eind tibia) en het sacrum. Er is gekozen voor deze 2 plekken omdat je de accelerometers daar dicht bij het botweefsel kan plaatsen zodat de acceleratie goed te meten is. Bij alle proefpersonen zijn de accelerometers bevestigd aan het rechterbeen. Voor het onderzoek is er gebruik gemaakt van data uit het onderzoek “bewegen met artrose”. De schokabsorptie van onder andere 16 mensen met artrose in het kniegewricht is hierbij gemeten. Er is toestemming gegeven om gebruikt te maken van de data. Dit onderzoek is onderdeel van een groter onderzoek, de proefpersonen hebben daardoor meegedaan aan metingen die niet allemaal relevant zijn voor mijn onderzoek. De metingen hebben de uitkomstmaat niet beïnvloed. De 14 gezonde proefpersonen zijn getest door de projectgroep die het onderzoek uitvoert. De gegevens voortkomend uit deze testen zijn verwerkt in het onderzoek. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de 2 groepen, is er gebruik gemaakt van de data uit het onderzoek “bewegen met artrose”. De data van 2 gezonde proefpersonen en de data van 16 proefpersonen met knie artrose zijn toegevoegd aan de dataset. Dit komt uit op een totaal van 32 proefpersonen die deelgenomen hebben aan het onderzoek. Alle 32 proefpersonen hebben voorafgaand het onderzoek de KOOS-vragenlijst ingevuld om een indicatie te krijgen van het activiteiten niveau en de hoeveelheid pijn van de proefpersonen. Het selecteren van de gezonde deelnemers is gebeurd door middel van een oproep voor deelname binnen Fontys.

4.2 populatie

Er hebben 32 personen deelgenomen aan het onderzoek. De inclusie- en exclusie criteria voor deelname van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 1 en 2. De gezonde populatie bestond uit 16 proefpersonen, waarvan 6 mannen en 10 vrouwen (tabel 3). De artrose groep bestond uit 4 mannen en 12 vrouwen (tabel 4).

Tabel 1. inclusie criteria

Inclusie criteria	
Geslacht	Man/vrouw
Leeftijd	18 - 30 jaar
Verzekering	Student/personeel aan de Fontys Hogeschool

Tabel 2. exclusie criteria

Exclusie criteria	
Looppatroon	Niet kunnen lopen zonder gebruik te maken van hulpmiddelen.
Gezondheid	Geen acute of chronische blessure aan de onderste extremiteit.
Artrose	Aanwezigheid van artrose in de enkel, knie of heup, radiografisch vastgesteld of vastgesteld volgens criteria van het American College of Rheumatology

Tabel 3. weergave van de demografische en antropometrische eigenschappen van de gezonde proefpersonen.

	Aantal proefpersonen	Gemiddelde leeftijd	Gemiddelde lengte(cm)	Gemiddeld gewicht(kg)
Man	6	22,7	185,3	78,2
Vrouw	10	24,5	171,9	65,4
Totaal	16	23,8	177,1	70,2

Tabel 4. weergave van de demografische en antropometrische eigenschappen van de proefpersonen met artrose.

	Aantal proefpersonen	Gemiddelde leeftijd	Gemiddelde lengte(cm)	Gemiddeld gewicht(kg)
Man	4	66,8	175,3	78,8
Vrouw	12	57,8	167,1	72,2
Totaal	16	60,1	169,1	73,8

4.3 Ethische aspecten

De proefpersoon is gevraagd een informed consent in te vullen (zie bijlage). Op het informed consent is het doel van het onderzoek uitgelegd. De proefpersonen zijn akkoord gegaan door hiervoor te tekenen.

4.4 Hulpmiddelen

De hulpmiddelen die zijn gebruikt tijdens het experiment zijn:

- Informed consent formulier
- KOOS-vragenlijst
- 2 Accelerometer Delsys Trigno Wireless System
- Codamotion Analysis
- SPSS

4.5 Protocol

- Het doel van de meting werd uitgelegd aan de proefpersoon.
- Proefpersoon werd gevraagd het informed consent formulier door te lezen en in te vullen en de KOOS vragenlijst.
- De 2 accelerometers zijn bevestigd aan het rechterbeen van de proefpersoon ter hoogte van het medio-distale eind tibia en op het sacrum S1-S2.
- De Proefpersonen hebben een afstand van 8 meter 6 keer overbrugd.

4.6 Data analyse

Om de schokabsorptie van de onderste extremitet te kunnen berekenen, is er op 2 plekken in de onderste extremitet de acceleratie gemeten met behulp van 2 accelerometer. Door de acceleratie gemeten in het sacrum te delen door de acceleratie gemeten in de enkel, wordt de schokabsorptie bepaald. De uitkomst van deze formule zegt iets over hoe goed de onderste extremitet de opwaartse kracht kan opvangen (zie onderstaande formule). De gegevens gemeten door de accelerometers bevestigd op de enkel en het sacrum worden geregistreerd door het software programma Codamotion Analysis op de computer.

$$R_{\text{sacrum}} = \sqrt{x_{\text{sacrum}}^2 + y_{\text{sacrum}}^2 + z_{\text{sacrum}}^2}$$

$$R_{\text{enkel}} = \sqrt{x_{\text{enkel}}^2 + y_{\text{enkel}}^2 + z_{\text{enkel}}^2}$$

Tijdens het gaan, ontstaan er 3 acceleratie vectoren, namelijk: x, de horizontale acceleratie; y, de verticale acceleratie; z, de voorwaartse en achterwaartse verplaatsing acceleratie. De schokabsorptie (SA) van de onderste extremitet is berekend met de volgende formule:

$$SA = R_{\text{sacrum}} : R_{\text{enkel}}$$

De gegevens over de schokabsorptie die geregistreerd zijn door het software programma Codamotion Analysis zijn geëxporteerd naar Microsoft Excel. Voor elke proefpersoon is er een Excel bestand gemaakt. De bovenstaande formule om de SA te berekenen is ingevuld over de gehele meting. In Excel wordt een grafiek geplott van de schokabsorptie. Bij elk hielcontact is er een piek in deze grafiek te zien. Door elke proefpersoon zijn er in totaal 3 trials uitgevoerd, bij elke trial is de schokabsorptie van 3 stappen meegenomen in het onderzoek. Dit is gedaan door per trial 3 keer de extreme waardes, in de grafiek terug te zien als piek, te noteren. Dit komt uit tot een totaal van 9 extreme waardes uit 3 trials per proefpersoon. Voor elke trial is de gemiddelde schokabsorptie van de 3 extreme waardes berekend. De schokabsorptie is uiteindelijk bepaald door de gemid-

deldes van de 3 trials.

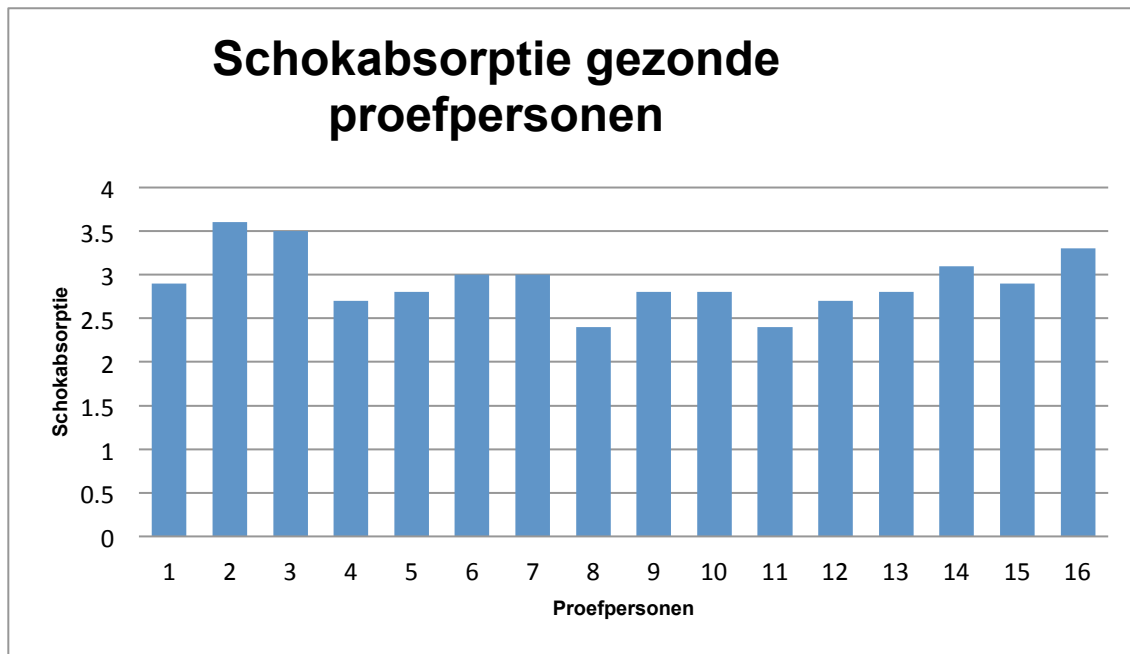
4.7 Statistische analyse

De statistische analyse van de data is gedaan met behulp van het data-analyseprogramma SPSS. Het verschil in schokabsorptie van de onderste extremititeit van een knie met artrose en een gezonde knie, is vergeleken met behulp van een non-parametrische toets met een alpha level van 0.05.

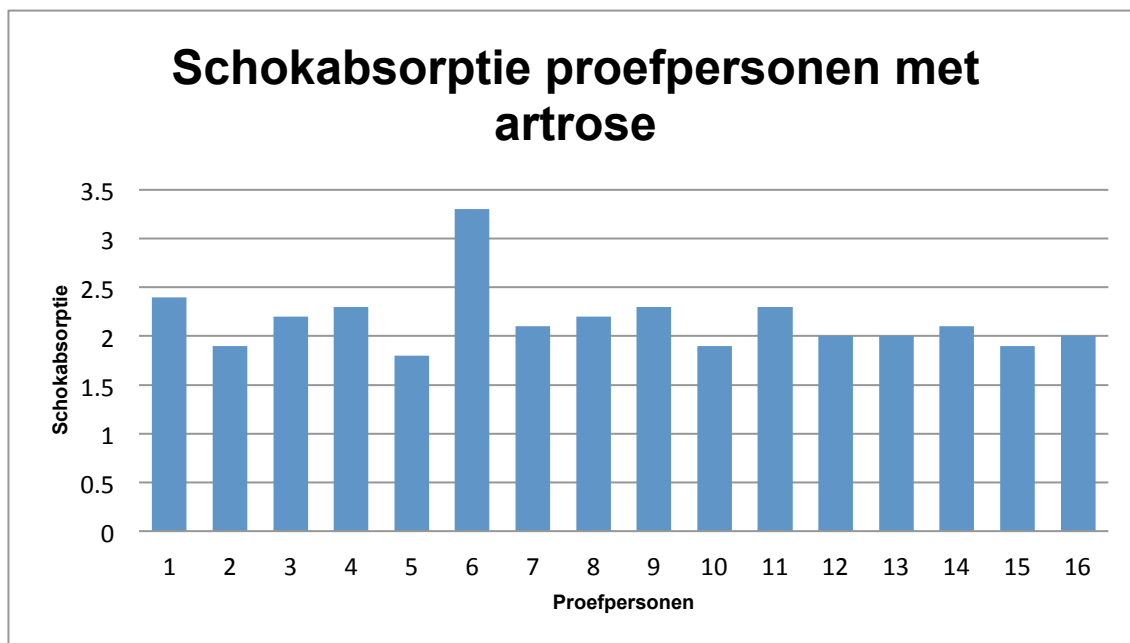
5. Resultaten

5.1 Resultaten proefpersonen

In figuur 1 en 2 worden de resultaten van de proefpersonen van de gezonde en de artrose groep weergegeven. De schokabsorptie bestaat uit de verhouding van de acceleratie (m/s^2) gemeten in de enkel en de acceleratie (m/s^2) gemeten in het sacrum.

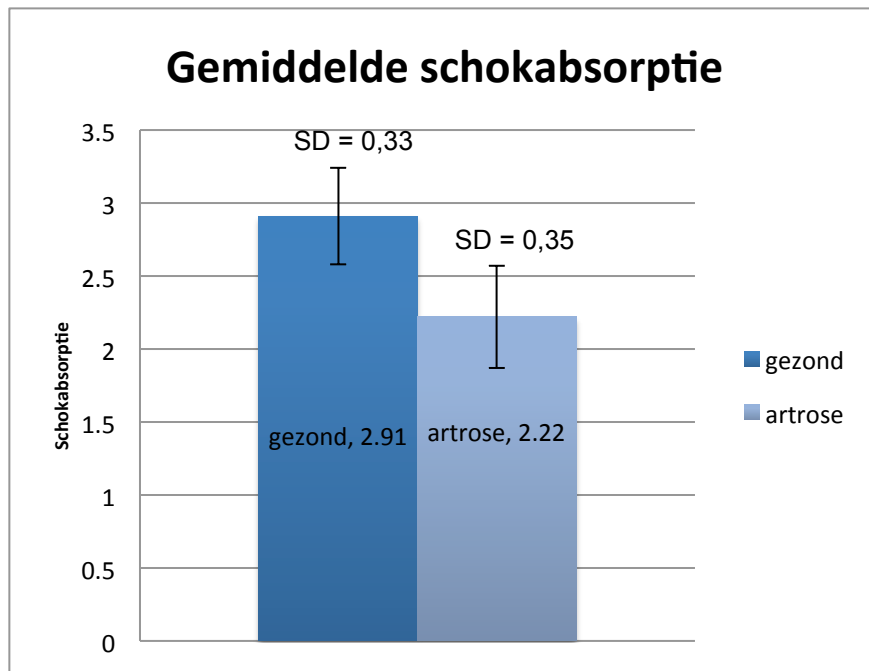


Figuur 1. Weergave van de schokabsorptie van de gezonde proefpersonen tijdens het gaan.



Figuur 2. Weergave van de schokabsorptie van de proefpersonen met artrose tijdens het gaan.

Aan de hand van de resultaten van de proefpersonen van beide groepen is er een gemiddelde berekend. De gezonde groep had een gemiddelde schokabsorptie van 2,91(SD=0,33) en de artrose groep had een gemiddelde schokabsorptie van 2,22 (SD=0,35). De gemiddelde schokabsorptie wordt weergegeven in figuur 3.



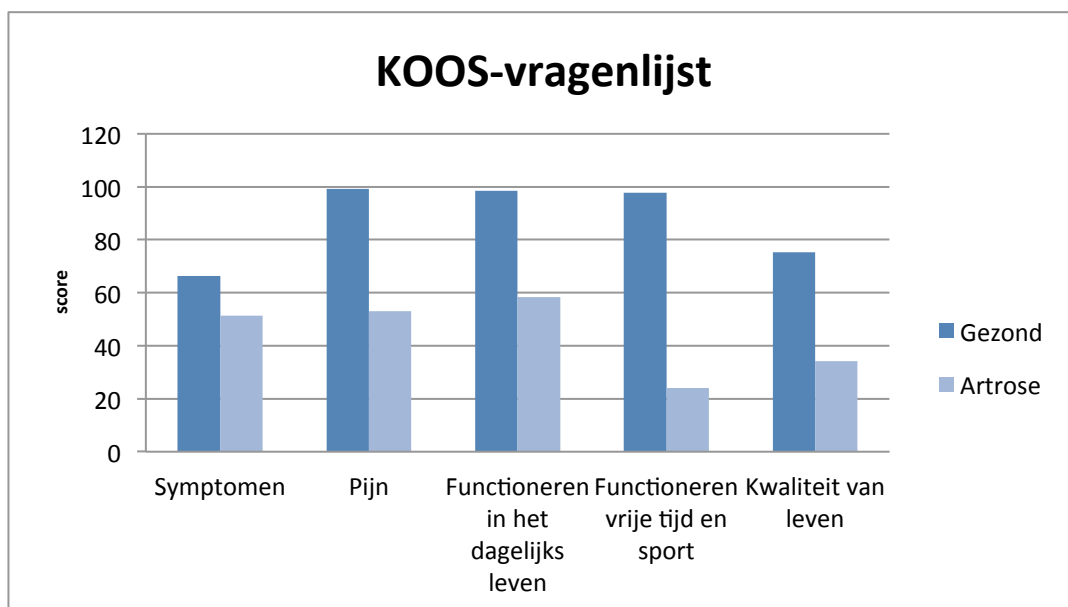
Figuur 3. Weergave van de gemiddelde schokabsorptie van beide groepen en de standaard deviatie (SD) van beide groepen.

5.2 Significantie

Aan de assumpties die nodig zijn om een independent samples t-toets te mogen uitvoeren, werd niet voldaan. De varianties van beide groepen werden vergeleken door middel van een Levene-test, deze varianties bleken met een significantie van 0,876 niet significant van elkaar te verschillen. Echter bleek uit de Shapiro-Wilk test dat de artrose groep, met een significantie van 0,001, niet normaal verdeeld was. Er is daarom besloten om in plaats van een independent samples t-toets een non-parametrische toets uit te voeren. De non-parametrische toets gaf een significant verschil van 0,00 aan tussen de schokabsorptie binnen de gezonde groep en de groep met artrose.

5.3 Vragenlijst

Voor het onderzoek is er een vragenlijst gebruikt, de Knee Injury and Osteoarthritis Outcome score (KOOS). De KOOS is een vragenlijst voor artrose patiënten die inzicht geeft in pijnklachten, het functioneren in het dagelijks leven, het functioneren op sportgebied en geeft een score voor de kwaliteit van leven. De score wordt weergegeven op een schaal van 0-100. Een score van 100 betekent geen beperkingen en een score van 0 betekent maximaal beperkt. Patiënt 15 en 16 van de gezonde populatie, hebben geen KOOS vragenlijst ingevuld. In figuur 4 worden de resultaten van de vragenlijst weergegeven.



Figuur 4. Weergave van de gemiddelde scores van de gezonde groep en de artrose groep, weergegeven op een schaal van 0-100.

6. Discussie

In dit onderzoek is bekeken of er verschil is in schokabsorptie tussen mensen met gezonde knieën en mensen met artrotische knieën. Uit het onderzoek kwam naar voren dat er een significant verschil is ($P=0,00$) tussen beide groepen. De groep met gezonde knieën had gemiddeld een schokabsorptie van 2,91. De groep met artrotische knieën kon de opwaartse krachten, die ontstaan tijdens het gaan, minder goed absorberen. Ze hadden een gemiddelde schokabsorptie van 2,22. Er is weinig onderzoek gedaan naar de verhouding tussen de acceleraties in de enkel en het sacrum tijdens het gaan. Het is nog niet bekend welke mate van schokabsorptie het beste is om de onderste extremiteit te beschermen tegen de krachten die tijdens het gaan, als een schokgolf vanuit de enkel, opwaarts naar de bovenliggende gewrichten gestuwd worden.

Pijn is een veel voorkomend symptoom bij artrose patiënten, dit blijkt ook uit de KOOS-vragenlijst. De gezonde groep geeft aan nauwelijks last van pijn te hebben en scoort gemiddeld 99,1 op dit onderdeel, de artrose groep scoort echter een gemiddelde waarde van 53, wat relatief veel pijn betekent. Een hogere mate van pijn kan leiden tot een verandering van het looppatroon en dit kan van invloed zijn op het vermogen de schok te absorberen.¹⁸ Artrose patiënten hebben vaak een verminderd extensie krachtmoment in de knie. Het krachtmoment wordt bepaald door de hoeveelheid kracht en de krachttarm (extensie). Aangenomen wordt dat de verminderde extensie een compensatie is om de belasting in de knie te verlagen en daardoor pijn te vermijden.¹⁹ Door het veranderde looppatroon wordt de M.Quadriceps femoris ontlast, wat ook resulteert in een vermindering van de spierkracht. Pijn vermindert ook de spieractiviteit van de spieren van de onderste extremiteit tijdens het gaan.¹⁹ De spieren zijn één van de voornaamste schokabsorbers.¹¹ De vermindering van de spierkracht en de spieractiviteit zullen dus een negatief gevolg hebben op de schokabsorptie. Het extensie krachtmoment speelt ook een belangrijke rol in de stabiliteit van de knie.¹⁹ Artrose patiënten hebben vaak te maken met degeneratieve veranderingen in het mediale compartiment. Hierdoor zal er een vergroot adductie moment plaatsvinden in de knie, tijdens de landingsfase. Het vergrote knie adductie moment bij artrose patiënten is een belangrijk gevolg dat er voor zorgt dat de progressie van artrose toeneemt. Door deze verandering in kinematica neemt de belasting op het mediale compartiment toe.¹² Het extensie krachtmoment zorgt voor de stabiliteit tegen de varus deformatie. Een verminderd extensie krachtmoment helpt mee bij het vergrote knie adductie moment.¹⁹ Dit resulteert in een vermindering van de stabiliteit tijdens de landingsfase.¹⁹ Uit onderzoek is gebleken dat een verminderde stabiliteit leidt tot een grotere belasting in het kniegewricht tijdens de landingsfase.²⁰ De combinatie van een vergroot knie adductie moment en een verminderde stabiliteit zal dus leiden tot een grotere belasting in femorotibiaal gewricht, dit zal waarschijnlijk negatieve gevolgen hebben voor de schokabsorptie en kan de verhoogde waarde van de artrose groep (2,22) verklaren. Door spierverzwakking zal de progressie van artrose waarschijnlijk toenemen, het lichaam is minder goed in staat de schok te absorberen. Er is meer onderzoek nodig zodat er een normwaarde komt die aangeeft bij welke hoeveelheid aan spierkracht het lichaam voldoende de schok tijdens het gaan kan absorberen. In de praktijk kun je op een makkelijke manier de spierkracht objectiveren. Een normwaarde voor de spierkracht geeft de behandelaar handvaten voor zijn revalidatie.

Tijdens het gaan, spelen de spieren van de onderste extremiteit een belangrijke rol in de schokabsorptie.¹¹ Spieren moeten in staat zijn belastingen op te vangen die ontstaan bij activiteiten in het dagelijks leven. Een bekend fenomeen van artrose is het verlies van spiermassa en het verlies van het aantal spiervezels, wat leidt tot een vermindering van spierkracht. Verminderde spierkracht veroorzaakt een grotere belasting in het tibiofemorale gewricht tijdens de standfase van het gaan.¹³ Verminderde spierkracht en spieratrofie zorgen er ook voor dat de onderste extremiteit de repeterende belasting tijdens het gaan minder goed kunnen opvangen, wat leidt tot een verminderde schokabsorptie. Bij de artrose groep resulteert dit tot een waarde van 2,22 en bij de gezonde groep tot een gemiddelde schokabsorptie van 2,91. In het onderzoek is echter gebruik gemaakt van 2 homogene groepen van verschillende leeftijden. De proefpersonen in de gezonde groep zijn gemiddeld 23,9 jaar oud en de proefpersonen in de artrose groep zijn gemiddeld 60,1 jaar oud. Het verschil in leeftijd tussen de verschillende groepen kan veel invloed hebben op de schokabsorptie, want zowel bij oudere mensen als bij artrose patiënten zijn symptomen van krachtvermindering en spieratrofie waar te nemen.^{12,13} Het verschil tussen beide groepen kan dus verklaard worden door verminderde kwaliteit van het kraakbeen, maar ook door gevolgen van het ouderwordingsproces. Om het leeftijdsverschil als oorzaak voor het verschil in schokabsorptie uit te sluiten, is het van belang in een eventueel vervolgonderzoek groepen van gelijke leeftijden te onderzoeken.

Uit de literatuur is gebleken dat oudere mensen in vergelijking met jongere mensen een verhoogde co-contractie vertonen tijdens het gaan.^{12,15} De verhoogde co-contractie bij oudere mensen wordt gezien als een strategie om de stijfheid van de gewrichten te verhogen tijdens het gaan. Dit doen ze door tijdens de zwaai- en standfase van het gaan de knie minder te flecteren.¹⁴ Deze strategie wordt toegepast om de stabiliteit tijdens het gaan te vergroten en het zorgt ervoor dat het onverwachtse verstoringen beter kan verdragen.^{12,14} Als tijdens de vroege standfase de knie meer in flexie is, is er sprake van een betere schokabsorptie.¹⁶ Door met een meer geflecteerde knie te lopen, gaan de krachtvectoren niet door het centrum van de knie waardoor de spieren de kans krijgen de schok te absorberen door middel van excentrische spiercontractie. Wanneer tijdens de vroege standfase het been meer geëxtendeerd neer komt, lopen de krachtvectoren meer door het centrum van de knie. Hierdoor gaat de schok in een directe route omhoog en is er weinig schokabsorptie van de actieve structuren. Dit kan een verklaring zijn van de verlaagde waarde (2,22) van de artrose groep, aangezien deze groep bestond uit ouderen. Door de verminderde schokabsorptie bij ouderen neemt naar waarschijnlijkheid de belasting in de knie toe, wat negatieve gevolgen heeft voor het gewrichtskraakbeen. Er moet dus meer onderzoek gedaan worden over dit onderwerp.

Een andere overeenkomst tussen oudere mensen en artrose patiënten is dat beide groepen mensen vaak een vertraagd looppatroon laten zien.²⁰ Het looppatroon is vertraagd door meerdere factoren, zoals pijn, een verminderde stabiliteit en een verminderde spierkracht. Onderzoek laat zien dat een vertraagd looppatroon de belasting op de knie verhoogd.^{16,21} De verhoogde belasting op de knie komt omdat mensen met een langzamer looptempo vaak lopen met co-contractie. Mensen met artrose laten door het vertraagd looppatroon een vermindering zien in het knie ad-

ductie moment, maar door het vertraagd looppatroon neemt de duur van de belasting op het mediale compartiment toe.²¹ Omdat beide groepen weer overeenkomsten laten zien wat waarschijnlijk negatieve gevolgen heeft voor de schokabsorptie, is het onduidelijk of de verminderde schokabsorptie van de artrose groep afkomstig is door schade aan het kraakbeen of dat het komt door ouderdomsverschijnselen.

In dit onderzoek is er uitsluitend gebruik gemaakt van accelerometrie data. In een vervolgonderzoek is het belangrijk ook de spierkracht bij de proefpersonen te testen. Het gebruik van accelerometers voor het bepalen van de schokabsorptie lijkt me niet relevant voor de fysiotherapie praktijk. De accelerometers zijn makkelijk te bevestigen en makkelijk te gebruiken, maar er zijn veel meer structuren die een rol spelen bij de schokabsorptie, dan slechts de enkel en het sacrum. Alleen het bepalen van de acceleraties geeft te weinig informatie. In de toekomst is er meer onderzoek nodig naar de schokabsorptie voor in de praktijk. Er moet inzichtelijk gemaakt worden bij welke acceleratie er een goede schokabsorptie is, dit is tot zo ver onbekend. Dit zou kunnen door middel van de acceleraties te koppelen aan een druk. Er is bekend dat er bij een bepaalde druk op het tibia plateau, namelijk 25 N/mm², het desbetreffende kraakbeen beschadigd.²³ Hierbij kun je een indicatie krijgen of een vermindering van de kwaliteit van het kraakbeen invloed heeft op de hoeveelheid druk dat blootstaat op het kraakbeen. Door de acceleraties te koppelen aan een druk zou je de waardes van de schokabsorptie tastbaarder kunnen maken. Hierdoor zou je een grenswaarde kunnen vaststellen wat een goede schokabsorptie is. Voor mijn onderzoek had ik niet genoeg informatie om de gemeten acceleraties te koppelen aan een druk, maar dit zou interessant zijn om in de toekomst verder te onderzoeken.

7. Conclusie

Aan de hand van dit onderzoek kunnen er geen uitspraken gedaan worden over of de resultaten die verkregen zijn in het onderzoek ($P=0,00$), in de rest van de populatie ook significant van elkaar verschillen. Door de grote verschillen in leeftijd tussen beide onderzoeksgroepen is het moeilijk om een eenduidige uitspraak te doen. Het proces van ouder worden gaat namelijk gepaard met een verlies van spierkracht en een veranderd looppatroon. Deze factoren beïnvloeden de schokabsorptie ook op een negatieve manier. Hierdoor is niet goed in kaart te brengen of de verlaagde waarde van de schokabsorptie binnen de artrose groep (2,22) veroorzaakt wordt door de degeneratie van het gewrichtskraakbeen, of dat deze resultaten te wijden zijn aan het ouderwordingsproces. Er is meer onderzoek nodig naar de schokabsorptie van artrotische patiënten en de schokabsorptie van gezonde mensen. Er moet dan gebruik worden gemaakt van 2 grotere onderzoeksgroepen, beide met een bredere en dezelfde leeftijdscategorie. Er moeten ook meerdere aspecten, zoals het effect van spierkracht en spieractivatie, onderzocht worden dan alleen de acceleraties.

8. Literatuur

- 1 Poos, M.J.J.C., Gommer, A.M., Ueters, E., et al. Hoe vaak komt artrose voor en hoeveel mensen sterven eraan? In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM, <<http://www.nationaalkompas.nl>> Nationaal Kompas Volksgezondheid\Gezondheid en ziekte\Ziekten en aandoeningen\Bewegingsstelsel en bindweefsel\Artrose, 24 juni 2009.
- 2 Zhang, Y., Jordan, J.M. Epidemiology of osteoarthritis. Clin Geriatr Med 2010; 26:355-69
- 3 Englund, M., Guermazi, A.L., Lohmander, S. The Meniscus in Knee Osteoarthritis. Rheum Dis Clin 2009; 35:579-590
- 4 Messner, K., Gao, J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. J. Anat. 1998;161-178
- 5 Whittle, M.W. Generation and attenuation of transient impulsive forces beneath the foot: a review. Gait and Posture 1999 ;10:264-275
- 6 Segal, N.A., Glass, N.A. Is Quadriceps Muscle Weakness a Risk Factor for incident or progressive knee osteoarthritis. The Physician and Sportsmedicine 2011;39
- 7 Bierma-Zeinstra, S., Verhagen, A.P. Osteoarthritis subpopulations and implications for clinical trial design. Arthritis Research & Therapy 2011;13-21
- 8 Englund, M. The role of biomechanics in the initiation and progression of OA of the knee. Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2010; 24:39-46
- 9 Henriksen, M., Simonsen, E.B., Graven-Nielsen, T. et al. Impulse-forces during walking are not increased in patients with knee osteoarthritis. Acta Orthopaedica 2006; 77 (4):650-656
- 10 Panjabi, M. The stabilizing system of the spine. part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. Journal of spinal disorders & techniques 1992; 5(4):383-389
- 11 Andrews, S., Shrive, N., Ronsky, J. The shocking truth about meniscus. Journal of Biomechanics 2011; 44: 2737-2740
- 12 Schmitz, A., Silder, A., Heiderscheit, B. et al. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. Journal of Electromyography and Kinesiology 2009; 19:1085-1091
- 13 Kim, L., Bennell, K.L., Wrigley, T.V., Hunt, M.A. et al. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. Rheumatic disease clinics of North America 2012; 39:145-176
- 14 Buijs, M. De diagnose 'instabiliteit' - een wankel verhaal? Versus Tijdschrift voor Fysiotherapie 2011; 29: 4-15
- 15 Acharya, R.U., Sree, V.S., Lim, M.C. Comparison of walking parameters obtained from the young, elderly and adults with support. Computer methods in biomechanics and biomedical engineering 2013; 16(11): 1202-1212
- 16 Lafortune, M.A., Lake, M.J., Hennig, E.M. Differential shock transmission response of the human body to impact severity and lower limb posture. J. Biomechanics 1996; 29(12): 1531-1537
- 17 Edwards, B.W., Derrick, T.R., Hamill, J. Musculoskeletal attenuation of impact shock in

- response to knee angle manipulation. *Journal of Applied Biomechanics* 2012; 28:502-510
- 18 Henriksen, M., Christensen, R., Alkjær, T. Influence of pain and gender on impact
loading during walking: A randomised trial. *Clinical Biomechanics* 2008; 23:221–230
- 19 Henriksen, M., Alkjær, T., Lund, H. et al. Experimental quadriceps muscle pain impairs
knee joint control during walking. *J Appl Physiol* 2007;103:132–139
- 20 Robbins, S., Waked, E., Krouglicof, N. Vertical impact increase in middle age may ex-
plain idiopathic weight-bearing joint osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;
82:1673- 677
- 21 Robbins, S.M.K., Maly, M.R. The effect of gait speed on the knee adduction moment de-
pends on waveform summary measures. *Gait & Posture* 2009; 30:543–546
- 22 Kumar, D., Manal, K.T., Rudolph, K.S. Knee joint loading during gait in healthy controls
and individuals with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 2013;21: 298-305
- 23 Repo, U. Finlay, J. B. Survival of Articular Cartilage after Controlled Impact. *The journal
of bone and joint surgery* 1977; 59(8):1068-1076

9. Bijlage

9.1 Geheimhoudingsverklaring

Naam: Bob van den Enden

Studentnr: 2110052

Titel:

Is er een verschil in schokabsorptie tussen een gezonde knie en een knie met artrose tijdens het gaan?

Inhoud (omschrijving):

1. Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven verbindt zich door ondertekening van deze verklaring, informatie met betrekking tot de verstrekte gegevens en uit onderzoek verkregen resultaten waarvan in het kader van bovengenoemd project praktijkgericht onderzoek kennis wordt genomen en waarvan bekend is of redelijkerwijs begrepen kan worden dat dit als geheim of vertrouwelijk wordt beschouwd, strikt geheim te houden.

2. Tevens geldt deze geheimhoudingsverplichting voor de werknemers van Fontys Paramedische Hogeschool, evenals voor anderen die op enigerlei wijze uit hoofde van hun functie toegang hebben of kennis nemen van bedoelde informatie.

3. Bovenstaande laat onverlet dat de student het project praktijkgericht onderzoek kan uitvoeren volgens geldende voorschriften en regels.

Student:

Begeleider:

Naam: Bob van den Enden

Naam:

(handtekening) Datum: __/__/____

(handtekening) Datum: __/__/____

Coördinator: voor ontvangst

Naam: _____

(handtekening) Datum: __/__/____

9.2 Overeenkomst overdracht rechten

OVEREENKOMST

houdende overdracht van rechten en de plicht tot
overdracht/retournering van data, software en andere middelen

Ondergetekenden:

1. de heer/mevrouw Bob van den Enden woonachtig te 5612 GE, Eindhoven aan de van Speijk-
straat 8, hierna aan te duiden als “Student”

en

2. Stichting Fontys h.o.d.n. Fontys Hogescholen, Rachelsmolen 1, 5612 MA Eindhoven, hierna
“Fontys”

CONSIDERANS

A. Student studeert aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven en heeft in het kader van zijn/haar studie, al dan niet tezamen met derden en/of in opdracht van derden, (diverse) activiteiten verricht, of zal deze nog verrichten, in het kader van onderzoeken die onder supervisie staan van het lectoraat van Fontys Paramedische Hogeschool. Voornoemde activiteiten zullen hierna worden aangeduid als “Lectoraat Studieactiviteiten”. Ten tijde van ondertekening van deze verklaring superviseert het lectoraat van Fontys Paramedische Hogeschool in ieder geval de onderzoeken die zijn opgesomd in bijlage 1, maar deze opsomming is niet uitputtend en kan in de toekomst veranderen.

B. Het is voor Fontys Paramedische Hogeschool van essentieel belang dat (uitwerkingen van) de Lectoraat Studieactiviteiten ongehinderd en zonder enige beperking verder kunnen worden ontwikkeld en toegepast door Fontys Paramedische Hogeschool en/of voor onderwijs van andere studenten kunnen worden gebruikt. Fontys wil in ieder geval – maar niet uitsluitend – (uitwerkingen van) de Lectoraat Studieactiviteiten (i) kunnen delen met en/of over te dragen aan derden, (ii) op eigen naam kunnen publiceren, waarbij Student mogelijk als co-auteur kan worden vernoemd mits dit gezien de omstandigheden redelijk is, (iii) kunnen gebruiken als basis voor nieuwe onderzoeksprojecten.

C. Als op (uitwerkingen van) Lectoraat Studieactiviteiten intellectuele eigendomsrechten (komen te) rusten en/of daaraan verwante aanspraken van Student, wensen partijen – het onder (B) genoemde in aanmerking nemend – dat Fontys Paramedische Hogeschool de enige rechthebbende ten aanzien van deze rechten en aanspraken is. Student wenst dan ook al zijn/haar huidige en toekomstige intellectuele eigendomsrechten alsook daaraan verwante aanspraken met betrekking tot (uitwerkingen van) de Lectoraat Studieactiviteiten aan Fontys over te dragen, onder de hierna te noemen voorwaarden;

D. Student wenst voorts de verplichting op zich te nemen – wederom het onder (B) genoemde in aanmerking nemend – om alle door hem/haar in het kader van (uitwerkingen van) de

Lectoraat Studietoelichtingen door hem/haar verzamelde data aan Fontys over te dragen en geen kopieën daarvan te bewaren, en eveneens alle in het kader van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen aan hem/haar door Fontys verstrekte eerder verzamelde data, software en/of andere middelen, zoals meet- en testapparatuur, aan Fontys te retourneren zonder kopieën daarvan te bewaren, dit alles onder de hierna te noemen voorwaarden.

KOMEN OVEREEN ALS VOLGT

1. Overdracht intellectuele eigendomsrechten

1.1 Student draagt hierbij over aan Fontys Paramedische Hogeschool al zijn/haar huidige en toekomstige intellectuele eigendomsrechten en aanverwante aanspraken met betrekking tot (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen, voor de volledige duur van die rechten.

1.2 Onder intellectuele eigendomsrechten en/of daaraan verwante aanspraken wordt tenminste – maar niet uitsluitend – verstaan het auteursrecht, het databankenrecht, het octrooirecht, het merkenrecht, het handelsnamenrecht, het tekeningen- en modellenrecht, het kwekersrecht, bescherming van knowhow en bescherming tegen oneerlijke mededinging.

1.3 De in 1.1 omschreven overdracht is onbeperkt. Zodoende omvat de overdracht alle aan de overgedragen rechten en aanspraken verbonden bevoegdheden, en geldt de overdracht voor alle landen ter wereld.

1.4 Voor zover enige nationale wetgeving enige nadere medewerking van Student vereist voor de overdracht genoemd onder 1.1, zal Student deze medewerking op eerste verzoek van Fontys Paramedische Hogeschool onmiddellijk en zonder enig voorbehoud verlenen.

1.5 Fontys aanvaardt de in 1.1 omschreven overdracht.

2. Afstand van persoonlijkheidsrechten

2.1 Voor zover toegestaan onder artikel 25 Auteurswet, en andere eventueel toepasselijke nationale wetgeving, doet Student afstand van zijn/haar persoonlijkheidsrechten, waaronder begrepen – maar niet uitsluitend – het recht op vermelding van de naam van Student en het recht zich te verzetten tegen wijzigen van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen. Indien en voor zover aan Student onder enige nationale wetgeving een beroep toekomt op persoonlijkheidsrechten ondanks het bovenstaande, zal Student zich niet op onredelijke gronden op deze persoonlijkheidsrechten beroepen.

2.2 In afwijking van hetgeen in 2.1 is bepaald kan Fontys Paramedische Hogeschool besluiten de naam van Student wel te vermelden als dit gezien de omvang van zijn/haar bijdrage en werkzaamheden redelijk is.

3. Vergoeding

Student gaat ermee akkoord dat hij/zij geen vergoeding voor de in deze verklaring omschreven rechtenoverdracht en -afstand van Fontys zal ontvangen.

4. Garantie ten aanzien van intellectuele eigendomsrechten

Student verklaart bevoegd te zijn tot de overdracht en afstand, en verklaart geen licentie(s) tot enigerlei wijze van gebruik van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen aan enige derde(n) te hebben verleend of in de toekomst te zullen verlenen. Student vrijwaart Fontys voor iedere aanspraak van derden in dit kader.

5. Plicht tot overdracht/retournering van data, software en andere middelen

5.1 Op het moment dat Student niet langer Lectoraat Studietoelichtingen verricht en/of niet langer student van Fontys is, verplicht Student zich tot overdracht aan Fontys van alle in het kader van (uitwerkingen van) de Lectoraat Studietoelichtingen door hem/haar verzamelde data, in de ruimste zin van het woord, daaronder begrepen – maar niet uitsluitend – onderzoeken en onderzoeksresultaten, tussentijdse notities, documenten, afbeeldingen, tekeningen, modellen, prototypes, specificaties, productiemethoden, procesbeschrijvingen en techniekbeschrijvingen.

5.2 Student garandeert op geen enkele wijze, in welke vorm dan ook, kopieën van de in 5.1 bedoelde data bewaard te hebben.

5.3 Student verplicht zich om aan Fontys te retourneren alle in het kader van de Lectoraat Studietoelichtingen aan hem/haar door Fontys verstrekte data, software en/of andere middelen, en garandeert op geen enkele wijze, in welke vorm dan ook, kopieën van de verstrekte software en/of andere middelen bewaard te hebben.

5.4 Student gaat ermee akkoord dat indien hij in strijd met de verplichtingen en garanties genoemd onder 5.1 tot en met 5.3 handelt en/of gehandeld blijkt te hebben, (a) hij/zij aansprakelijk is voor alle schade die Fontys hierdoor heeft geleden en/of nog zal lijden, en (b) dat dit als fraude kwalificeert en Fontys daaraan passende sancties mag verbinden. De door Fontys op te leggen sancties kunnen onder meer bestaan uit het niet toekennen van studiepunten, het tijdelijk uitsluiten van Ondergetekende van deelname aan examens, maar ook uit het definitief uitschrijven van Ondergetekende als student van Fontys.

6. Afstand

Student doet afstand van het recht op ontbinding van deze overeenkomst.

7. Overig

7.1 Voor zover deze overeenkomst afwijkt van het studentenstatuut geldt dat deze overeenkomst voor gaat.

7.2 Deze overeenkomst wordt beheerst door Nederlands recht. Alle uit deze verklaring voortvloeiende geschillen zullen worden voorgelegd aan de bevoegde rechter te Amsterdam.

Student:

Stichting Fontys
h.o.d.n. Fontys Hogescholen
begeleider:

Naam: Bob van den Enden

Naam: _____

(handtekening)

(handtekening)

Datum: __/__/____

Datum: __/__/____

Plaats: _____

Plaats: _____

9.3 Informed consent

Fysiotherapie
Informed Consent



Titel: Bewegen met Artrose

Onderzoekers:
Kai Schröder
Thomas Marijnissen
Roderick Barbij
Bob van den Enden
Marloes Cox

Doel

U bent uitgenodigd om deel te nemen in een onderzoek. Het doel van dit onderzoek is het verschil te onderzoeken tussen het looppatroon, traploopp parameters en kinematica tijdens het opstaan van een kruk, de schokabsorptie tijdens het gaan en het effect van gait retraining op de schokabsorptie van knie artrosepatiënten en gezonde proefpersonen. Op deze manier wordt getracht de behandeling van artrose beter te kunnen onderbouwen/het effect van de therapie te kunnen vergroten. U bent voor dit onderzoek uitgenodigd omdat u aan de inclusie criteria van het onderzoek voldoet. In dit onderzoek zullen ongeveer 15 proefpersonen gemeten worden. Deelname aan dit onderzoek zal één keer ongeveer twee uur van uw tijd in beslag nemen.

Procedures:

Als u besluit deel te nemen aan dit onderzoek, zullen er meerdere markers en accelerometers op u bevestigd worden. Het is noodzakelijk om de lokatie van bepaalde botstructuren te bepalen door deze uitwendig aan uw lichaam te voelen, teneinde positie data te kunnen verzamelen van uw lichaam in de ruimte. U zal voor het onderzoek gaan lopen, traplopen (ca. 20cm hoog afstappen), opstaan van een kruk, een “silly walk” uitvoeren en gait retraining strategieën mediale thrust en trunk lean toepassen tijdens het gaan. Per opdracht zal er een zestal bruikbare metingen van u gevraagd worden. De metingen worden in een vooraf bepaalde volgorde aan u aangeboden. Tussen de metingen in zal steeds voldoende rust zijn ingebouwd. Gedurende de metingen wordt u verzocht om de instructies van de onderzoeker nauwkeurig op te volgen teneinde vergelijkbare data te verkrijgen. Tevens zal gevraagd worden om twee vragenlijsten in te vullen. Alle metingen zullen in het MARTlab van Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven uitgevoerd worden.

Risico's

Gedurende de metingen zal u geen gezondheidsschade oplopen. Tevens zijn de risico's tijdens het onderzoek niet groter dan bij gewone activiteiten in het dagelijks leven.

Voordelen

Deelname aan dit onderzoek zal geen duidelijk waarneembare gevolgen hebben voor uzelf. Aan het eind van het onderzoek hopen we meer inzicht te hebben in de normwaarden voor variabiliteit van (trap)lopen en opstaan van een kruk bij gezonde mensen vs. knie artrosepatiënten.

Vrijwillige deelname en terug trekken

De deelname aan dit onderzoek is geheel vrijwillig en u bent niet verplicht deel te nemen aan de metingen. Als u besluit deel te nemen aan dit onderzoek en verandert na deelname van gedachten om wat voor een reden dan ook, ben u vrij om te stoppen en uit te stappen op elk moment van het onderzoek.

Vertrouwelijke gegevens

In dit onderzoek zullen we uw data en de waarnemingen privé houden zoals bij de wet bepaald is. Alleen bovenstaande onderzoekers zullen toegang hebben tot de data. We zullen uw proefpersoon nummer gebruiken in plaats van u initialen of naam in elke vorm van verslaggeving.

Contact

Neem contact op met:

- Kai Schröder, k.schröder@student.fontys.nl of op mobiel: 0648433133,
- Thomas Marijnissen, thomas.marijnissen@student.fontys.nl of op mobiel: 0654380524
- Roderick Barbij, r.barby@student.fontys.nl of op mobiel: 0654380524
- Bob van den Enden, bob.vandenenden@student.fontys.nl of op mobiel: 0622880330
- Marloes Cox, marloes.cox@student.fontys.nl of op mobiel: 0652533905

Als u meer vragen heeft over dit onderzoek. Als u bereidt bent vrijwillig deel te nemen aan dit onderzoek, teken dan onderstaande verklaring.

Ik, ondergetekende _____

verklaar kennis genomen te hebben van de informatie over de inhoud, uitvoering en strekking van het onderzoek met de titel: 'Bewegen met Artrose' Ik begrijp de opzet en het doel van het onderzoek en ik weet wat van mij verwacht wordt.

Plaats: _____

Datum: _____

Handtekening deelnemer: _____

Naam projectuitvoerder: _____

Handtekening projectuitvoerder: _____

N.B. Dit formulier is in tweevoud verstrekt. Eén exemplaar is voor de projectuitvoerder, het andere exemplaar is voor u bestemd.

9.4 Markeringsprotocol

