

Barefoot running als een behandelmethode voor hardloop gerelateerde klachten aan de onderste extremiteit

Een literatuuronderzoek

Naam: Yvette Leeftink
Studentnummer: 1604095
Email: yvette.leeftink@student.hu.nl
Naam 1^e beoordelaar: Bart Poot
Naam 2^e beoordelaar: Marielle Jans
Datum: Oktober 2015
Plaats: Utrecht
Opleiding: BA Fysiotherapie

ABSTRACT

Purpose: Endurance running is one of the most popular sports today. However, strain injuries are very common in this type of sport due to the repetitive motion of the same movement. In the past 30 years, no significant decrease in prevalence has occurred, making it necessary to look at different types of treatment methods such as alternating running forms. For this reason barefoot running has become increasingly popular due to its biomechanical difference compared to shod running. The aim of this article is to look further into this relation by determining whether barefoot running can be used as a treatment method for running related injuries.

Method: Review of literature for which several databanks were searched to find articles about barefoot running itself or its comparison to shod running and also included outcome measures about running related injuries of the lower extremity.

Results: Barefoot running combined with a forefoot strike promotes better absorption of impact loading during initial contact with the ground. This shows together with other biomechanical factors a positive relation between barefoot running and the decrease of injuries.

Conclusion: Based on a review of literature no strong conclusion can be made on using barefoot running as a form of treatment. Nonetheless, there seems to be a strong connection between barefoot running and the reduction of multiple causes of knee injuries. This shows the clinical importance of barefoot running which could expand when longitudinal research on this subject is done.

Key words: RUNNING, BAREFOOT, SHOD, FOREFOOT STRIKE, HEEL STRIKE, BIOMECHANICS, TREATMENT, RUNNING RELATED INJURIES.

SAMENVATTING

Doel: Hardlopen is een van de meest populaire sporten van dit moment. Niettemin komen overbelastingklachten vaak voor vanwege de continue herhaling van dezelfde beweging. In de afgelopen 30 jaar is er geen significante vermindering geweest in de prevalentie hiervan, waardoor gekeken moet worden naar andere behandelmogelijkheden zoals alternatieve hardlooptijlen. Barefoot running heeft om deze reden dan ook de laatste tijd meer aandacht gekregen vanwege het verschil in biomechanica ten opzichte van het lopen op schoenen. Het doel van dit artikel is het verband tussen barefoot running en het verminderen van blessures verder te onderzoeken door te bepalen of barefoot running kan dienen als behandelmethode bij hardloop gerelateerde klachten.

Methode: Literatuuronderzoek waarbij verschillende databanken zijn geraadpleegd om artikelen te vinden over barefoot running op zich of vergeleken met shod running en waarbij de uitkomstmaten een uitspraak deden over hardloop gerelateerde klachten aan de onderste extremiteit.

Resultaten: Barefoot running in combinatie met een voorvoetlanding zorgt voor een betere geleiding van de impact tijdens het eerste contact met de grond. Dit wijst samen met andere biomechanische factoren op een positief verband tussen barefoot running en het verminderen van blessures.

Conclusie: Gebaseerd op de huidige literatuur is er te weinig bewijs om barefoot running toe te passen als behandeling voor alle hardloop gerelateerde klachten. Toch lijkt barefoot running sterk gerelateerd aan het verminderen van de oorzaken van knieklachten. Dit geeft de klinische relevantie van barefoot running weer, die kan toenemen wanneer op dit gebied longitudinaal onderzoek wordt gedaan.

Trefwoorden: HARDLOPEN, BAREFOOT, SCHOENEN, VOORVOETLANDING, HIELLANDING, BIOMECHANICA, BEHANDELMETHODE, HARDLOOP GERELATEERDE KLACHTEN.

Inleiding

Hardlopen is een in toenemende mate populaire sport vanwege de toegankelijkheid en de bijbehorende voordelen voor de gezondheid (Novacheck, 1988), zoals een verbeterde cardiovasculaire-pulmonale gezondheid en algemene conditie (Williams, 2009). Naast de positieve effecten is de incidentie van hardloop gerelateerde klachten aan de onderste extremiteit hoog met 2.5 tot 12.1 blessures per 1000 hardloopuren. Van deze klachten zijn 50 tot 75% gerelateerd aan overbelasting veroorzaakt door continue herhaling van een zelfde beweging in combinatie met onvoldoende hersteltijd (Bahr & Krosshaug, 2005; Van Mechelen, 1992).

Eén poging vanuit de hardloopwereld om deze klachten te verminderen is barefoot running. Bij deze manier van hardlopen is geen zool aanwezig die voor damping kan zorgen. Hierdoor wordt een alternatief looppatroon gestimuleerd: een midvoet- of voorvoetlanding. Bij deze landingspatronen wordt de kracht van impact verdeeld over een groter oppervlak. Als voorbereiding op het landen is de knie meer gebogen en staat de enkel in plantairflexie, waardoor het lichaam de impact beter kan opnemen (De Wit et al., 2000; Lieberman et al., 2010; Divert et al., 2003). Een ander verschil in de biomechanica van barefoot running uit zich in een kortere paslengte en een hogere pasfrequentie (De Wit et al., 2000; Bonacci et al., 2013). De hogere pasfrequentie zorgt voor een kortere standfase waardoor de heup –en kniegewrichten minder worden belast en de kans op stress fractures daalt (Heiderscheit et al., 2011; Edwards et al., 2009).

Echter het merendeel van de hardlopers (89%) loopt op schoenen en hanteert hierbij een hiellanding (Hasegawa et al., 2007; Larson et al., 2011). Bij deze manier van landen vindt het eerste contact met de grond plaats via de hiel, die zich dan voor de knie en heup bevindt. Hierdoor is de knie gestrekt en de enkel in dorsaalflexie, waarna plantairflexie optreedt bij het afwikkelen. Door deze manier van landen wordt een hoge piek grondreactiekracht gegenereerd (Lieberman et al., 2010; Pohl et al., 2009, Shorten, 1993). Deze piekkracht wordt gezien als een voorname oorzaak van hardloop gerelateerde klachten, omdat deze als een golf door het lichaam gaat, waarbij musculoskeletale weefsels hoge stress te verduren krijgen. Uit onderzoek komt een relatie naar voren tussen hiellanding en verschillende overbelastingklachten, zoals stress fractures (Milner et al., 2006), plantaire fasciitis (Pohl et al., 2008), heuppijn, kniepijn, lage rugpijn, mediaal tibiaal stress syndroom en patello-femorale pijn syndroom (Davis et al., 2010; Bonacci et al., 2014; Hamill et al., 2008; Pohl et al., 2008).

De prevalentie van hardloop gerelateerde klachten is hoog en er is geen significante vermindering in de afgelopen 30 jaar aangetoond, ondanks verschillende pogingen daartoe (Daoud et al., 2012).

In dit artikel is daarom onderzoek gedaan naar de mate waarin barefoot running kan bijdragen als behandelmethode. Hierbij is er gekeken naar de invloed van barefoot running op de oorzaak van klachten. De volgende vraagstelling is onderzocht: “In welke mate kan barefoot running dienen als een behandelmethode voor hardloop gerelateerde klachten aan de onderste extremiteit?”.

Methode

Zoekstrategieën

Voor deze review zijn de volgende databanken doorzocht: Medline, CINAHL, SPORTDiscus, ScienceDirect en Google Scholar. Medline is als eerste bekeken, omdat deze databank het meest omvattend is, waarna CINAHL, SPORTDiscus en ScienceDirect zijn geraadpleegd. Hierbij zijn de volgende zoektermen gebruikt in combinatie met booleaanse operatoren: running related injuries, RRI, lower extremity, lower extremity injuries, repetitive strain injuries, injuries, barefoot, barefoot running, unshod running, shod, shod running, forefoot, rearfoot, midfoot, FFS, RFS, MFS en running (bijlage 1). Op basis van de inclusie en exclusie criteria (tabel 1) is een eerste selectie gemaakt, uitgaande van titel en abstract. Vervolgens zijn alle dubbele artikelen verwijderd en de overgebleven artikelen full tekst opgevraagd. Na het lezen van deze artikelen is een nieuwe schifting gemaakt op basis van inclusie criteria. De referenties van de gevonden systematische reviews zijn doorzocht om mogelijk gemiste relevante artikelen alsnog te kunnen betrekken in het onderzoek; deze titels zijn via Google Scholar opgevraagd.

Tabel 1: In- en exclusie criteria

Inclusie criteria	Exclusie criteria
• Interventie: BR op zich of vergeleken met SR • Uitkomstmaten verwant aan hardloop gerelateerde klachten van de onderste extremiteit • Full tekst beschikbaar • Taal: Engels, Frans of Nederlands	• Studie design: systematic review, case report en expert opinion

Definities en inclusie criteria

In dit artikel wordt de term barefoot running (BR) gebruikt. Hieronder wordt verstaan dat de hardloper op blote voeten rent met een voorvoetlanding, mits anders vermeld. Onder de term shod running (SR) wordt verstaan dat de hardloper op schoenen met hieldemping rent en hierbij gebruik maakt van een hiellanding, mits anders vermeld staat. De verschillende landingen die tijdens hardlopen voorkomen zijn: hiellanding (HL), voorvoetlanding (VVL) en midvoetlanding (MVL).

Tabel 2: overzicht afkortingen

BR	Barefoot running
SR	Shod running
HL	Hiellanding
VVL	Voorvoetlanding
MVL	Midvoetlanding

Methodologische kwaliteit

Van alle full tekst artikelen is de methodologische kwaliteit bepaald met behulp van de STROBE statement (bijlage 2). Deze checklist bestaat uit 22 items die aanwezig moeten zijn in cross-sectioneel onderzoek. Elk artikel werd nagelopen met de checklist, waarbij afhankelijk van de aanwezigheid elk item werd beoordeeld met +, - of +/- . Vervolgens zijn de zeven geïnccludeerde artikelen beoordeeld op bewijskracht aan de hand van een best evidence-synthese (tabel 3).

Tabel 3: Best evidence-synthese

Sterk bewijs	Meer dan 25 items met een positieve score
Voldoende bewijs	25 tot 20 items met een positieve score
Matig bewijs	19,5 tot 15 items met een positieve score
Geen of onvoldoende bewijs	Minder dan 15 items met een positieve score

Verwerking en analyse

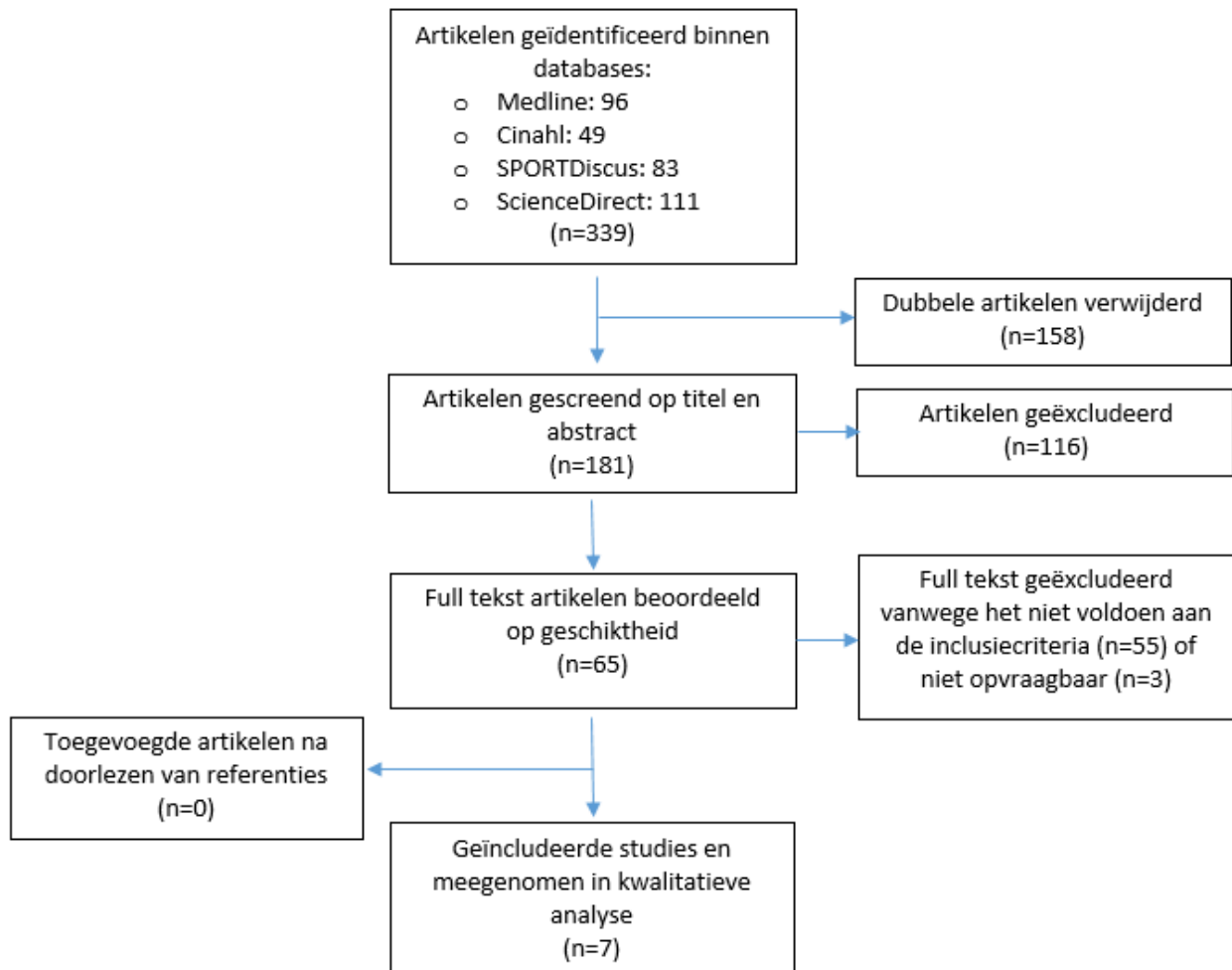
Artikelen zijn geïnccludeerd onafhankelijk van de mate van methodologische kwaliteit. Tussen de verschillende studies zijn de uitkomstmaten met elkaar vergeleken. Hierbij is rekening gehouden met de best evidence-synthese.

Resultaten

Resultaten van zoekstrategie

Via de onderzochte databases zijn 339 artikelen gevonden (figuur 1) waarvan de 158 duplicaten zijn weggelaten. De overgebleven 181 artikelen zijn gescreend op titel en abstract met behulp van de inclusiecriteria, waardoor 116 artikelen zijn geëxcludeerd. Van de overgebleven 65 artikelen waren er drie niet full tekst beschikbaar. De resterende artikelen werden full tekst gelezen, waarna een verdere 55 artikelen zijn geëxcludeerd op basis van de inclusiecriteria. Na deze screening bleven zeven artikelen over (Cooper et al., 2015; McCarthy et al., 2015; Olin & Guttierrez, 2013; Rooney & Derrick, 2013; Samaan et al., 2014; Shih et al., 2013; Thompson et al., 2014). De referenties van deze artikelen zijn zonder resultaat doorzocht op gemiste onderzoeken.

Figuur 1. : Flow chart geïnccludeerde artikelen.



Methodologische kwaliteit van geïnccludeerde studies

De mate van bewijs van de zeven geïnccludeerde artikelen werd bepaald aan de hand van de STROBE statement (bijlage 2). Hieruit is gebleken dat de kwaliteit van de artikelen vrij dicht bij elkaar ligt. De artikelen van Cooper et al. (2015) en Shih et al. (2013) leverden matig bewijs, maar de andere vijf artikelen (McCarthy et al., 2015; Olin & Guttierrez, 2013; Rooney & Derrick, 2013; Samaan et al., 2014; Thompson et al., 2014) leverden voldoende bewijs (tabel 4).

Tabel 4: Methodologische kwaliteit van geïnccludeerde artikelen

	Aantal items positief	Beoordeling
Cooper et al, 2015	19,5	Matig
McCarthy et al, 2015	23	Voldoende
Olin & Guttierrez, 2013	21	Voldoende
Rooney & Derrick, 2013	23,5	Voldoende
Samaan et al, 2014	24	Voldoende
Shih et al, 2013	18	Matig
Thompson et al, 2014	20,5	Voldoende

Inhoud van geïncludeerde studies

Na het beoordelen van de kwaliteit van de studies werd een systematische weergave gemaakt van de inhoud van de verschillende artikelen (tabel 5 & 6), waarbij er is gekeken naar de uitkomstmaten en de resultaten die overeen kwamen, gerangschikt in thema's.

Overgang landingspatroon

In verschillende artikelen (Cooper et al., 2015; McCarthy et al., 2015; Samaan et al., 2014) is gekeken naar de overgang van landingspatroon bij de eerste poging tot BR. In het onderzoek van Cooper et al. (2015) werden 41 recreatieve hardlopers geanalyseerd tijdens BR op drie verschillende snelheden. Zonder instructie over landingspatroon ging 60% van de deelnemers over op een VVL, onafhankelijk van de rensnelheid. McCarthy et al. (2015) stelde eveneens vast dat de meerderheid van een HL op schoenen automatisch overging op een VVL tijdens BR ($p < 0.0001$). In het onderzoek van Samaan et al. (2014) werd wel instructie gegeven over het landingspatroon, waarna 47 van de 49 deelnemers die op schoenen een HL hanteerden, overging op een VVL.

Kinetica

Zowel Shih et al. (2013) als Samaan et al. (2014) hebben de gemiddelde en maximale hoeveelheid belasting tijdens BR en SR gemeten. Beide artikelen toonden aan dat de gemiddelde en maximale belasting aanzienlijk minder is tijdens BR dan bij SR. Gemiddeld verminderde dit met 51-57% (Samaan et al., 2014). In het onderzoek van Shih et al. (2013) werd nog een extra onderscheid gemaakt. Hieruit bleek dat de maximale belasting het hoogst was bij een HL vergeleken met een VVL, zowel tijdens BR ($p < 0.000$) als SR ($p < 0.000$). Tijdens BR met HL ($p = 0.032$) werd de hoogste waarde bereikt. Cooper et al. (2015) onderzocht eveneens de belasting, maar keek hierbij naar de voetzool. Hieruit bleek dat de druk gelijkmatiger verdeeld is tijdens BR ten opzichte van SR. Met name over de metatarsalen was de druk tijdens de VVL gelijkmatiger verdeeld, terwijl er tijdens de HL sprake was van een piekdruk.

In het onderzoek van Olin & Guttierrez (2013) werd zowel de tijd tot, als de waarde van de tibiale shock gemeten. De tijd tot de tibiale piek shock werd eerder bereikt tijdens alle barefoot condities, zowel met een VVL ($p < 0.01$) als een HL ($p = 0.02$). Van de barefoot condities werd de piek tibiale shock het snelst bereikt bij een HL ($p < 0.01$). De gemiddelde tibiale shock was significant groter tijdens BR dan SR ($p < 0.01$).

Samaan et al. (2014) heeft naast de belasting, ook naar de aanwezigheid van een impactmoment en de grondreactiekracht gekeken. Na het overgaan op BR was dit impactmoment aanwezig bij 99 stappen (25% van het totaal) in tegenstelling tot 384 stappen (98% van het totaal) bij SR. Het aantal deelnemers met tenminste één pas zonder impactmoment nam toe van 14% tot 92% tijdens BR. Voor het produceren van grondreactiekracht is de verticale stijfheid verantwoordelijk. Gedurende het eerste contact met de grond tijdens BR verminderde deze met 33%, waardoor eveneens de grondreactiekracht lager werd.

ROM en gewrichtshoeken

De onderzoeken van McCarthy et al. (2015), Olin & Guttierrez (2013), Shih et al. (2013) en Rooney & Derrick (2013) toonden een verschil aan in de gewrichtsstanden van de onderste extremiteit tijdens BR en SR.

Rooney & Derrick (2013) en Shih et al. (2013) hebben beiden de enkel onderzocht, waarin het grootste verschil tussen VVL en HL optrad. Tijdens het begin van de standfase was bij VVL een plantairflexie moment aanwezig in tegenstelling tot een dorsaalflexie moment bij HL.

Vervolgens toonden Olin & Guttierrez (2013) een verschil in knieflexie hoek aan. Gedurende het eerste contact met de grond was deze significant groter tijdens barefoot conditie, zowel met HL als VVL. Hierbij vond de meeste knie extensie plaats tijdens BR met HL ($p < 0.1$), in tegenstelling tot BR met VVL ($p < 0.01$).

Tenslotte wees McCarthy et al. (2015) op een verschil in het heupgewricht tijdens BR. In dit onderzoek werd gekeken naar de excessieve heup adductie (EHA), interne heup rotatie (IHR) en contralaterale

bekken inzakking (Trendelenburg) als oorzaken voor knieklachten bij vrouwelijke hardlopers. Na het overgaan op BR verminderden deze gewrichtsstanden, zowel tijdens het eerste contact met de grond als tijdens het begin van de standfase ($p<0.01$). Zo verminderde EHA tijdens het eerste contact van 3.9° naar 2.3° ($p<0.001$) en IHR van 10.8° naar 7.9° ($p<0.001$).

Paslengte en frequentie

In meerdere artikelen werd een verschil in paslengte –en frequentie tussen SR en BR aangetoond (McCarthy et al., 2015; Olin & Guttierrez, 2013; Samaan et al., 2014; Thompspon et al., 2014). Hieruit kwam een vermindering van paslengte en een verhoging in pasfrequentie naar voren tijdens BR. McCarthy et al. (2015) heeft een verschil in stapfrequentie van $172\pm 11/\text{min}$ tijdens SR naar $178\pm 13/\text{min}$ tijdens BR gemeten ($p<0.001$). Samaan et al. (2014) toonde dit eveneens aan: tijdens BR nam de pasfrequentie met 10 stappen/min toe en de paslengte met 5.5% af. Hierbij werd een verminderde verticale impuls ($p<0.0001$) en lage stijfheid ($p<0.0001$) gemeten. In het onderzoek van Thompson et al. (2014) werden de deelnemers getest tijdens het hardlopen op schoenen. De deelnemers werden geïnstrueerd op dezelfde pasfrequentie- en lengte barefoot te rennen zoals zij op schoenen deden. In deze situatie werden geen significante verschillen gemeten in kinetische parameters, welke wel zichtbaar waren tijdens BR zonder deze instructie.

De verminderde paslengte –en frequentie beïnvloedt ook de lengte van de standfase en de rensnelheid (Olin & Guttierrez., 2013; Thompson et al., 2014). De lengte en snelheid zijn significant minder tijdens BR vergeleken met SR ($p<0.05$). Van alle situaties heeft barefoot running met VVL de kortste standfase (Thompson et al., 2014)

Tabel 5: Data extractie tabel - karakteristieken van geïnccludeerde artikelen

Studie	Design	Populatie	Interventie
Cooper et al., 2015	Cross sectioneel	Deelnemers: 41 recreatieve HL hardlopers man=20, vrouw=21 leeftijd= $21.80\pm 1.66\text{jr}$ IC: geen musculoskeletale klachten, hardloopschoenen met hieldemping, min. 15 miles/week	BR op drie snelheden (2.8m/s, 3.3m/s en 3.8m/s)
McCarthy et al., 2015	Cross sectioneel	23 vrouwelijke recreatieve hardlopers leeftijd= $30\pm 3\text{jr}$ IC: hardloopschoenen met hieldemping, >15km/week EC: neurologische of musculoskeletale aandoening, ervaring met BR.	BR en SR op 3.33m/s op loopband (Proform 700 ZLT)
Olin & Guttierrez, 2013	Cross sectioneel	18 recreatieve HL hardlopers man=6, vrouw=12 leeftijd= $31.2\pm 7.9\text{jr}$ EC: neuromusculaire, musculoskeletale en/of cardiovasculaire/pulmonale aandoeningen van invloed op beweegpatronen.	Eigen landingspatroon, BR en BR met VVL instructie elk getest gedurende 7 min.
Rooney & Derrick, 2013	Cross sectioneel	15 VVL en 15 HL competitieve hardlopers IC: geen klachten die het hardlopen beïnvloeden.	10x 30m met eigen landingspatroon. Na instructie 10x 30m met nieuwe landingspatroon.
Samaan et al., 2014	Cross sectioneel	49 deelnemers met chronische OE blessure van 24 Juli 2012 tot 6 Augustus 2013. man=23, vrouw=26 leeftijd=gem. 33.7jr EC: BR niet mogelijk vanwege blessure	SR op loopband op zelfgekozen tempo, BR met instructie grondreactiekracht verminderen en indien nodig BR met VVL instructie.

Shih et al., 2013	Cross sectioneel	12 mannelijke HL hardlopers leeftijd=24.2±1.3jr EC: musculaire aandoening	SR VVL, SR HL, BR VVL en BR HL getest op snelheid van 9km/h. VVL werd vooraf geoefend.
Thompson et al., 2014	Cross sectioneel	11 deelnemers man=6, vrouw=5 leeftijd=29±5.6jr IC: tenminste 30min lichaamsbeweging op vijf dagen in de week. Geen musculoskeletale klachten aan de OE of rug.	Twee testsessies met een interval van min. 24uur. 1: looppatroon beoordelen SR en BR. 2: BR en SR op staplengte van ±5 en 10% van voorkeurs-staplengte

Tabel 6: Data extractie tabel - resultaten van geïncludeerde studies op basis van uitkomstmaten

Studie	Uitkomstmaten	Resultaten
Cooper et al., 2015	Looppatroon, belasting voetzool	60% direct over op VVL bij eerste poging BR Verhoogde belasting met piekdruk over voet tijdens HL i.t.t. gelijkmatigere drukverdeling over anterieure aspect voet tijdens BR (p<0.05).
McCarthy et al., 2015	Looppatroon, heup kinematica, paslengte en snelheid	Meerderheid over op VVL bij eerste poging BR BR tijdens eerste contact minder heup adductie (p<0.001), interne rotatie (p<0.001) en Trendelenburg (p<0.01). Verhoogde pasfrequentie tijdens BR (p<0.001) Verminderde paslengte tijdens BR (p<0.001)
Olin & Guttierrez, 2013	piekshock, spieractiviteit m. tibialis anterior (TA), maximale knieflexiehoek	Piekshock significant hoger tijdens BR dan SH met HL (p<0.01) en hoger tijdens BR HL dan VVL (p<0.01) Gemiddelde en maximale TA spieractiviteit lager tijdens BR HL dan SR (p<0.03), BR dan SR (p<0.01) en BR VVL dan HL (p<0.01) Maximale knieflexiehoek kleiner tijdens BR HL dan SR (p=0.01) en tijdens BR dan SR (p=0.05)
Rooney & Derrick, 2013	Spierkracht, gewrichtsstanden, gewrichtsbelasting, gewrichtscompressie	Landingsfase: VVL plantairflexie vergeleken met HL dorsaalflexie Gewrichtsbelasting hoogste in knie (-11.9 naar -13.2 BW) en laagste in heup (-7.9 naar -8.8 BW) Vergroot plantairflexie moment ondersteunt door toename kracht m. gastrocnemius, m. soleus en m. peroneus. Geen verschil in gewrichtscompressie waaruit correcte imitatie van landingspatronen blijkt
Samaan et al., 2014	Looppatroon, grondreactiekracht, gewrichtsbelasting, verticale impuls, lage stijfheid	BR met instructie landingspatroon: 96% over op VVL BR lagere gewrichtsbelasting dan SR (p<0.0001) Vermindering piek laterale (p<0.0001) –en mediale (p=0.0014)) grondreactiekracht Vermindering in verticale impuls (p<0.0001) en lage stijfheid (p<0.0001) tijdens BR
Shih et al., 2013	ROM standfase, gewrichtshoeken landingsfase, pasfrequentie	Knieflexie hoek groter bij VVL tijdens landingsfase (p=0.005) HL dorsaalflexie en VVL plantairflexie enkel Maximale impact hoger in HL dan VVL, zowel BR (p<0.000) als SR (p<0.000). BR met HL hoogst (p=0.032).
Thompson et al., 2014	Paslengte en snelheid, looppatroon	Nauwelijks verschil in BR kinematica bij gelijke paslengte en frequentie als SR. Bij grotere paslengte, meer grondreactiekrachten (p<0.05).

Discussie

Het doel van dit artikel is te bepalen in welke mate barefoot running kan dienen als behandelmethode voor hardloop gerelateerde klachten aan de onderste extremiteit. Zeven studies voldeden aan de inclusie criteria, waarbij de resultaten gegroepeerd zijn onder de volgende onderdelen: “Overgang landingspatroon”, “Kinetica”, “ROM en gewrichtshoeken”, en “Paslengte –en frequentie”.

Uit de onderzoeken die tot nu toe gepubliceerd zijn, kan geen duidelijke conclusie getrokken worden over BR als specifieke behandelmethode voor alle hardloop gerelateerde klachten. Wel tonen meerdere artikelen een positief effect aan op het behandelen en daardoor verminderen van knieklachten door over te gaan op barefoot running. Uit het onderzoek van McCarthy et al. (2015) bleek dat drie veelvoorkomende oorzaken van knieklachten verminderd werden door over te gaan op BR. Dit wijst erop dat BR klinische relevantie heeft bij het verminderen van knieklachten. Door de alternatieve manier van landen, waarbij de enkel in plantairflexie staat en de knie meer in flexie, vangt het lichaam de impact beter op en treedt er een kortere ‘remperiode’ op na het eerste contact met de grond (Olin & Guttierrez, 2013; Rooney & Derrick, 2013; Shih et al., 2013). Er treedt een kleiner knie extensie moment op, waardoor er minder stress staat op het patellofemorale gewricht, een veelvoorkomende locatie van knieklachten. Hierdoor kan gesteld worden dat BR een positieve invloed heeft op het vermijden, beperken en behandelen van hardloop gerelateerde knieklachten. Uit een survey onder 509 barefoot runners blijkt dat bij 69% van de deelnemers voorgaande klachten, waarvan 46% knieklachten, daadwerkelijk zijn verdwenen na het overgaan op BR (Hryvniak et al., 2014).

De voordelen van BR zijn sterk gelinkt met het toepassen van een VVL. Door deze manier van landen verandert de biomechanica, waardoor onder meer een kortere paslengte en een hogere pasfrequentie worden gefaciliteerd (McCarthy et al., 2015; Olin & Guttierrez, 2013; Samaan et al., 2014; Thompson et al., 2014). Hoe kleiner de paslengte, hoe minder de grondreactiekracht (Thompson et al., 2014). Hierdoor vermindert de mate van impact die het lichaam krijgt te verduren, een andere oorzaak die geassocieerd is met hardloop gerelateerde klachten (Samaan et al., 2014). Hetzelfde kan ook verklaard worden door het plyometrisch moment dat optreedt tijdens een VVL, waardoor de energie die hiermee vrijkomt meteen kan worden omgezet in energie voor de volgende stap (Cappa & Behm, 2013).

De toevoeging van het hardlopen op blote voeten, in tegenstelling tot alleen het toepassen van een VVL, is de vergrote proprioceptie. Dit zorgt er niet enkel voor dat gewrichten zich beter kunnen aanpassen aan de ondergrond waarop gelopen wordt, het faciliteert eveneens het toepassen van het juiste landingspatroon. Uit meerdere onderzoeken blijkt dat vaak automatisch wordt overgegaan op een VVL, wanneer de schoenen worden uitgedaan (Cooper et al., 2015; McCarthy et al., 2015; Samaan et al., 2014; Thompson et al., 2014).

Het hanteren van een VVL tijdens BR is essentieel voor het behalen van positieve effecten, aangezien het toepassen van een HL tijdens BR negatieve gevolgen heeft. Het lichaam heeft geen demping van een schoenzool of een aangepaste manier van landen, waardoor overbelasting in gewrichten en structuren optreedt (Cooper et al., 2015; Olin & Guttierrez, 2013; Rooney & Derrick, 2013; Samaan et al., 2014; Shih et al., 2013). Hierdoor is het zeer belangrijk dat de overgang naar BR met VVL onder begeleiding gebeurt. Een fysiotherapeut kan hierbij begeleiden door de periodes van BR langzaam op te bouwen en een goede instructie over het landingspatroon te geven. In het onderzoek van Samaan et al. (2014) kon 96% van de hardlopers met een natuurlijke HL tijdens BR een VVL correct toepassen en, door middel van instructie, de bijbehorende positieve kinetische effecten bereiken. Dit pleit voor BR als behandelmethode omdat patiënten, ondanks hun natuurlijke landingspatroon, een VVL aan kunnen leren. Ook dit onderzoek toonde aan dat hierbij de begeleiding van een fysiotherapeut essentieel is om goede resultaten te behalen.

Ondanks dat de literatuur een verband aangeeft tussen BR en het verminderen van hardloop gerelateerde klachten, moet er nog meer onderzoek gedaan worden om dit daadwerkelijk te bewijzen. Alle onderzoeken die in dit artikel zijn opgenomen hebben een cross-sectioneel studie design, zoals de meeste gepubliceerde studies over BR. Volgens de STROBE checklist voor cross-sectioneel onderzoek zijn alle geïncludeerde artikelen in dit onderzoek van matige of voldoende methodologische kwaliteit. Dit is echter geen officiële checklist voor het beoordelen van de methodologische kwaliteit, maar een hulpmiddel bij het schrijven van dit type observationeel onderzoek (Sanderson et al., 2007). Het aantal

meetinstrumenten voor het beoordelen van de kwaliteit van cross-sectioneel onderzoek is zeer beperkt. Hierdoor was het omgekeerd toepassen van de STROBE statement de beste optie om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van de geïncludeerde artikelen.

Tot op heden is er geen randomized controlled trial (RCT) gepubliceerd over dit onderwerp en hanteren de onderzoeken geen follow up. Het is een onderwerp waar sinds kort meer onderzoek naar wordt gedaan, maar vooralsnog zijn de onderzoeken zeer divers en zijn de uitkomstmaten uiteenlopend. Vervolgonderzoek zou daarom een longitudinale studie moeten zijn, waarbij hardlopers worden getest gedurende het overgaan op BR. Hierbij zouden meerdere evaluatiemomenten gehouden moeten worden, niet alleen tijdens de overgangsfase, maar ook wanneer de overgang compleet is om zo een uitspraak te kunnen doen over de risico's en voordelen van BR op de lange termijn.

Conclusie

Er is te weinig literatuur van goede kwaliteit bekend om een duidelijke conclusie te trekken over barefoot running als behandelmethode voor hardloop gerelateerde klachten. Wel toont onderzoek aan dat meerdere oorzaken van knieklachten verminderen bij het overgaan op barefoot running. Het toepassen van een voorvoetlanding bij barefoot running is een essentieel onderdeel om positieve effecten te bereiken. Begeleiding van een fysiotherapeut wordt hierbij geadviseerd om langzaam het barefoot runnen op te bouwen en een hiellanding af te leren. In het algemeen komt uit de onderzoeken naar voren dat barefoot running met voorvoetlanding beter is dan het hardlopen op schoenen met hiellanding.

Referenties

- Cappa, D.F. & Behm, D.G. (2013) Neuromuscular characteristics of drop and hurdle jumps with different types of landings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3011–3020
- Cooper, D.M., Leissring, S.K., & Kernozek, T.W. (2015, in press) Plantar loading and foot-strike pattern changes with speed during barefoot running in those with a natural rearfoot strike pattern while shod. *The Foot*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2015.02.001>
- Bahr, R. & Krosshaug, T. (2005) Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324-329
- Bonacci, J., Saunders, P.U., Hicks, A., Rantalainen, T., Vicenzino, B.G.T. & Spratford, W. (2013) Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 387-392
- Bonacci, J., Vicenzino, B., Spratford, W. & Collins, P. (2014) Take your shoes off to reduce patellofemoral joint stress during running. *British Journal of Sports Medicine*, 48(6), 425-428
- Davis, I.S., Bowser, B. & Mullineaux, D. (2010) Do impacts cause running injuries? A prospective investigation. *ASB*. Available: <http://www.asbweb.org/conferences/2010/abstracts/472.pdf>
- Daoud, A.I., Geissler, G.J., Wang, F., Saretsky, J., Daoud, Y.A., & Lieberman D.E. (2012) Foot strike and injury rates in endurance runners: a Retrospective study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(7), 1325-1334
- De Wit, B., De Clercq, D. & Aerts, P. (2000) Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *Journal of Biomechanics*, 33, 269-278
- Divert, C., Mornieux, G.J., Mueller, S., Baur, H., Belli, A. & Mayer, F. (2003) Re-evaluation of the influence of shoe on running pattern with a new treadmill ergometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, S237
- Edwards, W.B., Taylor, D., Rudolph, T.J., Gillette, J.C. & Derrick, T.R. (2009) Effects of stride length and running mileage on a probabilistic stress fracture model. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 2177-2184
- Hamill, J., Miller, R., Noehren, B. & Davis, I. (2008) A prospective study of iliotibial band strain in runners. *Clinical Biomechanics*, 23, 1018-1025
- Hasegawa, H., Yamauchi, T., Kraemer, W.J. (2007) Foot strike patterns of runners at the 15-km point during an elite-level half marathon. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 888-893
- Heiderscheit, B.C., Chumanov, E.S., Michalski, M.P., Wille, C.M. & Ryan, M.B. (2011) Effect of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 296-302
- Hryvniak, D., Dicharry, J., & Wilder, R. (2014) Barefoot running survey: Evidence from the field. *Journal of Sport & Health Science*, 3, 131-136
- Larson, P., Higgins, E., Kaminski, J., Decker, T., Preble J., Lyons, D., et al. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race. *Journal of Sports Sciences*, 29, 1665-1673
- Lieberman, D.E., Venkadesan, M., Werbel, W.A., Daoud, A.I., D'Ándrea, S., Davis, I.S., et al. (2010) Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463, 531-535
- Lohman, E.D., Balan Sackiriyas, K.S. & Swen, R.W. (2011) A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod and minimally supporter running as compared to walking. *Physical Therapy in Sport*, 12(4), 151-163
- McCarthy, C., Fleming, N., Donne, B., & Blanksby, B. (2015) Barefoot running and hip kinematics: Good news for the knee? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(5), 1009-1016
- Milner, C.E., Ferber, R., Pollard, C.D., Hamill J. & Davis, I.S. (2006) Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 323-328
- Novacheck, T.F. (1998) The biomechanics of running: review paper. *Gait and Posture*, 7, 77-95
- Olin, E.D. & Gutierrez, G.M., (2013) EMG and tibial shock upon the first attempt at barefoot running. *Human Movement Science*, 32, 343-352

- Pohl, M.B., Magin, P.J. & Callister, R. (2009) Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 19, 372-376
- Pohl, M.B., Mullineaux, D.R., Milner, C.E., Hamill J. & Davis, I.S. (2008) Biomechanical predictors of retrospective tibial stress fractures in runners. *Journal of Biomechanics*, 41, 1160-1165
- Rooney, B.D. & Derrick, T.R., (2013) Joint contact loading in forefoot and rearfoot strike patterns during running. *Journal of Biomechanics*, 46, 2201-2206
- Samaan, C.D., Rainbow, M.J., & Davis, I.S. (2014) Reduction in ground reaction force variables with instructed barefoot running. *Journal of Sports & Health Science*, 3, 143-151
- Sanderson, S., Tatt, I.D & Higgins, J.P.T. (2007) Tools for assessing quality and susceptibility to bias in observational studies in epidemiology: a systematic review and annotated bibliography. *International Journal of Epidemiology*, 36(3), 666-676
- Shih, Y., Lin, K., & Shiang, T. (2013) Is the foot striking pattern more important than barefoot or shod conditions in running? *Gait & Posture*, 38, 490-494
- Shorten, M. (1993) The energetics of running and running shoes. *Journal of Biomechanics*, 26(1), 41-51
- Thompson, M.A., Gutmann, A., Seegmiller, J., & McGowan, C.P. (2014) The effect of stride length of the dynamics of barefoot and shod running. *Journal of Biomechanics*, 47, 2745-2750
- Van Mechelen, W. (1992) Running injuries: A review of the epidemiological literature. *Sports Medicine*, 14(5), 320-335
- Williams, P.T. (2009) Lower prevalence of hypertension, hypercholesterolemia, and diabetes in marathoners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 523.
- Zipfel, B. & Berger, L.R. (2007) Shod versus unshod: The emergence of forefoot pathology in modern humans? *The Foot*, 17(4), 205-2013

Bijlage 1: Zoekstreng en resultaten

PubMed

"barefoot running" AND "injuries" AND "shod running" AND "lower extremity"

4 resultaten – allemaal full tekst

- 3 weggelaten op basis van inclusie criteria
- 1 overgebleven resultaat

"barefoot running" AND "lower extremity" AND "injuries"

5 resultaten – allemaal full tekst

- 4 dubbel
- 1 overgebleven resultaat

"barefoot running" AND "shod running"

26 resultaten

- 4 dubbel
- 12 weggelaten op basis van titel en abstract
- 10 weggelaten op basis van inclusie criteria
- Geen overgebleven resultaat

"barefoot running" AND "injuries"

35 resultaten

- 10 dubbel
- 8 weggelaten op basis van titel en abstract
- 15 weggelaten op basis van inclusie criteria
- 2 overgebleven resultaten

"barefoot running" AND "forefoot"

26 resultaten

- 17 dubbel
- 5 weggelaten op basis van titel en abstract
- 3 weggelaten op basis van inclusie criteria
- 1 niet opvraagbaar
- Geen overgebleven resultaten

Cinahl

"barefoot running" AND "injuries" AND "shod running" AND "lower extremity"

2 resultaten

- 2 dubbel met PubMed

"barefoot running" AND "lower extremity" AND "injuries"

3 resultaten

- 3 dubbel met PubMed

"barefoot running" AND "shod"

18 resultaten

- 9 dubbel
- 4 weggelaten op basis van titel en abstract
- 3 weggelaten op basis van inclusiecriteria
- 2 niet opvraagbaar
- Geen overgebleven resultaten

“barefoot running” AND “injuries”

26 resultaten

- 16 dubbel
- 5 weggelaten op basis van titel en abstract
- 4 weggelaten op basis van inclusiecriteria
- 1 overgebleven resultaat

SPORTDiscus

"barefoot running" AND "injuries" AND "shod" AND "lower extremity"

3 resultaten

- 3 dubbel

"barefoot running" AND "lower extremity" AND "injuries"

3 resultaten

- 3 dubbel

"barefoot running" AND "shod"

43 resultaten

- 29 dubbel
- 8 weggelaten op basis van titel en abstract
- 6 weggelaten op basis van inclusie criteria
- Geen overgebleven resultaten

“barefoot running” AND “injuries”

34 resultaten

- 26 dubbel
- 6 weggelaten op basis van titel en abstract
- 1 weggelaten op basis van inclusie criteria
- 1 overgebleven resultaat

ScienceDirect

"barefoot running" AND "injuries" AND "shod" AND "lower extremity"

111 resultaten

- 32 dubbel
- 68 weggelaten op basis van titel en abstract
- 10 weggelaten op basis van inclusie criteria
- 1 overgebleven resultaat

Bijlage 2: STROBE statement

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of cross-sectional studies

	Item No	Recommendation
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias
Study size	10	Explain how the study size was arrived at
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions
		(c) Explain how missing data were addressed
		(d) If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy

(e) Describe any sensitivity analyses		
Results		
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses
Discussion		
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

Bijlage 3: Artikelen beoordeeld m.b.v. STROBE statement voor cross-sectioneel onderzoek

	1a	1b	2	3	4	5	6a	7	8	9	10	11	12a	12b	12c	12d	12e	13a	13b	13c	14a	14b	15	16a	16b	17	18	19	20	21	22	
Cooper et al, 2015	-	+	+	+	-	+/-	+/-	+	+	+/-	+/-	+	+	-	-	+	+	+/-	-	-	+/-	-	+/-	+	+	-	+	+	+	+	+	
McCarthy et al, 2015	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	-	-	+	-	+/-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Olin & Gutierrez, 2013	-	+	+	+/-	-	+/-	+	+	+	+/-	+/-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+/-	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	
Rooney & Derrick, 2013	-	+	+	+	+/-	-	+/-	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+	
Samaan et al, 2014	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+/-	+	+	-	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	-
Shih et al, 2013	-	+/-	+	+/-	-	-	+/-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+/-	-	-	-	+/-	+	+	+	+	+	+	-	+/-	+	+	
Thompson et al, 2014	-	+	+	+	+/-	-	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+/-	-	+	-	+	-	-	+	+/-	+	+	+	+	+/-	-	+/-	+	+	