

Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding fysiotherapie

Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden?

Een systematische literatuurstudie

Bas Blom

Begeleider: Madelon Pijnenburg

- Januari 2016 -

Voor u ligt de afstudeerscriptie “Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden? Een systematische literatuurstudie”. Deze afstudeerscriptie is geschreven in het kader van het afstuderen binnen de opleiding Fysiotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven.

In deze literatuurstudie is er onderzoek gedaan naar het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden. De keuze voor dit onderwerp is ontstaan vanuit mijn interesse in hardlopen en mijn stageperiode bij PSV Eindhoven. Tijdens mijn stageperiode ben ik namelijk voor het eerst in aanraking gekomen met de diversiteit van core training. Core training wordt voornamelijk toegepast ter preventie van of tijdens revalidatie van lage rug blessures. Doordat het topsport klimaat voornamelijk prestatie gericht is, ontstond zo mijn nieuwsgierigheid naar het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden.

Graag wil ik via deze weg ook een aantal mensen bedanken voor hun bijdrage aan deze literatuurstudie. Allereerst wil ik mijn begeleidster, Madelon Pijnenburg, bedanken voor haar inspiratie, kennis en feedback tijdens het tot stand komen van deze literatuurstudie. Daarnaast wil ik graag mijn vriendin, Marie-Charlotte Vercruysse, bedanken voor haar feedback, vertrouwen en onvoorwaardelijke steun. Tot slot bedank ik ook mijn ouders en vrienden die altijd voor mij klaar hebben gestaan.

Bas Blom

Eindhoven, januari 2016

Achtergrond: Hardlopen is een populaire sport in Nederland. Daarnaast is hardlopen niet alleen een sport op zich, maar ook een veel voorkomend onderdeel in andere sporten. Tijdens deze hardloop activiteiten functioneert de romp als proximale stabilisator voor distale mobiliteit. Meerdere onderzoeken tonen aan dat een goed getrainde romp de kans op lage rug pijn verminderd. Daarom is het belangrijk om als fysiotherapeut te weten of core training naast preventie en revalidatie van lage rug blessures, ook effect heeft op de prestaties van de sporter.

Onderzoeksvraag: “Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden?”

Method: Er werd systematisch gezocht naar relevante literatuur in de online databanken PubMed en Web of Science. De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde artikelen werd bepaald door gebruik te maken van de Physiotherapy Evidence Database schaal. Vervolgens werd er een Best Evidence Synthese toegepast.

Resultaten: Acht artikelen werden geïnccludeerd. De methodologisch kwaliteit varieerde van slecht tot goed. Er werd sterk bewijs gevonden dat core training met een hulpmiddel de tijd bij hardlooppafstanden verkort. Dit werd gebaseerd op twee CCT's en één RCT. Daarnaast werd er op basis van twee RCT's en één CCT matig bewijs gevonden dat core training zonder hulpmiddel geen effect heeft op tijd bij hardlooppafstanden.

Conclusie: Core training heeft geen negatief effect op de gemeten tijd bij hardlooppafstanden. Bovendien kan deze interventie bijdragen tot preventie van lage rugpijn. Uit deze kennis kunnen we dus concluderen dat core training kan worden aanbevolen bij hardlopers. Vervolgonderzoek is echter aan te bevelen om een sluitend antwoord te vinden op de vraag of core training een positief effect heeft op de gemeten tijd bij hardlooppafstanden. Hierbij is het van belang dat er naast het gebruik van een algemene definitie voor core training, de gebruikte interventie ook expliciet in het artikel wordt vermeld.

Background: Running is a popular sport in the Netherlands. Running is also often a part of other sports. During running, the core functions as a proximal stabilizer for the distal mobility. Several studies showed that a well-trained core reduces the risk of low back pain and that is why core training is included in the prevention and rehabilitation of low back injuries. As a physiotherapist it is important to know if core training also affects performance in athletes. Therefore, this study will investigate the effect of core training on time performance in athletes

Research question: "What is the effect of core training on time at running distances?"

Methods: A systematic research was performed to find relevant literature using the online databases PubMed and Web of Science. The methodological quality of the included studies was determined using the Physiotherapy Evidence Database scale. A Best Evidence Synthese was performed.

Results: Eight articles were included with a methodological quality ranging from poor to fair. Strong evidence was found that core training while using a balance tool reduces the time performance in running athletes. This evidence was based on two CCT's and one RCT. Based on two RCT's and one CCT, moderate evidence was found that core training without using a balance tool didn't affect time performance in running athletes

Conclusion: Core training has no negative effect on measured time on running distances. Furthermore, core training can reduce the risk of lower back pain. With this knowledge, we can conclude that core training is recommended for athletes. However, future research is recommended to find an answer to the question if core training affects the time performance in running athletes positively. Therefore, it is important that besides the use of a general definition of core training, the used intervention is mentioned explicitly in the article.

1. Inleiding	6
2. Methode.....	7
2.1. Databanken en zoekstrategie	7
2.2. In- en exclusie criteria	7
2.3. Studie selectie	7
2.4. Beoordeling methodologische kwaliteit.....	8
2.5. Data-extractie.....	8
2.6. Best Evidence Synthese	9
3. Resultaten.....	10
3.1. Selectieprocedure	10
3.2. Methodologische kwaliteitsbeoordeling	10
3.3. Data-extractie	11
3.4. Data synthese	12
4. Discussie	13
4.1. interpretatie van de resultaten	13
4.2. Sterke en zwakke punten van deze systematische literatuurstudie	16
4.3. Aanbevelingen voor de praktijk.....	16
5. Conclusie	17
Literatuur.....	18
Bijlage I: PEDro schaal.....	21
Bijlage II: Data-extractie tabel.....	22
Bijlage III: Trainingsprotocol statische core stability.....	27
Bijlage IV: Trainingsprotocol dynamische core stability	28
Bijlage V: Trainingsprotocollen core strength en core endurance.....	29

1. Inleiding

In Nederland sport 53% van de populatie tussen de 12 en 81 jaar wekelijks (1). Hardlopen is een populaire sport in Nederland. In 2012 beoefende circa 1.9 miljoen Nederlanders de sport hardlopen (2). Van deze 1.9 miljoen hardlopers, liepen er 610.000 een hardloopblessure op. 5% van deze 610.000 hardloopblessures betreft de romp. Hierbij lieten 130.000 hardlopers met een blessure zich behandelen bij een fysiotherapeut. Dit leidde tot een totaal van 600.000 fysiotherapiebehandelingen (2). De romp functioneert als proximale stabilisator voor distale mobiliteit tijdens hardloop activiteiten (3). Hardlopen is niet alleen een sport op zich, maar ook een veel voorkomend onderdeel in andere sporten (4).

De romp bestaat zowel uit passieve als actieve structuren zoals botten, ligamenten en musculatuur van de lumbale wervelkolom, het bekken en de heup (3,5-8). De romp dient als centrum van de functionele kinetische keten van het lichaam. De functie van de romp in deze kinetische keten is het stabiliseren van het lichaam, voornamelijk de wervelkolom, tijdens of zonder beweging van ledematen. Het stabiliseren van de wervelkolom vereist zowel passieve als actieve stijfheid (9). De romp speelt een belangrijke factor bij blessure preventie, voornamelijk lage rugpijn, en bij optimaal presteren (10-11). Meerdere onderzoeken tonen aan dat een goed getrainde romp de kans op lage rug pijn verminderd (9,12).

Het trainen van de romp wordt core training genoemd. Er zijn verschillende core trainingen zoals: core stability training en core strength training (6). Core stability wordt door Kibler et al. (3) gedefinieerd als “het vermogen om de positie en de beweging van de romp te controleren ten opzichte van het bekken en de heup. Dit alles om de optimale productie, transfer en controle van een kracht en beweging toe te staan tijdens sportactiviteiten”. Core strength betekent dat de musculatuur van de romp het vermogen heeft om krachten op te vangen, te produceren en vast te houden (6,13). Ondanks deze definities blijft er een grote verwarring bestaan omtrent het begrip core training. Dit komt doordat core training zowel in de revalidatie sector als in de sport en fitness sector wordt toegepast (13). De focus van de core training bij de gemiddelde populatie in de revalidatie sector ligt voornamelijk op het voorkomen van blessures. Hier wordt hoofdzakelijk gewerkt op het niveau van algemene dagelijkse levensverrichtingen. Daarentegen wordt er tijdens hoge dynamische en hoge belastbare activiteiten in de sport sector een hoger niveau van core stability en core strength geëist (13).

De meeste onderzoeken in de revalidatie/fysiotherapie sector focussen zich op de invloed van core stability op lage rug pijn (13-14). Uit het onderzoek van Jeng et al. (15) blijkt dat lage rug pijn voorkomen kan worden door het versterken van de rug, benen en abdominale musculatuur, wat resulteert in een verbeterde musculaire stabilisatie. Uit onderzoek van Leetun et al. (16) is aangetoond dat vrouwelijke atleten met een zwakke core stability een verhoogd risico hebben op een lage rug blessure. Andere onderzoeken suggereren dat naast het positieve effect op lage rugpijn, een sterke abdominale musculatuur ook een belangrijke factor zou kunnen hebben bij het verbeteren van de sportprestatie (17-18).

De fysiotherapeut, die werkzaam is in de sportgezondheidszorg, richt zich met core training niet alleen op de revalidatie maar ook op de preventie van blessures (19-20). Deze literatuurstudie onderzoekt of de core training naast de revalidatie en preventie van blessures, ook nog invloed heeft op de sportprestaties. Om dit in beeld te brengen ligt de focus van dit onderzoek op het effect van core training op de gemeten tijd bij verschillende hardlooppafstanden. Met behulp van de gemeten tijd, pre en post interventie, kan het eventuele effect van core training beoordeeld worden. Het doel van deze literatuurstudie is een antwoord te vinden op de volgende vraag: "Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden?"

2. Methode

2.1. Databanken en zoekstrategie

In oktober en november 2015, werden relevante artikelen gezocht in de databanken PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) en Web of Science (<https://www.webofknowledge.com>). Ten eerste werd er gezocht naar overeenkomende Mesh-termen. De volgende Mesh-termen werden gevonden: Running, Athletes, Exercise, Exercise Therapy en Athletic Performance. Vervolgens werden de Mesh-termen gecombineerd met de andere zoektermen, wat resulteerde in de volledige zoekstring. De volledige zoekstring is gepresenteerd in tabel 1. Met de zoekstring werden de databanken doorzocht om zo de onderzoeksvraag te beantwoorden. Indien er in de gevonden artikelen andere relevante artikelen werden vermeld, werden deze ook geïnccludeerd, het 'sneeuwbal effect'.

2.2. In- en exclusie criteria

De volgende inclusiecriteria werden gehanteerd:

- Type onderzoeksdesign: Randomised Controlled Trial (RCT) of Clinical Controlled Trial (CCT)
- Nederlands- of Engelstalig
- Bevat op zijn minst één core training als interventie
- Een hardlooppafstand in tijd als uitkomstmaat om het effect van de core training pre en post interventie te meten

De volgende exclusiecriteria werden gehanteerd:

- Een populatie met een aandoening/ziekte beeld

2.3. Studie selectie

De artikelen die gevonden werden op basis van de eerdergenoemde zoekstrategie en de in- en exclusiecriteria, werden in de eerste fase gescreend op de titel en abstract. In de tweede fase werden de overgebleven artikelen gescreend op basis van full tekst. Het volledige onderzoek werd door één onderzoeker uitgevoerd.

Tabel 1: Zoekstring.

Zoektermen							Filters
running[Mesh] OR jogging OR runners OR runner OR running OR sprint* OR athlet* OR athletes[Mesh]	AND	"core stability" OR "core strength" OR "trunk stabilisation" OR "trunk stabilization" OR stabili* OR "core muscles" OR "core muscle"	AND	"exercise"[Mesh] OR "exercise therapy"[Mesh] OR "balance training" OR training	AND	"athletic performance"[Mesh] OR performance	Humans English or Dutch Full text
Zoekstring PubMed:							
(running[Mesh] OR jogging OR runners OR runner OR running OR sprint* OR athlet* OR athletes[Mesh]) AND ("core stability" OR "core strength" OR "trunk stabilisation" OR "trunk stabilization" OR stabili* OR "core muscles" OR "core muscle") AND ("exercise"[Mesh] OR "exercise therapy"[Mesh] OR "balance training" OR training) AND ("athletic performance"[Mesh] OR performance)							
Zoekstring Web Of Science:							
(running OR jogging OR runners OR runner OR sprint* OR athlet* OR athletes) AND ("core stability" OR "core strength" OR "trunk stabilization" OR "Trunk stabilisation" OR stabili* OR "core muscles" OR "core muscle") AND ("exercise" OR "exercise therapy" OR "balance training" OR training OR therapy) AND ("athletic Performance" OR performance)							

2.4. Beoordeling methodologische kwaliteit

Alle geïnccludeerd artikelen werden beoordeeld met behulp van de Physiotherapy Evidence Database schaal (PEDro-schaal) (21), zie bijlage I. De PEDro-schaal is een valide en betrouwbaar hulpmiddel om de methodologische kwaliteit van RCT's te beoordelen (22). RCT's en CCT's tonen, op de randomisatie na, veel overeenkomsten. Vanwege deze overeenkomsten werd de PEDro-schaal ook toegepast op de geïnccludeerde CCT's. Om de volledige PEDro-schaal te gebruiken, werden zowel de CCT's als de RCT's beoordeeld op alle items. De PEDro-schaal bevat elf items. Het eerste item beoordeeld de externe validiteit van een artikel en wordt niet meegenomen in de totaalscore. De items twee tot en met tien beoordelen de artikelen individueel op de interne en/of statistische validiteit. Ieder item dat beantwoord kan worden met 'ja' krijgt de score één. Ieder item dat niet expliciet wordt gerapporteerd in het artikel of er niet aan voldoet, krijgt de score nul. De totaalscore werd berekend door de positief scorende items bij elkaar op te tellen en kon variëren van nul tot tien. Aan de hand van de totaal score werd de methodologische kwaliteit geclassificeerd, variërend van "slecht" tot "zeer goed" (21), zie bijlage II.

2.5. Data-extractie

Uit de geïnccludeerde artikelen werden de belangrijkste gegevens geëxtraheerd en in een data-extractie tabel gepresenteerd, zie bijlage II. De belangrijkste gegevens bestonden uit: de eerst vermelde auteur, het jaartal, het type studie design, karakteristieken van de onderzoekspopulatie, de inhoud van de core training, de resultaten pre en post interventie gericht op het verbeteren van tijd bij hardlooppafstanden,

de p waarde van de resultaten, wel of geen significante resultaten. Een p waarde van $<0,05$ werd als statistisch significant beoordeeld.

2.6. Best Evidence Synthese

Een Best Evidence Synthese (BES) werd toegepast bij vergelijkbare studies en interventies. De algemene uitspraak werd verkregen door de combinatie van de methodologische kwaliteit, het type design en het effect van de interventie. Deze uitspraak werd geclassificeerd in mate van bewijs. De BES werd toegepast volgens de criteria van van Tulder et al. (23), zie tabel 2.

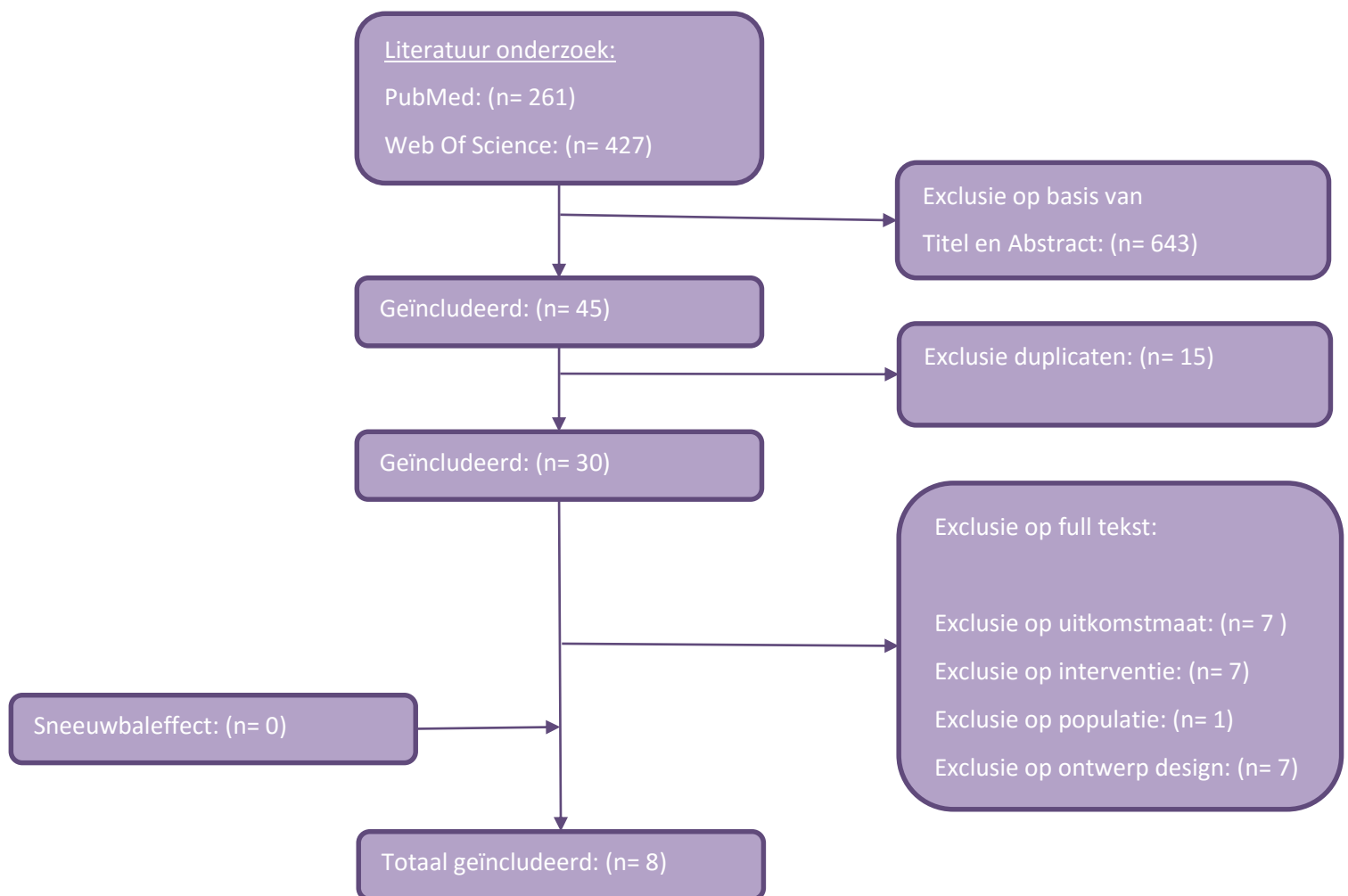
Tabel 2: Best Evidence Synthese. Bron: van Tulder et al. (23).

Mate van bewijs	Criteria
Sterk bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 2 RCT's van hoge kwaliteit, met PEDRO-scores van minimaal 4 punten*
Matig bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit en ten minste 1 RCT van lage kwaliteit (< 3 punten op PEDro) of 1 Controlled Clinical Trial (CCT) van hoge kwaliteit*
Gering bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit of ten minste 2 CCT's van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)*
Aanwijzingen	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 CCT van hoge kwaliteit of RCT van lage kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)*, of ten minste 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit (in afwezigheid van RCT's en CCT's)*
Geen of onvoldoende bewijs	In die gevallen waarin de resultaten van de geïnccludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende (statistisch significante positieve en statistisch significante negatieve) resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïnccludeerd kon worden
*Indien het aantal studies dat bewijs aantoont minder dan 50% bedraagt van het totale aantal gevonden studies in dezelfde categorie van methodologische kwaliteit en studiedesign (RCT, CCT of pre-experimentele studie), wordt het resultaat als 'geen bewijs' geclassificeerd.	

3. Resultaten

3.1. Selectieprocedure

De volledige selectieprocedure is weergegeven in een flowchart, zie figuur 1. De zoekstrategie leverde een totaal van 688 artikelen op. Op basis van de titel en abstract werden 643 artikelen geëxcludeerd. De 45 resterende artikelen werden gecontroleerd op duplicaten waarvan 15 artikelen werden verwijderd. De overige 30 artikelen werden gescreend op full tekst met een uiteindelijk resultaat van acht geïnccludeerde artikelen. Eén van de acht artikelen was een congres abstract waar geen full tekst van beschikbaar was. Op basis van dit congres abstract werd het artikel toch door de onderzoeker geïnccludeerd (25). Uiteindelijk waren er drie RCT's (11,4,24) en vijf CCT's (14,25-28) geïnccludeerd.



Figuur 1: Flowchart.

3.2. Methodologische kwaliteitsbeoordeling

De beoordeling van de methodologische kwaliteit van de acht geïnccludeerd artikelen is weergegeven in tabel 4. De PEDro score van de acht artikelen had een spreiding van drie tot zes punten, dit staat gelijk aan een slechte tot goede methodologische kwaliteit (21). Twee artikelen werden, met beiden een score van zes punten, als een goede methodologische kwaliteit geclassificeerd (17,24). Vijf artikelen werden

als redelijke methodologische kwaliteit geclassificeerd (11,14,25-28). Alleen het artikel van Childs et al. (25) werd geclassificeerd als slecht methodologische kwaliteit.

Tabel 4: Overzicht artikelen met PEDro score.

Eerste auteur, publicatie jaar	Items*											Score / classificatie
	1**	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Randomized controlled trials												
Sato K, 2009	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5 / Redelijk
Kibele A, 2009	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6 / Goed
Yaggie JA, 2006	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6 / Goed
Clinical controlled trials												
Tse, 2005	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4 / Redelijk
Childs D, 2011	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3 / Slecht
Hoshikawa Y, 2013	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4 / Redelijk
Parkhouse KL, 2011	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5 / Redelijk
Schilling JF, 2013	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5 / Redelijk

* Zie bijlage I voor uitgeschreven items.** Wordt niet opgenomen in de totaalscore.

3.3. Data-extractie

De belangrijkste data is weergegeven in een data-extractie tabel, zie bijlage II.

3.3.1. Karakteristieken van de onderzoekspopulatie

Het totaal aantal geïncludeerde participanten van de acht artikelen bedroeg 187. Twee artikelen beschreven het geslacht van de participanten niet (14,25). Bij de resterende zes artikelen bedroeg het totaal aantal participanten 138 (4,11,24,26-28). 96 van deze 138 participanten waren mannelijk, 42 participanten vrouwelijk. De leeftijdsrange van alle geïncludeerde patiënten lag tussen 12.1 (26) en 36.9 (11) jaar.

3.3.2. Effect van core training op hardlooptijd

Drie van de acht artikelen beschreven een core training met een hulpmiddel (4,11,24). De hulpmiddelen die werden gebruikt waren: Stability Ball (11), BOSU® Balance Trainer (24) en Swiss Ball (4). Drie andere artikelen beschreven een core training zonder hulpmiddel (26-28). De overige twee artikelen beschreven een core training waarbij het onbekend was of er een hulpmiddel werd toegepast (14,25). De core training die als interventie werd toegepast varieerde bij de acht artikelen in: core strength training (25,28), trunk stabilization training (4,26), core endurance training (14,28), core stability training (27) en balance training (24). De protocollen van de interventies en de onderzoekspopulaties van de geïncludeerde artikelen staan beschreven in de data-extractie tabel, zie bijlage II.

Core training met hulpmiddel

Het onderzoek van Sato et al. (11) beschreef als interventie core strength training waarbij gebruik werd gemaakt van een stability ball. De interventie duurde zes weken. Bij zowel de experimentele groep als de controle groep verbeterde de hardlooptijd over 5000 meter. De gemiddelde verbeterde tijd van de experimentele groep was significant sneller dan die van de controle groep (11). In het onderzoek van Yaggie et al. (24) werd de interventie balance training met een BOSU® Balance Trainer toegepast. De interventie duurde vier weken. Het onderzoek toonde een significante vermindering in shuttle-run tijd aan tussen de pre en de post interventie voor de balance training groep. Dit in tegenstelling tot de controle groep. Het onderzoek van Kibele et al. (4) beschreef de interventie als trunk stabilization training waarbij gebruik werd gemaakt van een Swiss Ball. De interventie duurde zeven weken. Het onderzoek toonde geen significante verbetering aan tussen pre en post interventie shuttle run tijden.

Core training zonder hulpmiddel

Schilling et al. (28) onderzocht het effect van core strength training en core endurance training op de 10 meter sprint. Bij beide groepen werd geen significant verschil in sprinttijd aangetoond tussen de pre en post interventie. Ook was er zowel pre als post interventie geen significant verschil tussen beide groepen. Parkhouse et al. (27) gebruikte als interventie core stability training. Zowel de dynamische als de statische core stability trainingsgroepen toonden geen significant verschil aan tussen pre en post interventie sprinttijden. Bovendien was er geen significant verschil tussen beide trainingsgroepen. Het onderzoek van Hoshikawa et al. (26) beschreef als interventie trunk stabilization, die een periode van 6 maanden duurden. Zowel de experimentele groep als controle groep toonden beiden een significant verbeterde post interventie sprinttijd aan ten opzichte van de pre interventie sprinttijd. Er is geen significant verschil aangetoond tussen beide groepen.

Niet bekend of de interventie met of zonder hulpmiddel werd uitgevoerd

Twee artikelen beschreven niet of de interventie werd uitgevoerd met of zonder hulpmiddel (14,25). Het onderzoek van Childs et al. (25) beschreef de interventie voor de experimentele groep als core strength training met een interventieduur van 4 weken. Het onderzoek toonde een significant kortere maximale sprinttijd aan bij de 800 meter voor de experimentele groep. Dit in tegenstelling tot de controle groep dat geen significante verbetering aantoonde. Het onderzoek van Tse et al. (14), dat als interventie core endurance training toepaste, toonde geen significant verschil aan in sprinttijd tussen pre en post interventie sprinttijden voor beiden groepen. Ook werd er geen significant verschil tussen de controle groep en experimentele groep in sprinttijden, zowel pre als post interventie, aangetoond.

3.4. Data synthese

Om een Best Evidence Synthese volgens van Tulder et al. (23) uit te voeren dienden de interventies vergelijkbaar te zijn. Volgende core trainingen werden toegepast: trunk stabilization training, core stability training, balance training, core strength training en core endurance training. Deze interventies werden op basis van de artikelen in twee groepen ingedeeld, namelijk met en zonder hulpmiddel.

Core training met hulpmiddelen

Drie artikelen (4,11,24) beschreven interventies met het gebruik van hulpmiddelen: 'stability ball' (11), BOSU® Balance Trainer (24) en Swiss Ball (4). De onderzoeken van Sato et al. (11) en Yaggie et al. (24) toonden beiden significante verbeteringen aan na interventie in respectievelijk 5000 meter hardlooptijd en shuttle-run tijd. Daarentegen toonde het onderzoek van Kibele et al. (4) geen significante verbeteringen aan na interventie in shuttle-run tijd en sprinttijd. De onderzoeken van Sato et al. (11) en Yaggie et al. (24) waren beiden RCT's. Het onderzoek van Kibele et al. (4) was een CCT. Volgens de criteria van van Tulder et al. (23) resulteerde dit in "sterk bewijs" dat core training met een hulpmiddel effect heeft op tijd bij hardlooppafstanden.

Core training zonder hulpmiddelen

Drie artikelen beschreven interventies zonder het gebruik van hulpmiddelen (26-28). Het onderzoek van Hoshikawa et al. (26) was een CCT. De onderzoeken van Parkhouse et al. (27) en Schilling et al. (28) waren beiden RCT's. Alle drie de onderzoeken (26-28) toonden geen significante tijd verbeteringen aan op de gemeten sprintafstanden. Dit resulteerde in 'matig bewijs' volgens de criteria van van Tulder et al. (23).

4. Discussie

Het doel van deze systematische literatuurstudie was het antwoord verkrijgen op de vraag: Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden?

In deze systematische literatuurstudie werd er, volgens de criteria van van Tulder et al. (23), een "sterk bewijs" gevonden dat core training met een hulpmiddel een significante verkorte tijd aantoonde bij verschillende hardlooppafstanden. Dit bewijs werd aangetoond door twee RCT's (11,24) en één CCT (4). De core training bestond in deze onderzoeken uit: trunk stabilization training met een Swiss Ball (4), core strength training met een 'stability ball' (11) en balance training met een BOSU® Balance Trainer (24). Verder werd er ook matig bewijs gevonden dat core training zonder hulpmiddelen geen significant effect had op het verbeteren van hardlooptijden. Bovenstaand bewijs werd gevonden in één RCT (26) en twee CCT's (27-28). De core training bestond in deze onderzoeken uit: trunk stabilization training (26), statische en dynamische core stability training (27) en core strength en core endurance training (28).

4.1. interpretatie van de resultaten

Geen enkel artikel scoorde punten op de items drie, vijf, zes en zeven van de PEDro-schaal. Item drie (is de blinderingsprocedure van de randomisatie gewaarborgd) werd in geen enkel artikel expliciet vermeld. De items vijf en zes waren te verklaren voor zes van de acht artikelen (4,11,14,24-26) doordat de participanten of in een interventie groep of in een controlegroep waren ingedeeld. Hierdoor wisten de participanten of ze een interventie in de vorm van een core training ondergingen of juist niet. Verder wisten ook de therapeuten of ze een training met of zonder core training aanboden aan de participanten.

Parkhouse et al. (27) en Schilling et al. (28) beschreven beiden twee experimentele groepen. In beide artikelen werd niet expliciet vermeld of de participanten en therapeuten geblindeerd waren. Item zeven (blinding van ten minste één uitkomstmaat voor de beoordelaar) was te verklaren doordat in alle artikelen de pre- en post testen en de interventie door dezelfde therapeuten/beoordelaars werden uitgevoerd. Verder scoorde alleen het onderzoek van Childs et al. (25) negatief op item 11 (is van ten minste één primaire uitkomstmaat zowel puntschatting als spreidingsmaat gepresenteerd). Dit is te verklaren doordat er van het onderzoek alleen een congres abstract beschikbaar was.

Core training is een heterogene term. In de literatuur worden hier verschillende definities aan gegeven. In de geïnccludeerde artikelen is de core training op verschillende manieren beschreven (4,11,14,24-28). Zo werden er vijf verschillende soorten core training met verschillende namen beschreven, namelijk: core strength training (11,25,28), core stability training (27), core endurance training (14,28), trunk stabilization training (4,26) en balance training (24). Alle trainingen waren gericht op de core maar bevatten verschillende soorten oefeningen. Door de heterogeniteit in core training als interventie, is voor deze systematische literatuurstudie een verdeling gemaakt tussen core training met hulpmiddel en core training zonder hulpmiddel. Daarnaast is er ook nog één categorie toegevoegd waarbij het onderzoek niet duidelijk de interventie beschrijft. Door deze verdeling was het niet mogelijk om bijvoorbeeld aan de hand van de gekozen oefeningen een mate van bewijs volgens van Tulder et al (23) op te stellen. Verder was de onderzoekspopulatie bij de geïnccludeerde artikelen verschillend. Zo varieerde de leeftijdsrange van alle geïnccludeerde participanten tussen 12.1 (26) en 36.9 (11) jaar. Het totaal aantal geïnccludeerde participanten per studie was relatief laag. Dit aantal varieerde tussen 12 (27) en 40 (4) participanten per studie. Geen enkel van de geïnccludeerde artikelen (4,11,14,24-28) heeft een powercalculatie uitgevoerd om de sample size te berekenen. Volgens Wouters et al. (29) kunnen de resultaten berusten op toeval wanneer de onderzoekspopulatie te klein is. Voor een vervolg onderzoek wordt een powercalculatie aanbevolen om de sample size te berekenen. Dit om met zekerheid vast te stellen dat de omvang van de onderzoekspopulatie groot genoeg zal zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden (30).

4.1.1. Core training met hulpmiddel

Twee (11,24) van de drie artikelen (4,11,24) die een core training met hulpmiddel beschreven toonden een significante verbetering in hardlooptijd na de interventieperiode aan. Een mogelijke verklaring dat de onderzoeken van Sato et al. (11) en Yaggie et al. (24) wel een verbetering aantoonen en het onderzoek van Kibele et al. (4) niet, kan het verschil in onderzoekspopulatie zijn. Zo bestonden de onderzoekspopulaties bij Sato et al. (11) en Yaggie et al. (24) uit recreatieve en competitieve hardlopers (11) en recreatief actieve participanten (24). Dit in tegenstelling tot de onderzoekspopulatie van Kibele et al. (4) die bestond uit fysiek actieve sportstudenten. Dit suggereert dat fysiek actieve sportstudenten (4), in tegenstelling tot recreatief actieve mensen (11,24), geen baat hebben bij core training met een hulpmiddel. Om deze suggestie te bevestigen dient een vergelijkend onderzoek qua interventie en uitkomstmaat in de toekomst uitgevoerd te worden bij een vergelijkbare onderzoekspopulatie. Een andere mogelijke verklaring dat het onderzoek van Sato et al. (11) wel een verbetering aantoonde en het onderzoek van Kibele et al. (4) niet, is de kwaliteit van de onderzoeken. Zo scoorde het artikel van

Kibele et al. (4) een zes op de PEDro-schaal, in tegenstelling tot het artikel van Sato et al. (11) dat een vijf scoorde. Het onderzoek van Sato et al. (11) scoorde in tegenstelling tot de onderzoeken van Kibele et al. (4) en Yaggie et al. (24) een nul op item vier van de PEDro-schaal. Dit betekende dat de prognostische waarde van de experimentele groep en de controle groep in het onderzoek van Sato et al. (11) niet vergelijkbaar waren. Er werd een zelfde score behaald op de overige items van de PEDro-schaal. Het onderzoek van Sato et al. (11) is hierdoor van mindere kwaliteit dan dat van Kibele et al. (4) en dient met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. Voor een vervolgonderzoek is het daarom aan te raden dat de prognostische waarde van de experimentele groep en de controle groep vergelijkbaar zijn. Een ander verschil tussen het onderzoek van Sato et al. (11) en Kibele et al. (4) is de hardlooppafstand. Zo werd in het onderzoek van Sato et al. (11) de tijd gemeten over 5000 meter. Bij het onderzoek van Kibele et al. (4) werd de tijd gemeten bij een 20 meter sprint en een shuttle run. Dit suggereert dat core training met een hulpmiddel wel effect heeft op de tijd bij een hardlooppafstand van 5000 meter en niet bij een 20 meter sprint of een shuttle run. Echter wordt in het onderzoek van Yaggie et al. (24) wel een significant verbeterde tijd voor de shuttle run na een core training met een hulpmiddel aangetoond.

4.1.2. Core training zonder hulpmiddel

Alle drie de geïncludeerde artikelen (26-28) toonden geen significante verbetering aan na een core training zonder hulpmiddel. Het onderzoek van Hoshikawa et al. (26) toont geen significante verbeteringen in gemeten hardlooptijd na een 6 maanden durende trunk stabilization training zonder hulpmiddelen bij jonge voetballers van een professionele voetbalclub. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn is de inhoud van de trunk stabilization training. Deze core training kon hierdoor overeenkomen met andere taken die geclassificeerd werden als “basis taken” (26). Het onderzoek van Parkhouse et al. (27) toonde geen significante verbeteringen voor zowel de statische core stability groep als de dynamische core stability groep. Wel suggereerde Parkhouse et al. (27) dat de combinatie van beide experimentele groepen een positief effect kan hebben. Om dit te bevestigen of te ontkrachten is vervolgonderzoek nodig die een combinatie van beide interventies toepast. Het onderzoek van Schilling et al. (28) had, in tegenstelling tot de onderzoeken van Hoshikawa et al. (26) en Parkhouse et al. (27), twee experimentele groepen, namelijk een core strength groep en een core endurance groep. Beide groepen toonde geen significant verschil tussen pre en post interventie gemeten hardlooptijd. Dit in tegenstelling tot het onderzoek van Sato et al. (11) dat een core strength training beschreef met hulpmiddel. Dit suggereert dat core training met hulpmiddel wel effect heeft. Echter is het verschil in onderzoekspopulatie tussen het onderzoek van Schilling et al. (28) en Sato et al. (11) groot. Voor een eventueel vervolgonderzoek wordt aangeraden om de onderzoekspopulatie vergelijkbaar te stellen om een eventuele aanbeveling te doen.

4.1.3. Niet bekend of de interventie met of zonder hulpmiddel werd uitgevoerd

Het onderzoek van Childs et al. (25) was alleen beschikbaar in een congres abstract vorm. Het onderzoek toonde een significante verkorte sprinttijd aan na 4 weken core strength training. Het is echter onbekend wat de inhoud van deze core strength training inhield. Door de grote heterogeniteit

binnen het onderwerp core training is een schatting over de inhoud van de core strength training dan ook moeilijk. Het onderzoek van Tse et al. (14) beschreef de interventie core endurance training. Echter stond het volledige trainingsprotocol niet uitgeschreven in het onderzoek. Bovendien was er geen schatting te maken of de interventie met of zonder hulpmiddel werd toegepast. Het onderzoek toonde geen significante verbetering aan in sprinttijd. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat de interventie een opbouw kende met verschillende soorten core training. De core training bestond uit het actief aanleren van de musculus transversus abdominis en de musculus multifidus. Wanneer dit bereikt was, vervolgde de interventie met houdings- en stabiliteitsoefeningen. Hierna volgde statische en dynamische oefeningen, gevolgd door mobiliteitsoefeningen. Deze oefeningen, met daaraan toegevoegd kracht en core endurance oefeningen, werden vanaf week vier tot week acht uitgevoerd (14). Voor een vervolgonderzoek wordt aangeraden om de diversiteit in oefeningen te minimaliseren. Dit om het effect van een specifieke core training ten opzichte van gecombineerde core trainingen uit het onderzoek van Tse et al. (14) te onderzoeken.

4.2. Sterke en zwakke punten van deze systematische literatuurstudie

Een sterk punt van deze literatuurstudie is de systematische opzet wat deze literatuurstudie reproduceerbaar maakt (29). Om geïnccludeerd te worden in deze literatuur studie moest het onderzoeksdesign of een RCT of een CCT zijn. Deze onderzoekdesigns hebben een hoger bewijsniveau dan andere onderzoekdesigns (29). Een ander sterk punt van deze literatuurstudie is dat alle geïnccludeerde artikelen een kwaliteitsbeoordeling hebben gekregen (29). Deze kwaliteitsbeoordeling werd toegepast volgens de normen van de PEDro-schaal. Deze PEDro-schaal is bewezen valide en betrouwbaar te zijn voor het beoordelen van RCT's (24).

Een zwak punt van deze systematische literatuurstudie is dat deze is uitgevoerd door één onderzoeker. Doordat het onderzoek is uitgevoerd door één onderzoeker bestaat de mogelijkheid dat er bij de selectieprocedure relevante artikelen zijn gemist. Dit is te minimaliseren door een vervolgonderzoek uit te voeren met meerdere onderzoekers. Een ander zwak punt van de studie is de beoordeling van de methodologische kwaliteit voor de CCT's met de PEDro-schaal. CCT's konden op de items betreffende de randomisatie geen punten scoren. Op de andere items kwamen CCT's wel overeen met RCT's. Hierdoor is er dus gekozen voor de PEDro-schaal, zodat de geïnccludeerde artikelen met elkaar vergeleken konden worden. De subjectiviteit van de kwaliteitsbeoordeling is een ander zwak punt van deze studie. Wanneer in een vervolgonderzoek meerdere onderzoekers individueel de kwaliteit van de geïnccludeerde artikelen zouden beoordelen, kan er na discussie tussen de onderzoekers een betere kwaliteitsbeoordeling gevormd worden.

4.3. Aanbevelingen voor de praktijk

Doordat er geen consensus bestaat over core training en er alleen een matig bewijsniveau is gevonden voor de positieve effecten van core training met hulpmiddel op de tijd bij verschillende hardlooppafstanden, kan er geen specifieke core training aanbevolen worden. Wel blijkt uit alle geïnccludeerde onderzoeken dat core training geen negatief effect heeft op de tijd bij verschillende

hardlooppafstanden die toepasbaar zijn in verschillende soorten sport (4). Met dat gegeven, en het gegeven dat lage rug pijn voorkomen kan worden door core training (12), wordt core training aangeraden maar met een ander doel dan het verbeteren van de tijd bij hardlooppafstanden. De fysiotherapeut in de sportsector kan zonder dat het de prestatie verbeterd core training toepassen ter preventie van lage rug pijn.

Gezien de heterogeniteit en het totaal aantal van slechts acht geïnccludeerde artikelen wordt vervolgonderzoek aanbevolen. Voor vervolgonderzoeken is het noodzakelijk dat er overeenstemming komt betreft de definities van core training. Verder is het noodzakelijk dat de onderzoekspopulaties van grotere omvang zijn, zodat de kans dat de resultaten op toeval berusten geminimaliseerd worden. Dit kan gerealiseerd worden door een powercalculatie toe te passen zodat de sample size optimaal voor het onderzoek is (30). Om de kwaliteit van de onderzoeken te verhogen dienen de beoordelaars van de pre en post testen geblindeerd te zijn van de interventies (21). Dit dient dan ook expliciet vermeld te worden in het artikel.

5. Conclusie

Het doel van deze systematische literatuurstudie was het antwoord verkrijgen op de vraag: Wat is het effect van core training op tijd bij hardlooppafstanden. Alleen core training met een hulpmiddel heeft een sterk bewijsniveau dat het een positief effect heeft op de gemeten tijd bij hardlooppafstanden. Ook blijkt uit de onderzoeken dat geen enkele, in deze systematische literatuurstudie, vorm van core training een negatief effect heeft op de gemeten tijd bij hardlooppafstanden.

Om core training aan te bevelen voor het verbeteren van de gemeten tijd bij hardlooppafstanden dient vervolgonderzoek gedaan te worden. Hierbij dient een overeenstemming bereikt te zijn in de definitie van core training en expliciet vermeld te worden in het artikel. Daarnaast wordt er een power analyse voor de onderzoekspopulatie aanbevolen zodat de onderzoekspopulatie groot genoeg is voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Ook wordt er aanbevolen de beoordelaars te blinderen van de interventies om zodoende de kwaliteit van het onderzoek te verhogen. Core training wordt met het gegeven dat het geen negatief effect heeft op de gemeten tijd bij hardlooppafstanden en het gegeven dat lage rugpijn voorkomen kan worden aanbevolen.

1. Centraal Bureau voor de statistiek i.s.m. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Gezondheidsenquête / Leefstijlmonitor. [Internet]
<https://www.volksgezondheidenzorg.info/onderwerp/sport-en-bewegen/cijfers-context/huidige-situatie>
2. VeiligheidNL. Hardloopblessures, blessurecijfers. 2014. [Internet]
<https://www.veiligheid.nl/ibmmodes/domino/OpenAttachment/veiligheid/website.nsf/46DDB252B8E4D9CDC1257EEC004B7E1B/asset/Cijfersfactsheet%20Hardlopen.pdf>
3. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006, 6(3): 189-198.
4. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and tradition resistance training effects on strength, balance and functional performance. *J Strength Cond Res* 2009, 23(9): 2443-2450.
5. Reed CA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. The effects of isolated and integrated 'core stability' training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports Med* 2012, 42(8): 697-706.
6. Faries MD, Greenwood M. Core Training: Stabilizing the Confusion. *Strength Cond J* 2007, 29: 10-25.
7. Zazulak BT, Hewett, TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *Am J Sports Med* 2007, 35(3): 368-373.
8. Willardson JM. Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Strength Cond J* 2007, 3: 979-985.
9. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredrickson M. Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports* 2008, 7(1): 39-44.
10. McGill S. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal* 2010, 32(3): 33-46.
11. Sato K, Mokha M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *J Strength Cond Res* 2009, 23(1): 133-140.

12. Kumar S, Sharma VP, Negi MPS. Efficacy of dynamic muscular stabilization techniques (DMST) over conventional techniques in rehabilitation of chronic low back pain. J Strength Cond Res 2009, 23(9): 2651-2659.
13. Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. Optimizing performance by improving core stability and core strength. Sports Med 2008, 38(12): 995-1008.
14. Tse MA, McManus AM, Masters RSW. Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. J Strength Cond Res 2005; 19 (3): 547-52.
15. Jeng S. Lumbar spine stabilisation exercise. Hong Kong J Sport Med Sports Sci 1999; 8: 59-64.
16. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Med Sci Sports Exerc 2004, 36(6): 926-34.
17. Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability of the in viva lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. Clinical Biomechanics 1996, 11(1): 1-15.
18. Sharpe GL, Liehmohn WP, Snodgrass LB. Exercise prescription and the low back – kinesiological factors. Joperd 1988, 59(9) 74-78.
19. De Nederlandse Vereniging voor Fysiotherapie in de Sportgezondheidszorg [Internet]
<http://nvfs.fysionet.nl/vereniging.html>
20. de Vries C, Hagenaars L, Kiers H, Schmitt M. KNGF, Beroepsprofiel Fysiotherapeut. [Internet]
<https://www.kngf.nl/vakgebied/vakinhoud/beroepsprofielen.html>
21. Database Physiotherapy Evidence. PEDro Scale [Internet]
<http://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>
22. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. Phys Ther 2003, 83(8): 713-721.
23. Van Tulder MW, Assendelft WJ, Koes BW, Bouter LM. Method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group for Spinal Disorders. Spine 2003, 28(12):1290–9.
24. Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. J Strength Cond Res 2006, 20(2): 422-428.

25. Childs D, Ryan M, Reneau P. The Effects of Core Strength Training on Maximal Running Performance in Middle Distance Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011, 43(5): 775-775.
26. Hoshikawa Y, Iida T, Muramatsu M, Li N, Nakajima Y, Chumank K, Kanehisa H. Effects of stabilization training on trunk muscularity and physical performances in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 2013, 27(11): 3142-3149.
27. Parkhouse KL, Ball N. Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *J Bodyw Mov Ther* 2011, 15(4): 517-524.
28. Schilling JF, Murphy JC, Bonney JR, Thich JL. Effect of core strength and endurance training on performance in college students: randomized pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2013, 17(3): 278-290.
29. Wouters E, Zaalen Y Van, Bruijning J. *Praktijkgericht onderzoek in de paramedische zorg*. 2nd ed. Bussum: Coutinho 2015.
30. Jones SR, Carley S, Harrison M. An introduction to power and sample size estimation. *Emerg Med J* 2003, 20: 453-458.

Bron: Database Physiotherapy Evidence (21).

PEDro-schaal

Item	Omschrijving	Score
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	Ja / Nee
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	0 / 1
3	Is de blinderingsprocedure van de randomisatie gewaarborgd? ('concealed allocation')	0 / 1
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	0 / 1
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	0 / 1
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0 / 1
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste één primaire uitkomstmaat?	0 / 1
8	Wordt er ten minste één primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïnccludeerde patiënten?	0 / 1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treatanalyse uitgevoerd?	0 / 1
10	Is van ten minste één primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	0 / 1
11	Is van ten minste één primaire uitkomstmaat zowel puntschatting als spreidingsmaat gepresenteerd?	0 / 1

Vertaald door: KNGF-richtlijn beroerte.

Classificatie van de methodologische kwaliteit

PEDro-score	Classificatie
9-10	Zeer goed
6-8	Goed
4-5	Redelijk
0-3	Slecht

Bijlage II: Data-extractie tabel

Artikel: <i>Eerste auteur, publicatie jaar, studie design, PEDro score</i>	Onderzoekspopulatie: <i>Aantal (n), geslacht, leeftijd, lengte, gewicht</i>	Interventiegroep: <i>Aantal participanten, duur training, soort training, trainingsprogramma</i>	Controlegroep: <i>Aantal participanten, duur training, soort training, trainingsprogramma</i>	Uitkomstmaat: <i>Hardlooppafstand</i>	Resultaat: <i>Pre interventie, post interventie, retentie, verschil, p waarde</i>	Conclusie
Hosikawa Y, 2013 CCT PEDro score: 4 (redelijk)	Jeugd voetballers: n = 20 ♂ = 20 Leeftijd: 12.3 – 13.1 jaar	n = 16 <u>Duur en soort training:</u> 6 maanden: - 5 x per week, 2 uur per dag: reguliere voetbal training - In het weekend - 2 x per week: langeafstand loop, interval training, 30 meter sprint. - 4 x per week interventie training <u>Interventie training:</u> Trunk stabilization training: elbow-toe, elbow-heel, side bridge, modified 1-legged squat, and bent-knee.	n = 12 <u>Duur en soort training:</u> 6 maanden: - 5 x per week, 2 uur per dag: reguliere voetbal training - Weekend: 1 wedstrijd - 2 x per week: duur training, interval training, 30 meter sprint.	<u>Hardlooppafstand:</u> 15 meter sprint	<u>Pre interventie:</u> CG: 2.648 ± 0.103 sec IG: 2.579 ± 0.064 sec <u>Post interventie:</u> CG: 2.607 ± 0.114 sec* IG: 2.543 ± 0.063 sec* * Toont aan dat de post interventie test significant verschilt van de pre interventie test: p waarde: p = < 0.05	Er is geen significant verschil tussen de twee groepen. Wel tonen beide groepen een significante verbetering aan tussen de pre- en post interventie test
Kibele A, 2009 RCT PEDro score: 6 (goed)	Fysiek actieve sportstudenten: n = 40 ♂ = 28 Leeftijd: 23.0 ± 2.4 jaar Lengte: 182.1 ± 6.2 cm Gewicht: 77.5 ± 8.1 kg ♀ = 12 Leeftijd: 22.0 ± 1.8 jaar Lengte: 167.9 ± 6.9 cm Gewicht: 60.7 ± 5.8 kg	n = 20 <u>Duur en soort training:</u> 7 weken: - 2 x per week interventie training <u>Interventie training:</u> - Squats op een "wobble board"/"BOSU ball"/ "dyna- disc": 5 sets, 12 herhalingen op 50% van 1 RM. - Verticale sprongen: 3 sets, 6 herhalingen, landen op een verhoogde box van 30 cm hoog.	n = 20 <u>Duur en soort training:</u> 7 weken: - 2 x per week stabiele training <u>Stabiele training:</u> - Squats: 5 sets, 12 herhalingen op 75% van 1 RM. - Verticale sprongen: 3 sets, 6 herhalingen, landen op een verhoogde box van 30 cm hoog. - Pull down, bench press, butterfly: 5 sets, 15 herhalingen op 70% van 1 RM.	<u>Hardlooppafstanden:</u> - 20 meter sprint - 4 x 9 meter shuttle run	<u>Pre interventie:</u> Geen tijden vermeld <u>Post interventie:</u> Geen tijden vermeld De 4 x 9-m. shuttle run: p waarde: p = 0.09 20m. sprint: geen p waarde vermeld.	Onstabiele training maakt geen significant verschil op een 20m. sprint. Wel nadert de IG een significant verschil op de 4 x 9-m. shuttle run test

		- Pull down, bench press, butterfly: 5 sets, 15 herhalingen op 70% van 1 RM. - Leg press: week 1+2: 3 sets, vanaf week 3: 5 sets. 15 herhalingen op 70% van 1 RM. 4 romp stabiliteits-oefeningen op een Swiss Ball: - Ruglig heup extensie met knie flexie combinatie - T-bridge fall off (Met armen geabducteerd en geextendeerd, ruglig van de romp en de knieën gebogen) - De schouders rollen over de Swiss Ball van links naar rechts) - Heup flexie gecombineerd met knie flexie zowel met twee benen als één been.	- Leg press: week 1+2: 3 sets, vanaf week 3: 5 sets. 15 herhalingen op 70% van 1 RM.			
Parkhouse K, 2011 CCT PEDro score: 5 (redelijk)	Participanten actief geweest op universitair sportniveau voor minimaal 8 uur per week. n = 12 ♂ = 6 Leeftijd: 21.2 ± 3.3 jaar Lengte: 174.5 ± 6.3 cm Gewicht: 78.8 ± 3.6 kg ♀ = 6 Leeftijd: 20.6 ± 1.7 jaar Lengte: 172.6 ± 4.7 cm Gewicht: 67.7 ± 2.3 kg	n = 6 <u>Duur en soort training:</u> 7 weken: - 2 x per week, 3 dagen rust tussen de trainingen - 45min. per training <u>Interventie training:</u> Statische core stability training, zie bijlage III	n = 6 <u>Duur en soort training:</u> 7 weken: - 2 x per week, 3 dagen rust tussen de trainingen - 45min. per training <u>Interventie training:</u> Dynamische core stability training, zie bijlage IV	<u>Hardlooppafstand:</u> 20 meter sprint	<u>Pre interventie:</u> IG: 5.56 ± 0.48 sec CG: 5.51 ± 0.31 sec <u>Post interventie:</u> IG: 5.50 ± 0.30 sec CG: 5.59 ± 0.41 sec Verschil: IG: -1.1% CG: 1.4% p waarde: p = >0.05	Voor zowel de IG als de CG zijn er geen significante verbeteringen in hardlooptijd aangetoond na de interventie
Sato K, 2009 RCT	recreatieve en competitieve hardlopers met een 'rear-foor-strike'	n = 12 <u>Duur en soort training:</u> 6 weken:	n = 8 <u>Duur en soort training:</u> 6 weken:	<u>Hardlooppafstand:</u> 5000 meter	<u>Pre interventie:</u> resultaten in minuten:seconden IG: 29:29 ± 2:38	Er is een significant interactie aangetoond in de 5000 meter hardloop tijd, wat aangeeft dat 6

PEDro score: 5 (redelijk)	n = 28 ♂ = 10 ♀ = 18 IG Leeftijd: 37.75 ± 10.63 jaar Lengte: 167.00 ± 10.00 cm Gewicht: 75.95 ± 16.89 kg CG: Leeftijd: 39.25 ± 10.81 jaar Lengte: 167.00 ± 8.40 cm Gewicht: 63.03 ± 12.02 kg	- eigen hardloopschema aanhouden - 4 x per week interventie training <u>Interventie training:</u> - Abdominale crunches op een 'stability ball' om de abdominale spieren te trainen - Back extension op een 'stability ball' om de rug extensoren te trainen - Rug-lig, tegenovergesteld 1 arm/1 been heffen om de heup en rug extensoren te trainen. - Heup heffen op een 'stability ball' om de heup extensoren te trainen. - Russian twist op een 'stability ball' om de abominale spieren te trainen	- eigen hardloopschema aanhouden		CG: 26:30 ± 1:59 <u>Post interventie:</u> IG: 26:13 ± 1:54 CG: 28:42 ± 2:23 <u>verschil pre-post interventie</u> IG: -0:47 CG: -0:17 p waarde: p = <0.05	weken CST training een significante verbetering in hardlooptijden aantoon.
Tse M, 2005 CCT PEDro score: 4 (redelijk)	Studenten met gemiddeld 1 jaar roei ervaring IG: Leeftijd: 20.1 ± 1.0 Lengte: 1.75 ± 0.06 Gewicht: 67.3 ± 5.8 CG: Leeftijd: 21 ± 1.0 Lengte: 1.74 ± 0.04 Gewicht: 68.4 ± 8.6	n = 20 <u>Duur en soort training:</u> 8 weken: - 2 x per week: Algemeen circuit trainingsprogramma met 1 oefening voor alle grote spiergroepen, 2 sets met 12-15 herhalingen op 50% van 1 RM. - 30-40 minuten interventie training <u>Interventie training:</u> - Romp musculatuur stabiliteitsoefeningen → aanleren van activatie van de TrA en de multifidus spieren. - Postuur en stabiliteitsoefeningen	n = 14 <u>Duur en soort training:</u> 8 weken: - 2 x per week Algemeen circuit trainingsprogramma met 1 oefening voor alle grote spiergroepen, 2 sets met 12-15 herhalingen op 50% van 1 RM.	<u>Hardlooppafstand:</u> - 10 meter shuttle run - 40 meter sprint	<u>Pre interventie:</u> 10 meter shuttle run: IG: 9.95 ± 0.41 sec CG: 9.95 ± 0.41 sec 40 meter sprint: IG: 6.27 ± 0.34 sec CG: 6.28 ± 0.39 sec <u>Post interventie:</u> 10 meter shuttle run: IG: 10.09 ± 0.26 sec CG: 9.86 ± 0.28 sec 40 meter sprint:	Er is geen significant verschil in tijd gevonden tussen de twee groepen of binnen een groep.

		- Statische en dynamische oefeningen - Gecontroleerde mobiliteitsoefeningen - Core endurance oefeningen			IG: 6.28 ± 0.23 sec CG: 6.22 ± 0.22 sec p waarde: $p = >0.05$	
Yaggie JA, 2006 RCT PEDro score: 6 (goed)	Recreatief actieve participanten n = 36 ♂ = 18 ♀ = 18 Leeftijd: 22.47 ± 2.10 jaar Lengte: 168.30 ± 9.55 cm Gewicht: 71.15 ± 16.40 kg	n = 17 <u>Duur en soort training:</u> 4 weken: - 3 x per week - 20 minuten per interventie training. <u>Interventie training:</u> BOSU® Balance Trainer: - Rotary squat with jump stick - Leap hold with compressions - Single Leg Balance with Torso Rotation - V-Sit with Counter Rotation - Push-Up with Platform Tilt - Bicycle with Opposition Balance - Lateral Curl with Side Balance - Opposite Arm/Leg Raise with Knee Pull - Arm/Leg Flutter with Opposition Balance	n = 19 <u>Duur en soort training:</u> Geen specifieke training	<u>Hardlooppafstand:</u> Shuttle run	<u>Pre interventie</u> IG: 13.16 ± 1.47 sec CG: 12.62 ± 2.01 sec <u>Post interventie</u> IG: 12.45 ± 1.87 sec CG: 12.70 ± 2.07 sec <u>Retentie</u> IG: 12.77 ± 1.38 sec CG: 12.38 ± 2.08 sec Geen p waarde vermeld in het artikel	De IC groep toont een significant verschil aan tussen de pre test en post test, maar geen verschil in tijd tussen de post test en de retentie test.
Childs D, 2011 CCT PEDro score: 3 (slecht)	n = 15 Leeftijd: 21 ± 2 jaar Gewicht: 72.2 ± 14.7 kg Lengte: 174.2 ± 8.4 cm	n = onbekend <u>Duur en soort training:</u> 4 weken: - hardlooptraining - interventie training <u>Interventie training:</u>	n = onbekend <u>Duur en soort training:</u> 4 weken: - hardlooptraining	<u>Hardlooppafstand:</u> 800 meter	<u>Pre interventie:</u> IG: $2:42 \text{ min} \pm 0:23$ sec CG: $2:40 \text{ min} \pm 0:25$ sec <u>Post interventie:</u>	Deze resultaten duiden er op dat core strength training een positief effect heeft op de maximaal prestatie bij 800m maximale sprint.

		Core strength training, geen protocol beschikbaar			IG: 2:29 min± 0:18sec CG: 2:33min ± 0:23sec <u>Verbeteringen</u> IG: 0:13sec± 0:08sec CG: 0:07sec ± 0:05sec <i>p</i> waarde tussen beide groepen pre-post interventie testen: <i>p</i> = <0.05 <i>p</i> waarde binnen de eigen groep pre-post interventie testen: <i>p</i> = <0.05	
Schilling JF, 2013 CCT PEDro score: 5 (redelijk)	Ongetrainde studenten n = 10 ♂ = 4 ♀ = 6 Leeftijd: 21 ± 2.5 jaar Gewicht: 64.7 ± 8.1 kg Lengte: 167.9 ± 8.7 cm	n = 5 <u>Duur en soort training:</u> 6 weken: - 2 x per week interventie training <u>Interventie training:</u> Zie bijlage 7 voor de core strength training	n = 5 <u>Duur en soort training:</u> 6 weken: - 2 x per week interventie training <u>Interventie training:</u> Zie bijlage 8 voor de core endurance training	<u>Hardloopafstand:</u> 10 meter sprint	<u>Pre interventie:</u> IG: 2.20 ± 0.15 sec CG: 2.19 ± 0.15 sec <u>Midden van de interventie:</u> IG: 2.18 ± 0.13 sec CG: 2.17 ± 0.13 sec <u>Post interventie:</u> IG: 2.17 ± 0.13 sec CG: 2.17 ± 0.13 sec <i>p</i> waarde voor zowel IG als CG bij alle testen: <i>p</i> = > 0.05	Zowel de common strength training group als de specific endurance training group verbeteren niet significant ten op zichten van zichzelf. Ook is er geen significant verschil aantoonbaar tussen beide groepen
Afkortingen: RCT = Randomized controlled trial; CCT = Clinical controlled trial; PEDro score = Physiotherapy Evidence Database score; n = aantal; ♂ = mannelijk; ♀ = vrouwelijk; IG = Interventie groep; CG = Controle groep						

Bijlage III: Trainingsprotocol statische core stability

Bron: Parkhouse et al. (27).

Table 1 Static core stability program. Exercise, frequency, duration and applied progression and overload for each week.

Exercise		Side plank ^a	Shoulder bridge	Full plank	Birddog ^a	Diagonal crunch ^a	Reverse hyper-extension
Week 1	Time – secs (sets)	25 (2)	30 (2)	25 (2)	30 (2)	20 (2)	15 (2)
	Instruction	On elbow, Top arm by side	Arms to side, feet wide, knees bent	Knees dropped, on elbows	1 leg only	Hands on knees	Hands by side
Week 2	Time – secs (sets)	35 (2)	45 (2)	35 (2)	40 (2)	30 (2)	25 (2)
	Progression	Increase time	Forearms up, increase time	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time
Week 3	Time – secs (sets)	25 (2)	35 (2)	35 (2)	30 (2)	25 (2)	35 (2)
	Progression	Top arm in air	1 leg straight	On elbows, legs straight	Opposite arm & leg	Hands on chest	Arms on chest
Week 4	Time – secs (sets)	25 (2)	35 (2)	45 (2)	40 (2)	35 (2)	45 (2)
	Progression	Bottom arm on hand, top arm by side	Both legs straight, heels on ball	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time
Week 5	Time – secs (sets)	35 (2)	40 (2)	40 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2)
	Progression	Increase time	Arms off floor, increase time	On hands with legs straight	Both arms and 1 leg	Hands by temples	Hands by temples
Week 6	Time – secs (sets)	35 (2)	40 (2)	45 (2)	40 (2)	40 (2)	40 (2)
	Progression	Top arm in air	Lift 1 leg off the ball	Increase time	Increase time	Increase time	Increase time

^a = each side.

Bijlage IV: Trainingsprotocol dynamische core stability

Bron: Parkhouse et al. (27).

Table 2 Dynamic core stability program. Exercise, frequency, duration and applied progression and overload for each week.

Exercise		Jack knife	Russian twist ^a	Reverse hyper-extension	Lateral roll ^a	Hip crossover ^a	Reverse crunch
Week 1	Reps (sets)	8 (2)	8 (2)	25 (2)	8 (2)	8 (2)	20 (2)
	Instruction	Hands wide, knees on ball	Hands together, wide feet	Arms by side	Wide feet	Arms by side	Arms on knees
Week 2	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	35 (2)	12 (2)	10 (2)	30 (2)
	Progression	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps
Week 3	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	35 (2)	12 (2)	12 (2)	25 (2)
	Progression	Hands narrow	Narrow feet	Hands on chest	Narrow feet	Increase reps	Arms on chest
Week 4	Reps (sets)	8 (2)	12 (2)	45 (2)	8 (2)	8 (2)	35 (2)
	Progression	Toes on ball	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Elbows up, hands on chest	Increase reps
Week 5	Reps (sets)	12 (2)	10 (2)	40 (2)	10 (2)	10 (2)	30 (2)
	Progression	Increase reps	Add weight plate	Arms in front	Lift 1 leg	Increase reps	Hands by temples
Week 6	Reps (sets)	16 (2)	12 (2)	45 (2)	12 (2)	12 (2)	40 (2)
	Progression	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps	Increase reps

^a = each side.

Bijlage V: Trainingsprotocollen core strength en core endurance

Bron: Schilling et al. (28).

Core strength training protocol (Two times per week).			
Exercise	Training period (Weeks)	Training repetition volume (Sets × Repetitions)	Rest (Sec.) (Between Sets)
Sit-up, Cross Curl-up, Trunk Extension (Hands on opposite shoulders)	1	2 × 10	120
	2	2 × 10	120
	3	2 × 15	120
Sit-up, Cross Curl-up, Trunk Extension (Finger tips behind ears & elbows out)	4	2 × 15	120
	5	3 × 12	120
	6	3 × 12	120

Core endurance training protocol (Two times per week).			
Exercise	Training period (Weeks)	Training repetition volume (Repetitions per set — held 8–10 Sec.)	Rest (Sec.) (Between Sets)
Beginner Curl-up, Side Bridge, Bird Dog	1	5, 4, 3	30
	2	5, 4, 3	30
	3	7, 6, 5	30
Intermediate Curl-up, Side Bridge, Bird Dog	4	7, 6, 5	30
	5	9, 8, 7	30
	6	9, 8, 7	30