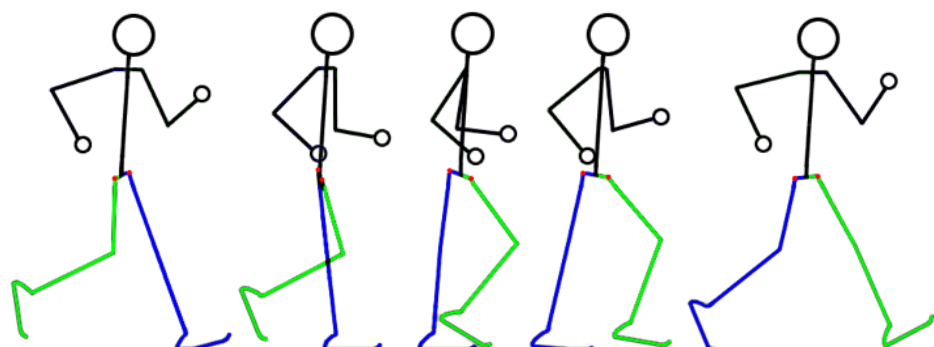


Afstudeerscriptie

Er bestaan temperospatiele veranderingen van het gaan bij mensen met gonartrose: een literatuurstudie



Studenten:

Johanna Dörter 0800465

Judith Metzer 0832073

Groep:

325

Begeleider:

Ton Lenssen

Datum:

30.05.2012

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hogeschool Zuyd.

Voorwoord

Wij hebben deze scriptie geschreven als afstudeeropdracht voor de opleiding fysiotherapie aan de Hogeschool Zuyd te Heerlen. In overleg met onze scriptiebegeleider Ton Lenssen, is afgesproken, dat de scriptie zich richt op de temperospatiele veranderingen van het gaan bij mensen met knieartrose. Wij hebben voor dit afstudeeronderwerp gekozen omdat wij vinden dat artrose in het algemeen een grote impact heeft op het dagelijkse functioneren. Ook vinden wij dat ganganalyses een essentieel onderdeel zijn binnen de fysiotherapie. Onze voorkeur was om een literatuurstudie uit te voeren omdat wij voor onze derde stage naar het buitenland zijn vertrokken en een literatuurstudie voor ons beter was te realiseren. Zo waren wij minder afhankelijk van een bepaalde vestigingsplaats om onderzoeken uit te voeren. Ons doel van deze studie is of er veranderingen bestaan in het temperospatiele gaan bij mensen met knieartrose en de veranderingen te vergelijken met mensen zonder knieartrose.

Dankwoord

Allereerst willen wij van harte onze scriptiebegeleider Ton Lenssen en onze tweede beoordelaar Ronnie Minnaard bedanken. Zij stonden altijd open voor onze vragen en hebben door het bijdragen van hun feedback ons ondersteund en geholpen deze scriptie te schrijven. Ook willen wij de mensen bedanken die onze scriptie hebben gecorrigeerd op spel- en taalfouten. Een extra woord van dank gaat uit naar onze familie en vrienden die ons ondersteund hebben tijdens het schrijven van de scriptie.

Met de hulp van bovengenoemde kon de scriptie tot stand komen.

Johanna Dörter, Judith Metzger

Inhoudsopgave

ABSTRACT	1
1. INLEIDING.....	2
2. METHODE.....	5
2.1. Literatuursearch.....	5
2.2. Selectie van de artikelen.....	6
2.3. Data descriptie.....	7
2.4. Data analyse	7
3. RESULTATEN.....	9
3.1. Selectie procedure.....	9
3.2. Descriptie van de artikelen	10
3.2.1. Demografische gegevens	10
3.2.2. Methodologische kwaliteit	11
3.2.3. Analyse van de gekozen parameters.....	14
3.2.3.1. Loopsnelheid.....	15
3.2.3.2. Stapfrequentie.....	17
3.2.3.3. Schredelengte.....	19
3.2.4. Invloed van de graad van knieartrose op gekozen parameters	20
4. DISCUSSIE	22
4.1. Antwoord op de vraagstellingen	22
4.2. Vergelijking van resultaten met een systematische review.....	22
4.3. Sterktes en zwaktes van de studie.....	23
4.4. Aanbevelingen voor de praktijk en verder onderzoek.....	25
LITERATUURVERWIJZING.....	26

Abstract

Doel:

Een conclusie kunnen trekken of er temperospatiele veranderingen in het looppatroon zijn m.b.t. de parameters loopsnelheid, schredelengte en stapfrequentie bij mensen met knieartrose. Dit in vergelijking met mensen zonder knieartrose en of de graad van knieartrose invloed heeft op de mate van temperospatiele veranderingen in het looppatroon.

Methode:

Er werd een literatuursearch in de periode van begin augustus tot begin december 2011 in PubMed, MEDPILOT, Cochrane Library en PEDro uitgevoerd. Over de in- of exclusie werd eerst op basis van titel en abstract beslist en vervolgens aan de hand van de volledige versie. Er werd aandacht besteed aan de methodologische kwaliteit van de populaties en de metingen.

Resultaten en conclusie:

Van 1408 artikelen werden 21 artikelen geselecteerd, waarvan 1053 mensen met gonartrose en 502 gezonde deelnemers. Er bestaan temperospatiele veranderingen in het looppatroon bij mensen met knieartrose in vergelijking met mensen zonder knieartrose. In vergelijking met de gezonde deelnemers is bij mensen met gonartrose de gemiddelde loopsnelheid 6,76% trager, de stapfrequentie 11,1% lager en de schredelengte 7,5% korter. Aangeduid wordt dat hoe ernstiger de graad van artrose is, hoe groter de mate van temperospatiele veranderingen in het looppatroon.

1. Inleiding

In deze scriptie wordt de samenhang tussen artrose en de veranderingen van het looppatroon verhelderd.

Artrose is de meest voorkomende reumatische aandoening waar sprake is van het verlies van de structuur en de functie van het gewrichtskraakbeen (1-7). Door de degeneratie van het kraakbeen en de vervorming van het bot sluiten de gewrichtshelften niet goed op elkaar (1-4, 6, 7). Mensen met artrose ervaren meestal pijn, stijfheid en bewegingsbeperkingen van het aangedane gewricht (1, 2, 4, 8-10). Ten gevolge van deze symptomen kunnen stoornissen en beperkingen in dagelijkse activiteiten ontstaan, welke van invloed kunnen zijn op de maatschappelijke participatie (2, 4, 7, 9, 11). De internationale naam van artrose is osteoarthritis (1, 2, 7, 10). Vrijwel iedereen die ouder is dan 75 jaar heeft artrose in minstens één gewricht (2, 7). De verwachting in Nederland is dat de prevalentie tussen het jaar 2000 en 2020 met bijna 40 % vanwege de demografische ontwikkelingen zal stijgen (2, 12). Op grond van de hoge prevalentie en de prognose dat de prevalentie in de toekomst zal stijgen is het belangrijk om wetenschappelijke studies gericht op artrose, de gevolgen en de mogelijke therapieën voor mensen met artrose te bevorderen.

Een goede afstemming tussen de gewrichtsoppervlakken en het steunende kapsel, banden en spieren is noodzakelijk voor het intact houden van een gewricht (5). Deze bepalen de bewegingsmogelijkheden. Als er sprake is van een beschadiging van het gewrichtskraakbeen kan dit uiteindelijk tot degeneratie en disfunctioneren leiden (1, 4, 5, 10). Disfunctionaliteit kan niet alleen stoornisgericht gezien worden. Ook kan deze invloed hebben op het activiteitsniveau en als gevolg hiervan op participatieniveau (2, 4, 7, 9, 11). Op grond van het feit, dat ons lichaam in ketens werkt, kunnen door een disfunctie in een lichaamsstructuur of -systeem afwijkingen in het hele looppatroon ontstaan (13). Verder kan een afwijkend looppatroon ook door pijnklachten worden veroorzaakt (13). Ondanks dat iemand fysiek in staat is normaal te lopen, kan hij op grond van de pijnklachten compenseren (13). De veranderingen in het looppatroon kunnen door gonartrose worden veroorzaakt.

Uit een eerste screening van de literatuur lijken de volgende afwijkingen in het looppatroon bij mensen met knieartrose aanwezig te zijn: een vertraagd looptempo (14-18), een verminderde bewegingsuitslag van de knie (14, 19-21), een groter knie adductie moment (14, 15), een beperkte bewegingsuitslag in de enkel (14, 15, 22) en een grotere mediolaterale circumductie van de knie (23-25). Aan de hand hiervan wordt duidelijk dat er al veel studies over de veranderingen van het looppatroon bij mensen met knieartrose zijn gedaan. Het blijkt dat zowel de kinematische (onderdeel van de aspecten van beweging, zonder rekening te houden met massa en kracht (26)) als de kinetische (leer van de bewegingskrachten (26)) aspecten van het gaan worden beschreven. Er bestaat een grote bandbreedte van verschillende parameters. Na overleg met ons begeleider werd besloten om zich te richten op de temperospatiele aspecten van het gaan. Met de term “temperospatiele aspecten van het gaan” (lat.*tempus* = tijd, lat.*spatium* = ruimte (27)) wordt de bewegingsleer die gerelateerd is aan tijd en ruimte bedoeld. In deze studie worden de temperospatiele parameters (loopsnelheid, schredelengte en stapfrequentie) bij mensen met knieartrose geanalyseerd en gekeken in hoeverre de parameters verschillen ten opzichte van mensen zonder knieartrose.

Het doel van deze literatuurstudie is een completer beeld te krijgen over afwijkingen in temperospatieel gangbeeld bij mensen met gonartrose door systematisch te zoeken naar aanwezige literatuur. De parameters van de populatie zowel met als zonder knieartrose worden met elkaar vergeleken om de temperospatiele gangbeeldafwijkingen van mensen met knieartrose te kunnen beschrijven. Deze aard van literatuuroverzicht vergemakkelijkt het voor de zorgverlener om op de hoogte te blijven van de aanwezige kennis op dit terrein in de literatuur. De resultaten van deze studie kunnen dienen als basis voor vervolgstudies. Een voordeel van deze systematische review kan het opsporen van tegenstrijdige resultaten zijn die tot nieuwe onderzoekshypothesen kunnen leiden. Verder kan deze studie voor fysiotherapeuten als ook voor andere disciplines voor de analyse van het pathologisch looppatroon van meerwaarde zijn.

Het voorgaande heeft als uitkomst de volgende vraagstelling en subvraagstelling:

Bestaan er temperospatiele veranderingen in het looppatroon m.b.t. de parameters loopsnelheid, schredelengte en stapfrequentie bij mensen met knieartrose in vergelijking met mensen zonder knieartrose?

Subvraagstelling:

Heeft de graad van knieartrose invloed op de mate van temperospatische veranderingen in het looppatroon?

2. Methode

Om na te kunnen gaan welke artikelen voor de studie werden geselecteerd wordt in dit hoofdstuk stapsgewijs beschreven hoe het literatuuronderzoek werd uitgevoerd. Tevens wordt de manier beschreven waarop de geselecteerde artikelen werden geanalyseerd.

2.1. Literatuursearch

In de periode van begin augustus tot begin december 2011 werden de volgende vier databanken onderzocht: PubMed, MEDPILOT, Cochrane Library en PEDro. Om de literatuursearch niet te zeer te beperken werd ervoor gekozen alleen maar de volgende zoektermen te gebruiken: Osteoarthritis, Knee, Gait. Omdat er verschillende zoekstrategieën op de internetpagina's van de databanken worden gehanteerd werden voor elke databank de specifieke stappen gedocumenteerd (Tabel 1). Het onderzoek werd niet door het kiezen van talen beperkt maar de zoektermen werden alleen in het Engels ingevoerd. Verder werd geen gebruik gemaakt van andere limieten.

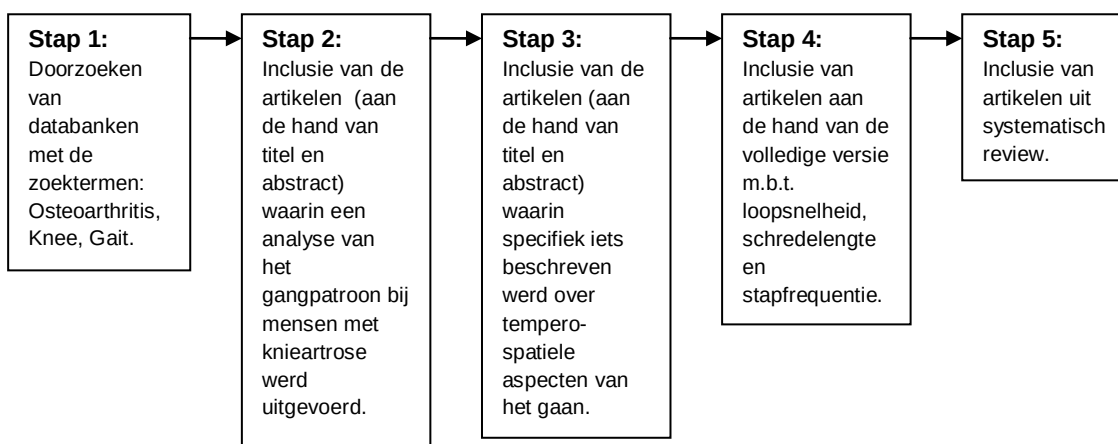
Tabel 1: Zoekstappen in databanken

Databank	Invoer in invulveld	Verdere invoeren
PubMed	"Osteoarthritis Knee Gait"	—
MEDPILOT	"Osteoarthritis Knee Gait"	1. Dokumenttyp: Artikel
Cochrane Library	"Osteoarthritis Knee Gait"	1. Search: All content 2. Edit search: Search for: Abstract
PEDro	"Osteoarthritis Knee Gait"	1. Simple search

2.2. Selectie van de artikelen

In de volgende stap werden de artikelen geselecteerd waarin een analyse van het gangpatroon bij mannen en vrouwen met knieartrose werd gedaan (Figuur 1). Dit gebeurde op basis van titel en abstract. Het screenen van de artikelen werd door de twee onderzoekers onafhankelijk van elkaar uitgevoerd. Indien de twee beoordelaars van mening verschilden werd het artikel samen bekeken en werden artikelen op basis van consensus ge-in- of excludeerd. Van de overgebleven artikelen werden aan de hand van de abstracts alle studies geexcludeerd waarin alleen maar kinetische parameter werden onderzocht en waarin niet specifiek iets beschreven werd over temperospatiele aspecten van het gaan. Vervolgens werden de artikelen aan de hand van de volledige versie gescreend op de gekozen temperospatiele parameters: loopsnelheid, schredelengte en stapfrequentie. De artikelen die deze parameters niet beschreven werden geexcludeerd. Verder werd gekeken of de studies informatie gaven over het aantal deelnemers, de gemiddelde leeftijd en Body Mass Index (BMI). Ook was een voorwaarde voor de inclusie dat de meetwaarden en meeteenheden van alle parameters met elkaar vergelijkbaar waren. Onafhankelijk van elkaar hebben de twee onderzoekers ook in deze fase de studies met elkaar vergeleken en een keuze gemaakt tussen uitsluiten of opnemen in de review. Indien de twee beoordelaars twijfelden werd het artikel samen bekeken en werden ook hier artikelen op basis van consensus ge-in- of excludeerd. Tijdens het literatuursearch werd een systematische review gevonden waarin de gangbeeldveranderingen bij mensen met knie- en heupartrose werden onderzocht. De artikelen waarvan de review gebruik heeft gemaakt werden met de gekozen artikelen van onze studie vergeleken. De artikelen die in onze studie niet waren geincludeerd worden op hun parameters onderzocht en aan de hand hiervan gein- of geexcludeerd. Omdat in onze studie een vergelijking werd uitgevoerd tussen mensen met en zonder knieartrose is gekeken dat de onderzoeksgroep van mensen met knieartrose en de controlegroep van mensen zonder knieartrose groot genoeg was. Aan de hand hiervan werd ervoor gekozen geen verder literatuursearch uit te voeren naar artikelen die het gangpatroon van mensen zonder knieartrose onderzoeken. De artikelen die niet online verkrijgbaar waren, zijn verkregen via Ton Lenssen, onderzoekscoördinator van de afdeling fysiotherapie in het academisch ziekenhuis Maastricht.

Figuur 1: Inclusie proces



2.3. Data descriptie

Voor de beschrijving en analyse van de primaire studies werden de volledige versies van de publicaties onderzocht en in een tabel samengevat. Met behulp van deze tabellen werden de populaties, de meetinstrumenten, de meetprotocollen en de uitkomstmaten voor elke studie beschreven om deze vervolgens met elkaar te kunnen vergelijken. De demografische gegevens van de populaties zijn per studie gerepresenteerd door het vermelden van het aantal deelnemers, de gemiddelde leeftijd en de gemiddelde BMI. Voor de populatie met knieartrose werd, zo mogelijk de graad van artrose aangegeven. Als de studies genoeg informatie gaven over de graad van artrose, werd in deze studie geanalyseerd of de temperospatiele parameters beïnvloed werden door de ernst van artrose. Om een uitspraak te doen over de validiteit en de betrouwbaarheid van de studies werd in elke studie naar de meetinstrumenten en de meetprotocollen gekeken. In de resultaten werd ook gepresenteerd hoeveel studies en hoe veel deelnemers met en zonder knieartrose per parameter werden onderzocht. Hierna werden de resultaten van de parameters (loopsnelheid, stapfrequentie en schredelengte) zowel voor de mensen met als zonder knieartrose vergeleken zodat er een uitspraak kon worden gedaan of er temperospatiele veranderingen van het gaan bij mensen met knieartrose bestaan.

2.4. Data analyse

Voor de analyse van de populaties werd de leeftijd uitgedrukt in 'jaren' en de Body Mass Index in 'kg/m²'. Als in de controlegroep verschil werd gemaakt tussen

mannen en vrouwen werden deze samengevat en met een gemiddelde waarde van de totale groep aangegeven. Voor de analyse van de parameters werd de loopsnelheid in 'meter per seconde (m/sec)', de stapfrequentie in 'stappen per minuut (stappen/min)' en de schredelengte in 'meter (m)' uitgedrukt. Belangrijk voor de analyse van de drie parameters was dat deze tijdens een normale loopsnelheid werden berekend. Als er meerdere onderzoeksseries voor de parameters werden uitgevoerd, werd ook hier het gemiddelde genomen. De gemiddelde waarden en standaarddeviaties zowel van de populaties als van de parameters werden in Excel ingevoegd en het gewogen gemiddelde van alle studies berekend. Vervolgens werd per parameter in procent weergegeven hoe groot het verschil was tussen de mensen met knieartrose en de gezonde populatie. De studie met de meeste patiënten telde het zwaarst en het onderzoek met de minste patiënten het lichtst. De berekeningen werden zo uitgevoerd dat aan het resultaat van iedere studie een gewicht werd toegekend, afhankelijk van het aantal deelnemers in de studie. Tevens werd het betrouwbaarheidsinterval berekend om aan te geven tussen welke uiterste waarde het populatiegemiddelde geschat wordt. De resultaten werden als nodig afgerond tot twee cijfers achter de komma. Er werd in elke studie naar de diagnose van artrose gekeken. Vervolgens werd een vergelijking gemaakt tussen de gemiddelde waarden van de temperospatische parameters bij mensen met matige artrose en bij mensen met ernstige artrose. In procent werd aangegeven hoe groot het verschil was per parameter tussen de twee groepen.

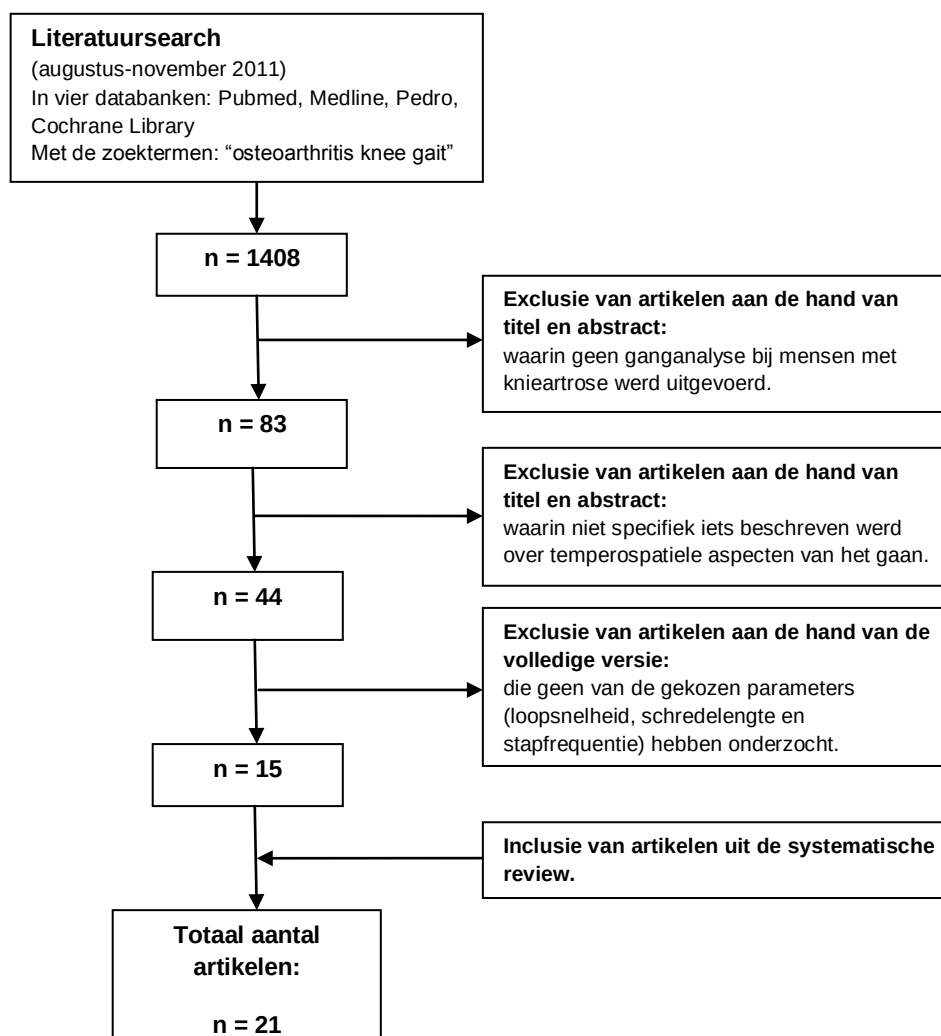
3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de gekozen artikelen van de literatuursearch gepresenteerd. Verder worden de studies op hun inhoud geanalyseerd.

3.1. Selectie procedure

De literatuursearch leverde in totaal 1408 artikelen op. De in- en exclusie stappen en de hieruit voortvloeiende aantal geincludeerde studies zijn weergegeven in figuur 2. Aan de hand van titel en abstract werden die artikelen geexludeerd waarin geen ganganalyse bij mensen met knieartrose werd uitgevoerd. Hierna bleven 83 artikelen over. In de volgende stap werden de artikelen geexludeerd die geen temperospatiele aspecten van het gaan in titel en abstract vermelden. Er bleven 44 artikelen over. Nadat de volledige versies werden onderzocht op tenminste een van de gekozen parameters (loopsnelheid, schredelengte en stapfrequentie) bleven vijftien artikelen over. Daarnaast zijn nog zes studies geincludeerd die via de systematisch review uit 2008 werden gevonden (18). Uiteindelijk zijn 21 artikelen in deze studie geincludeerd.

Figuur 2: Selectie proces



3.2. Descriptie van de artikelen

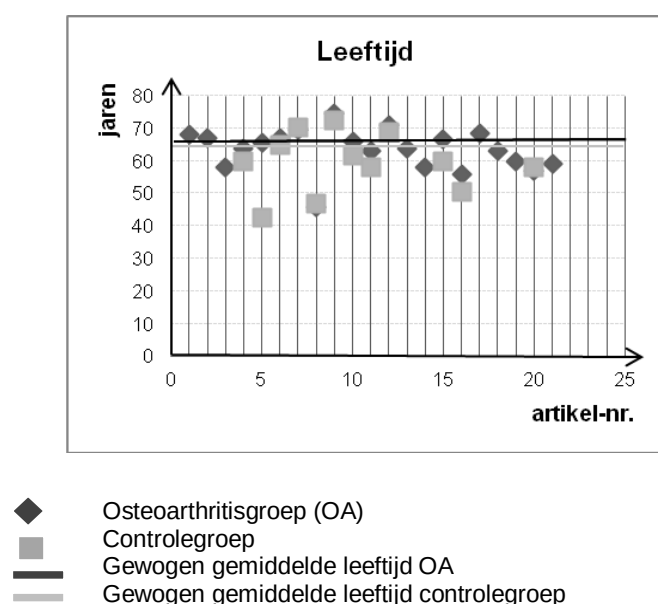
In het volgende gedeelte worden de demografische gegevens van de populaties en de methodologische kwaliteit van de artikelen vermeld.

3.2.1. Demografische gegevens

In alle 21 studies werden mensen met knieartrose onderzocht. Het totaal aantal mensen met knieartrose was 1053. In twaalf studies werden mensen zonder knieartrose onderzocht. Het totaal aantal mensen zonder knieartrose was 502. In alle studies werd de gemiddelde leeftijd vermeld voor de mensen met en zonder

knieartrose. De spreidingswaarde van de gemiddelde leeftijd van alle studies van de mensen met knieartrose bedroeg 46 - 74,5 jaar. De gewogen gemiddelde leeftijd van de mensen met knieartrose uit alle studies was 63,85 jaar. De spreidingswaarde van de gemiddelde leeftijd van de mensen zonder knieartrose van alle studies bedroeg 42,6 - 72,5 jaar. De gewogen gemiddelde leeftijd van de populaties zonder knieartrose was 65,75 jaar (Figuur 3). De gemiddelde BMI van de mensen met knieartrose werd gerapporteerd in alle 21 studies en was hoog met een gewogen gemiddelde van 30,42 kg/m² in vergelijking met de gemiddelde BMI van de gezonde populatie die uit twaalf studies werd berekend met een gewogen gemiddelde van 26,55 kg/m². De graad van artrose werd in tien studies aangegeven. Acht studies vermeldden de graad van artrose met de Kellgren & Lawrence classificatie en twee studies met de Ahlbäck's classificatie.

Figuur 3: Gemiddelde leeftijd van mensen met en zonder gonartrose per studie



3.2.2. Methodologische kwaliteit

In zestien studies werd gebruik gemaakt van een loopplank, variërend van 4,6 tot 30 m. De gemiddelde lengte van de loopplanken was 10,27 m. Informatie over de loopafstand werd in acht studies gegeven. De loopafstanden varieerde tussen 30 m en 150 m. De gemiddelde loopafstand was 53,44 m. In alle studies werd aan de mensen gevraagd om met een gemiddelde loopsnelheid te lopen. In veertien

studies werd er gebruik gemaakt van 'video motion systems' om de temperospatiele parameters te meten. De systemen bevatten meerdere videocamera's om de markers op te sporen die op verschillende plaatsen van het lichaam vastgezet werden. Vervolgens werden de driedimensionale coördinaten van de markers van computersystemen geanalyseerd. In vijf studies werd gewerkt met 'footswitch features' die de temperospatiele variabelen berekenden. Een studie gebruikte een elektronisch loopmat (28). De mat bevatte sensoren die een computer detecteerde om de temperospatiele variabelen te berekenen. Deze meetinstrumenten werden in de literatuur alle beschreven als valide (29-31). Een andere studie maakte gebruik van een 'Bessou's locometer' (32). Er werd geen literatuur gevonden waarin dit meetinstrument als valide werd gekeurd (overzicht zie tabel 2).

Tabel 2: Demografische gegevens (aangegeven met het gemiddelde) en methodologische gegevens van de osteoarthritisgroep (OA) en de controlegroep per studie

Artikel- nr.	Studies	OA patiënten			Controlegroep			OA diagnose		Force plates	Meetprotocol Loopplank (m)	Pogingen	Meetinstrumenten valide
		Aantal	Leeftijd (jaar)	BMI (kg/m ²)	Aantal	Leeftijd (jaar)	BMI (kg/m ²)	classificatie	grade				
1	Fransen et al. (30)	41	68	29,99						X	8	5	ja
2	Debi et al. (28)	134	67,2	31,2				K & L	1 t/m 4	X		6	ja
3	Shakoor et al. (33)	48	58	58				K & L	2 t/m 3	X			ja
4	Cheing et al. (34)	66	63,7	27	10	59,9	24,95	K & L	> 2	X	7,5	5	ja
5	Chen et al. (35)	20	65,5	26,31	35	42,6	23,49	Ahlbäck	1 t/m 2	X	10		ja
6	Solak et al. (36)	24	67	31,25	12	65	31,64			X	4,6		ja
7	Kirkwood et al. (37)	38	69,6	31,1	40	70,3	27,2	K & L	2 t/m 3	X	7		ja
8	Lind et al. (38)	13	46	28	9	47	25			X	10		ja
9	Ko et al. (15)	60	74,5	27,82	268	72,5	26,76			X	10		ja
10	Berth et al. (39)	50	65,8	31	15	61,7	26,3	K & L	3 t/m 4		7	5	ja
11	Zeni et al. (40)	30	63	29,75	15	58	25,58	K & L	> 2	X	10		ja
12	Al-Zahrani et al. (20)	58	71	28,28	25	69	26,89			X	15	3	ja
13	Ogrodzka et al. (41)	33	63,7	32,37									ja
14	Nebel et al. (42)	179	57,9	34,3				K & L		X	30	5	ja
15	Oullet et al. (43)	16	66,8	29,09	18	60	26,42			X	10	5	ja
16	McKean et al. (44)	39	56,05	30,6	42	50,45	24,55	K & L	1 t/m 3	X		5	ja
17	Parent et al. (45)	65	68,6	31,2							10	3	ja
18	Börjesson et al. (46)	40	63	27,87				Ahlbäck	1 t/m 3	X	5	8	ja
19	Blin et al. (32)	11	60	29,34							10		?
20	Gök et al. (47)	13	57	31,24	13	58	31,24			X			ja
21	Shakoor et al. (48)	75	59	28,4				K & L	2 t/m 3	X			ja

K

K&L Kellgren en Lawrence

BMI Body Mass Index

3.2.3. Analyse van de gekozen parameters

Tabel 3: Overzicht van het aantal studies en patiënten met spreidingswaarden per parameter

	Aantal studies OA / controle	Aantal patiënten OA / controle	Spreidingswaarden OA / controle
Loopsnelheid	18 / 9	959 / 440	11-179 / 10-268
Stapfrequentie	11 / 6	530 / 356	13-134 / 10-268
Schredelengte	13 / 10	462 / 452	11-66 / 10-268

Zoals in tabel 3 aangegeven werd in achttien studies de loopsnelheid van mensen met knieartrose berekend. Het totaal aantal mensen met knieartrose uit deze achttien studies bevatte 959 mensen met een spreidingswaarde van 11-179. De loopsnelheid van mensen zonder knieartrose werd aan de hand van negen studies berekend met een totaal aantal van 440 mensen. Voor alle drie parameters bedroegen de spreidingswaarden voor het aantal patiënten zonder knieartrose 10-268. In elf studies werd met een totaal aantal van 530 mensen en met een spreidingswaarde van 13-134 de stapfrequentie van mensen met knieartrose vermeld. De stapfrequentie werd bij gezonde mensen uit zes studies met een totaal aantal van 356 mensen berekend. De schredelengte werd in dertien studies bij 462 mensen met knieartrose en met een spreidingswaarde van 11-66 vermeld. De schredelengte van de controlegroep werd berekend aan de hand van tien studies met een totaal aantal van 452 mensen.

3.2.3.1. Loopsnelheid

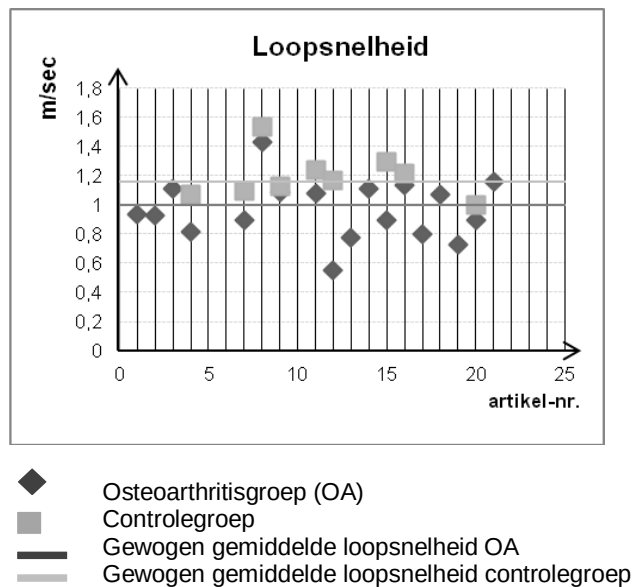
Tabel 4: Gewogen gemiddelde loopsnelheid van de osteoarthritisgroep (OA) en de controlegroep (aangegeven per studie met het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD))

	Artikel-nr. (referentie)	Aantal OA	OA		Aantal controle	Controle	
			Gemiddelde	SD		Gemiddelde	SD
Loopsnelheid (m/sec)	1 (30)	41	0,94	0,22			
	2 (28)	134	0,93	0,22			
	3 (33)	48	1,11	0,21			
	4 (34)	66	0,82	0,21	10	1,07	0,22
	7 (37)	38	0,9	0,1	40	1,1	0,2
	8 (38)	13	1,43	0,18	9	1,54	0,18
	9 (15)	60	1,09		268	1,13	
	11 (40)	30	1,08	0,2	15	1,24	0,17
	12 (20)	58	0,55	0,35	25	1,17	0,25
	13 (41)	33	0,78	0,24			
	14 (42)	179	1,11	0,19			
	15 (43)	16	0,9	0,3	18	1,3	0,2
	16 (44)	39	1,14	0,25	42	1,22	0,2
	17 (45)	65	0,8	0,3			
	18 (46)	40	1,07	0,19			
	19 (32)	11	0,73	0,21			
	20 (47)	13	0,9	0,1	13	1	0,1
	21 (48)	75	1,16	0,21			
Totaal Aantal OA/controle		959			440		
Gewogen gemiddelde loopsnelheid			0,98			1,15	
SD loopsnelheid			0,20			0,16	

In alle studies waar de gemiddelde loopsnelheid werd gemeten liepen de mensen met knieartrose trager dan de mensen zonder knieartrose. De spreidingswaarde van de gemiddelde loopsnelheid van de studies bij mensen met knieartrose was 0,55 - 1,43 m/sec. De spreidingswaarde van de gemiddelde loopsnelheid van de studies bij mensen zonder knieartrose was 1 m/sec - 1,54 m/sec. Het 95% betrouwbaarheidsinterval was 14,87-19,13. De mensen met knieartrose vertoonden een trager loopsnelheid met een gewogen gemiddelde uit alle studies van 0,98 m/sec en een standaarddeviatie van 0,20 in vergelijking met de mensen zonder knieartrose die een gewogen gemiddelde snelheid hadden van 1,15 m/sec met een standaarddeviatie van 0,16. De gewogen gemiddelde loopsnelheid bij mensen met

knieartrose was 6,76% trager dan de gewogen gemiddelde loopsnelheid van mensen zonder knieartrose (Tabel 4, Figuur 4).

Figuur 4: Gemiddelde loopsnelheid van mensen met en zonder gonartrose per studie



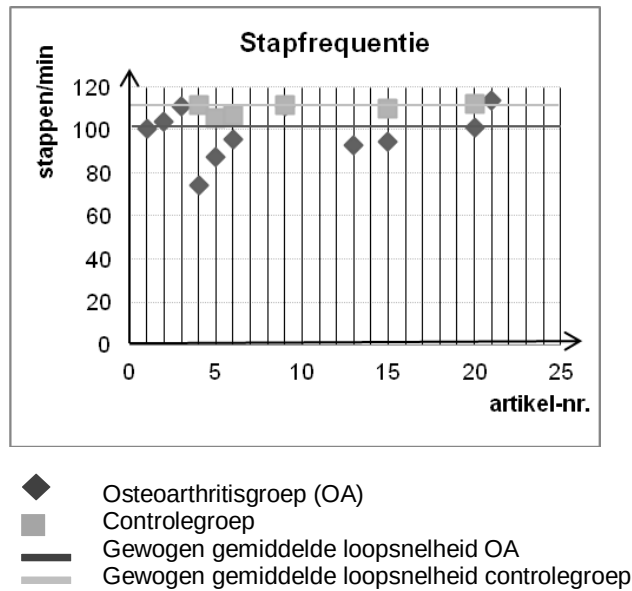
3.2.3.2. Stapfrequentie

Tabel 5: Gewogen gemiddelde stapfrequentie van de osteoarthritisgroep (OA) en de controlegroep (aangegeven per studie met het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD))

	Artikel-nr. (referentie)	Aantal OA	OA		Aantal controle	Controle	
			Gemiddelde	SD		Gemiddelde	SD
Stapfrequentie (stappen/min)	1 (30)	41	100,8	0,2			
	2 (28)	134	104,1	12,08			
	3 (33)	48	111,5	11,5			
	4 (34)	66	74,7	25,9	10	112	27,3
	5 (35)	20	87,7	10	35	105,75	12,05
	6 (36)	24	96	6	12	106,6	3,5
	9 (15)	60	111,09		268	111,96	
	13 (41)	33	93,1	1,5			
	15 (43)	16	95	14,8	18	110	10,9
	20 (49)	13	101,5	10,5	13	112,5	13,5
	21 (48)	75	114	11			
Totaal Aantal OA/controle		530			356		
Gewogen gemiddelde stapfrequentie			101,04			111,09	
SD stapfrequentie			11,58			2,95	

De mensen met knieartrose liepen in alle studies waar de gemiddelde stapfrequentie werd gemeten minder stappen per minuut. De spreidingswaarde van de gemiddelde stapfrequentie bij mensen met knieartrose was 74,7 - 114 stappen/min. De spreidingswaarde van de gemiddelde stapfrequentie bij mensen zonder knieartrose was 105,75 - 112,5 stappen/min. Het 95% betrouwbaarheidsinterval was 8,82 - 11,28. De mensen met knieartrose liepen minder stappen per minuut met een gewogen gemiddelde van 101,04 stappen/min en een standaarddeviatie van 11,58, dan de mensen zonder knieartrose met een gewogen gemiddelde stapfrequentie van 111,09 stappen/min en een standaarddeviatie van 2,95. De gewogen gemiddelde stapfrequentie bij mensen met knieartrose was 11,1% lager dan de gewogen gemiddelde stapfrequentie van mensen zonder knieartrose (Tabel 5, Figuur 5) .

Figuur 5: Gemiddelde stapfrequentie van mensen met en zonder gonartrose per studie



3.2.3.3. Schredelengte

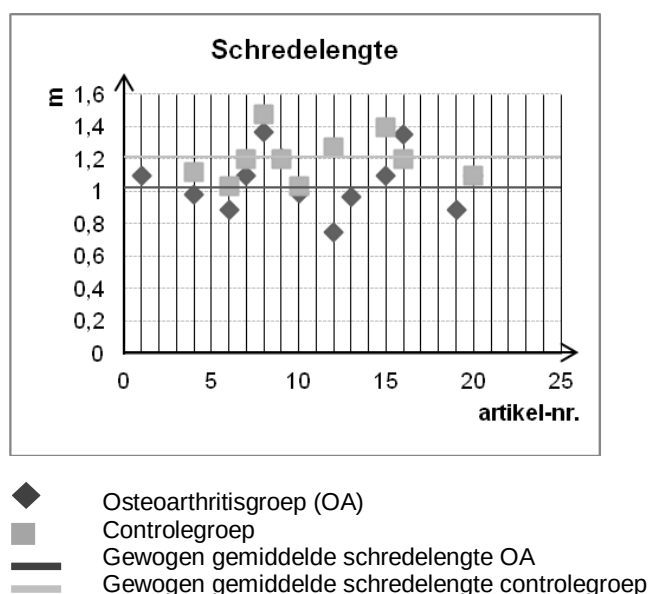
Tabel 6: Gewogen gemiddelde schredelengte van de osteoarthritisgroep (OA) en de controlegroep (aangegeven per studie met het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD))

	Artikel-nr.	Aantal OA	OA		Aantal controle	Controle	
			Gemiddelde	SD		Gemiddelde	SD
Schredelengte (m)	1 (30)	41	1,1	0,19			
	4 (34)	66	0,98	0,15	10	1,12	0,16
	6 (36)	24	0,89	0,08	12	1,03	0,02
	7 (37)	38	1,1	0,1	40	1,2	0,1
	8 (38)	13	1,37		9	1,48	0,14
	9 (15)	60	1,21		268	1,2	
	10 (39)	50	0,99	0,18	15	1,03	0,1
	12 (20)	58	0,75	0,29	25	1,27	0,22
	13 (41)	33	0,97	0,23			
	15 (43)	16	1,1	0,3	18	1,4	0,1
	16 (44)	39	1,35	0,15	42	1,45	0,1
	19 (46)	11	0,89	0,18			
	20 (47)	13	1,1	0,1	13	1,1	0,1
Totaal Aantal OA/controle		462			452		
Gewogen gemiddelde schredelengte			1,04			1,2	
SD schredelengte			0,18			0,17	

In negentien studies vertoonden de mensen met knieartrose een kortere gemiddelde schredelengte in vergelijking met de gezonde populatie. In een studie hadden de mensen met knieartrose een langere gemiddelde schredelengte tegenover de gezonde populatie met een gemiddeld verschil van 0,01 (15). De gemiddelde schredelengte was in een studie identiek tussen de twee populaties met een gemiddelde van 1,1 m (47). De spreidingswaarde van de gemiddelde schredelengte bij mensen met knieartrose bedroeg 0,75 - 1,37 m. Bij de mensen zonder knieartrose bedroeg de spreidingswaarde 1,03 - 1,48 m. Het 95% betrouwbaarheidsinterval was 17,01 - 20,99. De mensen met knieartrose hadden in vergelijking met de mensen zonder knieartrose een kortere schredelengte met een gewogen gemiddelde van 1,04 m en een standaarddeviatie van 0,18. Bij de mensen zonder knieartrose was de gewogen gemiddelde schredelengte 1,20 m met een standaarddeviatie van 0,15. De gewogen gemiddelde schredelengte bij mensen met

knieartrose was 7,5% korter dan de gewogen gemiddelde schredelengte van mensen zonder knieartrose (Tabel 6, Figuur 6).

Figuur 6: Gemiddelde schredelengte van mensen met en zonder gonartrose per studie



3.2.4. Invloed van de graad van knieartrose op gekozen parameters

In drie studies werden mensen geïncludeerd met een artrose graad van 1 t/m 3. Het totaal aantal mensen uit de drie studies was 99. In twee studies werd de loopsnelheid berekend. De stapfrequentie werd in een studie aangegeven evenals de schredelengte. Drie studies onderzochten mensen met een artrose graad van 2 t/m 4. Het totaal aantal mensen uit de drie studies was 146. In twee studies werd de loopsnelheid en de schredelengte bepaald. In een studie werd de stapfrequentie vermeld. Bij de mensen met matige knieartrose was de gewogen gemiddelde loopsnelheid 1,11 m/sec, de stapfrequentie 87,7 stappen/min en de schredelengte 1,35 m. Bij de mensen met ernstige artrose bedroeg de gewogen gemiddelde loopsnelheid 0,9 m/sec, de gewogen gemiddelde stapfrequentie 74,7 en de gewogen gemiddelde schredelengte 0,98 m (Tabel 7). Dat betekent dat de gewogen gemiddelde loopsnelheid bij mensen met een ernstiger graad van knieartrose 5,29% lager was dan het gewogen gemiddelde bij de mensen met een matige graad van

knieartrose. De gemiddelde stapfrequentie was 6,75% lager en de schredelengte 3,65% lager.

Tabel 7: Graad van artrose met betrekking tot de parameters (aangegeven met het gemiddelde)

	Artikel	Aantal OA patiënten	Loopsnelheid	Stapfrequentie	Schredelengte
K&L / Ahlbäck graad 1t/m2 of 1t/m3	Chen et al. (35)	20		87,7	
	McKean et al. (44)	39	1,14		1,35
	Börjesson et al. (46)	40	1,07		
	Gewogen gemiddelde		1,11	87,7	1,35
K&L graad >2 of 3t/m4	Cheing et al. (34)	66	0,82	74,7	0,98
	Berth et al. (39)	50			0,99
	Zeni et al. (40)	30	1,08		
	Gewogen gemiddelde		0,9	74,7	0,98

K&L Kellgren en Lawrence
OA Osteoarthritis

4. Discussie

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de vraagstellingen. Tevens wordt een conclusie getrokken uit deze literatuurstudie. De resultaten worden met de uitkomsten van de eerder geschreven systematische review vergeleken (18). Vervolgens wordt een sterkte- en zwakteanalyse uitgevoerd. Ten slotte worden aanbevelingen voor de praktijk en toekomstig onderzoek gegeven.

4.1. Antwoord op de vraagstellingen

De vraagstelling van deze studie was:

Bestaan er temperospatiele veranderingen in het looppatroon m.b.t. de loopsnelheid, de schredelengte en de stapfrequentie bij mensen met knieartrose in vergelijking met mensen zonder knieartrose?

Deze vraagstelling kan met behulp van dit onderzoek eenduidig worden beantwoord. Er bestaan temperospatiele veranderingen in het looppatroon m.b.t. de loopsnelheid, de schredelengte en de stapfrequentie bij mensen met knieartrose in vergelijking met mensen zonder knieartrose.

De subvraagstelling van dit onderzoek was:

Heeft de graad van knieartrose invloed op de mate van temperospatiele veranderingen in het looppatroon?

In deze studie wordt aangeduid dat hoe ernstiger de graad van artrose is hoe groter de mate van temperospatiele veranderingen in het looppatroon.

4.2. Vergelijking van resultaten met een systematische review

In de gevonden systematische review werd gebruik gemaakt van tien artikelen die de loopsnelheid en van zes artikelen die de schredelengte van mensen met knieartrose hebben onderzocht (18). In onze studie werden ongeveer tweemaal zoveel studies en aantal deelnemers per parameter opgenomen. Van zes artikelen werd in beide literatuurstudies gebruik gemaakt. Wanneer men de uitkomsten uit de

gevonden literatuurstudie met onze resultaten vergelekt blijkt, dat beide studies een significante vermindering van de loopsnelheid en de schredelengte van mensen met knieartrose als uitkomst hebben. Een verschil wordt duidelijk als men de relatieve differentie tussen de loopsnelheid van mensen met en zonder knieartrose vergelijkt. In de systematische review bedroeg deze 14% waartegen deze in onze studie slechts 6,76% lager was. Dit wijst erop, dat door het includeren van meer en nieuwere studies het verschil afneemt en dat de eerdere review dus een overschatting van verschil in loopsnelheid aangaf. De relatieve differentie van de gemiddelde schredelengte was met 8,5 en 7,5% geen ernstig verschil op. De in onze studie onderzochte derde parameter, de stapfrequentie werd in de systematische review niet onderzocht.

4.3. Sterktes en zwaktes van de studie

Als er kritisch naar deze literatuurstudie wordt gekeken kunnen de volgende aandachtspunten worden benoemd. Er moet rekening worden gehouden met selectiebias. Deze zouden onder andere kunnen worden veroorzaakt doordat slechts vier databanken werden onderzocht. Ook zou het mogelijk geweest zijn, dat de literatuursearch meer bruikbare artikelen zou hebben opgeleverd, als de zoektermen specifiek op de verschillende parameters gericht zouden zijn. In plaats daarvan werd er geprobeerd door geen verdere zoektermen in te voeren de search niet te beperken en aan de hand van de inhoud de artikelen te selecteren. Ook werden vanuit die reden tijdens de literatuursearch geen limieten aangegeven zoals tijdsbegrenzing met betrekking tot de publicatie van de artikelen, de taal of de mogelijke kosten die met het verkrijgen van de artikelen verbonden konden zijn. Een aanvullende beperkende factor tijdens het zoeken van artikelen zou geweest kunnen zijn, dat de zoektermen alleen in het Engels werden ingevoerd. Deze limitatieve factoren zouden ook een reden ervoor geweest kunnen zijn, dat in het gevonden systematische review zes artikelen werden gevonden, die ook voor onze literatuurstudie van meerwaarde waren, maar tijdens de search in onder andere dezelfde databanken niet werden gevonden (18). Er moet rekening gehouden worden met publicatiebias die kunnen ontstaan door ongepubliceerd materiaal. Het onderzoek toont aan, dat er al veel studies zijn gedaan over de veranderingen van de temperospatiele aspecten van het gaan bij mensen met knieartrose. Maar het

werd ook duidelijk dat de studies opvallend verschillen van populaties, onderzoeksopzet en uitvoering. Tijdens de selectie van de artikelen moesten enkele studies geexcludeerd worden omdat in deze niet de voor dit onderzoek gekozen meetwaarden en meeteenheden werden aangegeven. Dit was een voorwaarde om de statistische homogeniteit te bereiken. Een inclusiecriteria was dat de populaties, de gebruikte meetinstrumenten, de meetprotocollen en de diagnosecriteria van artrose voor elke studie precies werden beschreven zoals in de methode werd vermeld. Door deze criteriums vielen studies weg ondanks dat deze de gekozen parameters hebben onderzocht. Dit werd gedaan om in deze studie de klinische heterogeniteit zo min mogelijk te houden. Ondanks dat er over een meetinstrument in een studie (32) geen literatuur werd gevonden over de validiteit, hebben wij ervoor gekozen om de resultaten in onze studie mee te nemen, omdat deze vergelijkbaar waren met de resultaten van andere studies (6, 14) waar wel gebruik werd gemaakt van valide metingen. Er is niet aanvullend gebruik gemaakt van scoringslijsten om de methodologische kwaliteit van de gebruikte artikelen te beoordelen. Hiervoor werd gekozen omdat de bestaande beoordelingsformulieren niet van toepassing zijn voor een kwantitatief observationeel onderzoek zoals onze studie. De klinische heterogeniteit is een zwak punt van deze studie. Er moet rekening mee worden gehouden dat de populaties zowel de onderzoeksgroep als de controlegroep mannen en vrouwen beschreven. Omdat er een verschil bestaat van de temperospatische aspecten van het gaan tussen mannen en vrouwen kan dit verschillend aantal aan mannelijke en vrouwelijke deelnemers van invloed zijn op de resultaten (15, 28). Aan de hand van twee publicaties van Shakoer et al. (33, 48) wordt duidelijk dat het verschil uitmaakt of de onderzoekspopulatie met of zonder schoenen loopt. Dit wordt niet in elke studie aangegeven en kan dus ook van invloed zijn op de resultaten. De leeftijd varieert sterk per studie en onderzoekspopulaties. Maar de gemiddelde leeftijd van de onderzoeksgroep en de controlegroep wijst in onze studie geen groot verschil op. Het valt op dat de leeftijd van invloed zou kunnen zijn op alle drie gekozen parameters. Dit wordt duidelijk als men de resultaten uit verschillende studies bekijkt waar een groot verschil in leeftijd aanwezig was. Als voorbeeld kan hier Lind et al. (15) worden benoemd, waarin een onderzoekspopulatie met een gemiddelde leeftijd van 46 jaar en de controlegroep met een gemiddelde leeftijd van 47 jaar werd onderzocht, in vergelijking met Ko et al. (38) waarin de gemiddelde leeftijd 74,5 en 72,5 jaar bedroeg. Als men de

resultaten van deze studies per populatie bekijkt, wijzen zowel de loopsnelheid als de schredelengte een duidelijk verschil tussen de onderzoeksgroepen als ook tussen de controlegroepen op. Er moet op worden gelet dat zowel het aantal artikelen als het aantal deelnemers van de controlegroep rond de helft kleiner was dan de onderzoeksgroep. In sommige studies werd niet specifiek vermeld of er met de acceleratie- en deceleratie-fase tijdens het lopen rekening werd gehouden. In onze studie werd alleen op de schredelengte ingegaan en geen verdere aandacht besteed aan de staplengte omdat er in de artikelen onvoldoende over werd geïnformeerd. Het onderzoeken van de staplengte zou een mogelijke verschil tussen het aangedane en het niet aangedane been kunnen opsporen.

4.4. Aanbevelingen voor de praktijk en verder onderzoek

Het voorstel om deze literatuurstudie uit te voeren kwam tot stand met een onderzoekserie over de veranderingen van het looppatroon bij mensen met knieartrose voor en na een totale knieprothese in het academisch ziekenhuis Maastricht. Hiervoor maar ook voor andere studies zal door middel van onze literatuurstudie een basis gelegd zijn. Om een betrouwbaarder uitspraak te kunnen doen, in hoeverre de graad van knieartrose van invloed is op de temperospatiele gangbeeldafwijkingen, wordt verder onderzoek aanbevolen. Hiervoor is van belang dat in primaire studies de graad van artrose preciezer wordt aangegeven of dat er onderzoek gedaan wordt bij subpopulaties. Om een preciezer beeld van de verschillende fases van de gang cyclus te verkrijgen zou een analyse van de verschillende fases moeten worden uitgevoerd. Voor toekomstig literatuuronderzoek zou het ook interessant zijn om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen de verandering van het temperospatiele gangbeeld en het functioneren van mensen met knieartrose in het dagelijkse leven. Ook zou het interessant zijn de resultaten van deze studie te vergelijken met interventiestudies om het effect op de temperospatiele veranderingen te onderzoeken. Voor de praktijk kan aan de hand van deze studie de uitspraak worden gedaan, dat er daadwerkelijk veranderingen in de loopsnelheid, de stapfrequentie en de schredelengte bij mensen knieartrose bestaan. Bovendien kunnen deze resultaten bij de analyse van het pathologisch looppatroon van belang zijn.

Literatuurverwijzing

1. Reumafonds. [28.09.2011]; Available from: <http://www.reumafonds.nl/informatie-voor-doelgroepen/patienten/vormen-van-reuma/artrose?gclid=ClIDyNOyiKoCFYEo3wodek2tzw>.
2. Peter WFH, Jansen MJ, Bloo H, Dekker-Bakker LMMCJ, Dilling RG, Hilberdink WKHA, et al. KNGF-richtlijn Artrose heup-knie. Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; 2010 [28.09.2011]; Available from: https://www.kngfrichtlijnen.nl/downloads/1263504046_Artrose%20PRL.pdf.
3. Flens C, M. KS. Zorgboek Artrose. 4de ed. Amsterdam: Stichting September; 2009.
4. Nugteren van K, Winkel D. Onderzoek en behandeling van artrose en artritis. Houten: Bohn Stafleu van Loghum 2009.
5. Kleef M, Vreeling FW. Pijn en pijnbehandeling Een basaal onderwijscurriculum 3e ed. Maastricht: Universitaire Pers Maastricht; 1999.
6. Wolf de AN, Mens JMA. Aandoeningen van het bewegingsapparaat: in de algemene praktijk. 1e ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 1995. 144 p.
7. Kaptein AA. Psychologie en Geneeskunde Behavioural Medicine. 1e ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2006.
8. Theiler R. Arthrose Epidemiologie, Diagnose und Differentialdiagnose, Abklärung und Dokumentation. 2002 [28.09.2011]; Available from: http://www.medicalforum.ch/pdf/pdf_d/2002/2002-23/2002-23-319.PDF.
9. Egmond DL, Schuitenmaker R. Extremiteten Manuele therapie in enge en ruime zin. 1e ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2009. 820 p.
10. Moskowitz RW. Osteoarthritis diagnosis and medical / surgical management. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 470 p.
11. Verhagen AP. Jaarboek fysiotherapie kinesitherapie. 1e ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2000. 260 p.
12. Verhaar JAN. Orthopedie. 1e ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2008. 455 p.
13. Whittle MW. Gaitanalysis An introduction. 4th ed. Oxford: Butterworth Heinemann; 2007.
14. Ko SU, Ling SM, Schreiber C, Nesbitt M, Ferrucci L. Gait patterns during different walking conditions in older adults with and without knee osteoarthritis--results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. Gait & posture. 2011;33(2):205-10. Epub 2010/12/15.
15. Ko SU, Simonsick EM, Husson LM, Ferrucci L. Sex-specific gait patterns of older adults with knee osteoarthritis: results from the Baltimore longitudinal study of aging. Current gerontology and geriatrics research. 2011;2011:175763. Epub 2011/07/19.
16. Winter CC, Brandes M, Muller C, Schubert T, Ringling M, Hillmann A, et al. Walking ability during daily life in patients with osteoarthritis of the knee or the hip and lumbar spinal stenosis: a cross sectional study. BMC musculoskeletal disorders. 2010;11:233. Epub 2010/10/14.
17. Mundermann A, Dyrby CO, Hurwitz DE, Sharma L, Andriacchi TP. Potential strategies to reduce medial compartment loading in patients with knee osteoarthritis of varying severity: reduced walking speed. Arthritis and rheumatism. 2004;50(4):1172-8. Epub 2004/04/13.

18. Ornetti P, Maillefert JF, Laroche D, Morisset C, Dougados M, Gossec L. Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis: a systematic review. *Joint, bone, spine : revue du rhumatisme*. 2010;77(5):421-5. Epub 2010/05/18.
19. Deluzio KJ, Astephen JL. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. *Gait & posture*. 2007;25(1):86-93. Epub 2006/03/29.
20. Al-Zahrani KS, Bakheit AM. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. *Disability and rehabilitation*. 2002;24(5):275-80. Epub 2002/05/15.
21. van Dijk GM, Veenhof C, Lankhorst GJ, Dekker J. Limitations in activities in patients with osteoarthritis of the hip or knee: the relationship with body functions, comorbidity and cognitive functioning. *Disability and rehabilitation*. 2009;31(20):1685-91. Epub 2009/05/30.
22. Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2005;35(7):424-36. Epub 2005/08/20.
23. Hunt MA, Birmingham TB, Giffin JR, Jenkyn TR. Associations among knee adduction moment, frontal plane ground reaction force, and lever arm during walking in patients with knee osteoarthritis. *Journal of biomechanics*. 2006;39(12):2213-20. Epub 2005/09/20.
24. Mundermann A, Dyrby CO, Andriacchi TP. Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. *Arthritis and rheumatism*. 2005;52(9):2835-44. Epub 2005/09/08.
25. Vanwanseele B, Eckstein F, Smith RM, Lange AK, Foroughi N, Baker MK, et al. The relationship between knee adduction moment and cartilage and meniscus morphology in women with osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society*. 2010;18(7):894-901. Epub 2010/04/27.
26. Jochems AAF, Joosten FWGM. *Zakwoordenboek der Geneeskunde*. 28ste ed. Doetinchem: Elsevier Gezondheidszorg; 2006.
27. Stowasser JM, Petschenig M, Skutsch F. *Stowasser Lateinisch - deutsches Schulwörterbuch*. 4te ed. München: R. Oldenbourg Verlag; 1998.
28. Debi R, Mor A, Segal O, Segal G, Debbi E, Agar G, et al. Differences in gait patterns, pain, function and quality of life between males and females with knee osteoarthritis: a clinical trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2009;10:127. Epub 2009/10/15.
29. van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC musculoskeletal disorders*. 2004;5:13. Epub 2004/05/19.
30. Fransen M, Crosbie J, Edmonds J. Reliability of gait measurements in people with osteoarthritis of the knee. *Physical therapy*. 1997;77(9):944-53. Epub 1997/09/18.
31. Ernest LB, MS. *Instrumented Gait Analysis Systems*. Available from: <http://www.rehab.research.va.gov/mono/gait/bontrager.pdf>.
32. Blin O, Pailhous J, Lafforgue P, Serratrice G. Quantitative analysis of walking in patients with knee osteoarthritis: a method of assessing the effectiveness of non-steroidal anti-inflammatory treatment. *Annals of the rheumatic diseases*. 1990;49(12):990-3. Epub 1990/12/01.

33. Shakoor N, Lidtke RH, Sengupta M, Fogg LF, Block JA. Effects of specialized footwear on joint loads in osteoarthritis of the knee. *Arthritis and rheumatism*. 2008;59(9):1214-20. Epub 2008/09/02.
34. Cheing GL, Hui-Chan CW. The motor dysfunction of patients with knee osteoarthritis in a Chinese population. *Arthritis and rheumatism*. 2001;45(1):62-8. Epub 2001/04/20.
35. Chen CP, Chen MJ, Pei YC, Lew HL, Wong PY, Tang SF. Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2003;82(4):307-12. Epub 2003/03/22.
36. Solak AS, Kentel B, Ates Y. Does bilateral total knee arthroplasty affect gait in women?: comparison of gait analyses before and after total knee arthroplasty compared with normal knees. *The Journal of arthroplasty*. 2005;20(6):745-50. Epub 2005/09/06.
37. Kirkwood RN, Resende RA, Magalhaes CM, Gomes HA, Mingoti SA, Sampaio RF. Application of principal component analysis on gait kinematics in elderly women with knee osteoarthritis. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(1):52-8. Epub 2011/04/27.
38. Lind M, McClelland J, Wittwer JE, Whitehead TS, Feller JA, Webster KE. Gait analysis of walking before and after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2011. Epub 2011/04/13.
39. Berth A, Urbach D, Becker R, Awiszus F. [Gait anlysis in patients with osteoarthritis of the knee before and after total knee replacement]. *Zentralblatt fur Chirurgie*. 2002;127(10):868-72. Epub 2002/11/01. Ganganalyse bei Varusgonarthrosepatienten vor und nach unilateraler Knieendoprothesenimplantation.
40. Zeni JA, Higginson JS. Knee osteoarthritis affects the distribution of joint moments during gait. *The Knee*. 2011;18(3):156-9. Epub 2010/06/01.
41. Ogrodzka K, Chwala W, Niedzwiedzki T. Three-dimensional pattern of knee movement in patients with gonarthrosis. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja*. 2007;9(6):618-26. Epub 2008/01/30.
42. Nebel MB, Sims EL, Keefe FJ, Kraus VB, Guilak F, Caldwell DS, et al. The relationship of self-reported pain and functional impairment to gait mechanics in overweight and obese persons with knee osteoarthritis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(11):1874-9. Epub 2009/11/06.
43. Ouellet DM, H. Locomotor deficits before and two months after knee arthroplasty. *Arthritis care & research*. 2002;47(5):484-93.
44. McKean KA, Landry SC, Hubley-Kozey CL, Dunbar MJ, Stanish WD, Deluzio KJ. Gender differences exist in osteoarthritic gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007;22(4):400-9. Epub 2007/01/24.
45. Parent E, Moffet H. Comparative responsiveness of locomotor tests and questionnaires used to follow early recovery after total knee arthroplasty. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(1):70-80. Epub 2002/01/10.
46. Borjesson M, Weidenhielm L, Mattsson E, Olsson E. Gait and clinical measurements in patients with knee osteoarthritis after surgery: a prospective 5-year follow-up study. *The Knee*. 2005;12(2):121-7. Epub 2005/03/08.

47. Gok H, Ergin S, Yavuzer G. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 2002;73(6):647-52. Epub 2003/01/30.
48. Shakoar N, Block JA. Walking barefoot decreases loading on the lower extremity joints in knee osteoarthritis. *Arthritis and rheumatism*. 2006;54(9):2923-7. Epub 2006/09/02.
49. Weidenhielm L. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 2003;74(3):369; author reply -70. Epub 2003/08/06.