

De 'Nordic Hamstring Exercise' ter preventie van hamstringblessures bij sporters

Ester Weerdenburg

10-04-2016

Hogeschool Utrecht, Fysiotherapie

Werkgroep begeleider: Dhr. Schoemaker, E.

Tutor en beoordelaar: Dhr. Jansen, J.

Tweede beoordelaar: Dhr. Kuiper, K.

Studentnummer: 1636443

Emailadres: ester.weerdenburg@student.hu.nl

De 'Nordic Hamstring Exercise' ter preventie van hamstringblessures bij sporters

Samenvatting

Doelstelling

In Nederland is het aantal sportblessures de laatste jaren toegenomen. Er worden plannen gemaakt om preventieprogramma's te ontwikkelen om dit aantal te laten dalen. Hamstringblessures zijn veel voorkomende blessures bij populaire sporten in Nederland. Uit de literatuur blijkt dat excentrisch trainen de kracht van de te trainen spieren kan vergroten, wat preventief blessures kan tegengaan. De Nordic Hamstring Exercise is een excentrische krachtoefening voor de hamstrings. Het doel van deze literatuurstudie is om antwoord te geven op de vraag of de Nordic Hamstring Exercise een preventieve werking heeft op hamstringblessures bij sporters.

Vraagstelling

Wat is het effect van de Nordic Hamstring Exercise op de preventie van hamstringblessures bij sporters?

Methode

De databases PubMed, SportDiscus, Cinahl en Cochrane zijn gebruikt voor deze studie om relevante RCT's te vinden. Middels een zoekstrategie en inclusiecriteria zijn relevante artikelen geselecteerd. De geïncludeerde RCT's zijn beoordeeld aan de hand van de Physiotherapy Evidence Database scorelijst. Met deze lijst kon de methodologische kwaliteit van de RCT's worden bepaald. Op basis van de methodologische kwaliteit is er een best evidence synthese uitgevoerd, die de mate van bewijskracht aangeeft.

Resultaten

Er zijn vijf RCT's geïncludeerd, de methodologische kwaliteit van deze RCT's varieerde van een score op de PEDro-schaal van vier tot zes. Alle studies bekeken het effect van de Nordic Hamstring Exercise als toevoeging op de reguliere training. De studies maakten gebruik van meerdere uitkomstmaten, echter is voor deze studie alleen de uitkomstmaat die iets zegt over de incidentie van hamstringblessures meegenomen in deze literatuurstudie. Drie van de vijf RCT's toonde significant verschil tussen de interventie- en controlegroep wat betreft de incidentie van hamstringblessures.

Conclusie

Er is *sterk bewijs* gevonden dat de Nordic Hamstring Exercise een preventieve werking heeft op hamstringblessures bij sporters. De aanbeveling is om grootschalige RCT's uit te voeren bij meer verschillende soorten sporten. Er kan dan een duidelijke uitspraak worden gedaan over het effect van de Nordic Hamstring Exercise op de preventie van hamstringblessures bij alle sporten met explosieve loopacties en/of schiet- en draaimomenten.

Trefwoorden: Sporters, Nordic Hamstring Exercise, excentrische training, preventie

The 'Nordic Hamstring Exercise' for the Prevention of Hamstring Injuries in Athletes

Abstract

Objective

In the Netherlands, the number of sports injuries has increased in recent years. Plans are being made to develop prevention programs to lower this number. Hamstring injuries are common injuries in popular sports in the Netherlands. The literature shows that eccentric training can increase the strength of the muscles to be trained, which can help to prevent injuries. The Nordic Hamstring Exercise is an eccentric strength exercise for the hamstrings. The purpose of this literature review is to answer the question whether the Nordic Hamstring Exercise has a preventive effect on hamstring injuries in athletes.

Main question

What is the effect of the Nordic Hamstring Exercise on the prevention of hamstring injuries in athletes?

Methods

The databases PubMed, Sports Discus, CINAHL, and Cochrane were used for this study to find relevant RCTs. To find relevant articles, a search strategy as well as inclusion criteria were used. The included RCTs were assessed using the Physiotherapy Evidence Database scorecard. This list made it possible to determine the methodological quality of the RCTs. Based on the methodological quality, a best evidence synthesis was made, indicating the level of evidence.

Results

Five RCTs were included. The methodological quality of the RCTs ranged from four to six on the PEDro scale. All of the studies looked at the effect of the Nordic Hamstring Exercise in addition to the regular training. The studies used multiple outcome measures. The only outcome measure included in this literature review, is the outcome review which tells us something about the incidence of hamstring injuries. In terms of the incidence of hamstring injuries, three out of five RCTs showed significant difference between the intervention groups and the control groups.

Conclusion

There is strong evidence that the Nordic Hamstring Exercise has a preventive effect on hamstring injuries in athletes. The recommendation is to carry out large-scale RCTs in more different types of sport. After that, a clear statement can be made about the effect of the Nordic Hamstring Exercise on the prevention of hamstring injuries, in particular in all sports with explosive actions and/or when shooting and performing torques and torques.

Key words: Athletes, Nordic Hamstring Exercise, eccentric training, prevention

Inleiding

Achtergrond

In een artikel van de Telegraaf (2015, 18 september) staat dat het aantal sportblessures in de afgelopen jaren is toegenomen. Met dit bericht kwam minister Schippers van Volksgezondheid, na aanleiding van een studie over ongevallen tijdens recreatief bewegen in Nederland. Uit dit onderzoek bleek dat de totale medische kosten gedurende het jaar 2014 530 miljoen euro bedroegen. Edith Schippers schreef hierover een kamerbrief naar de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal (Schippers, 2015).

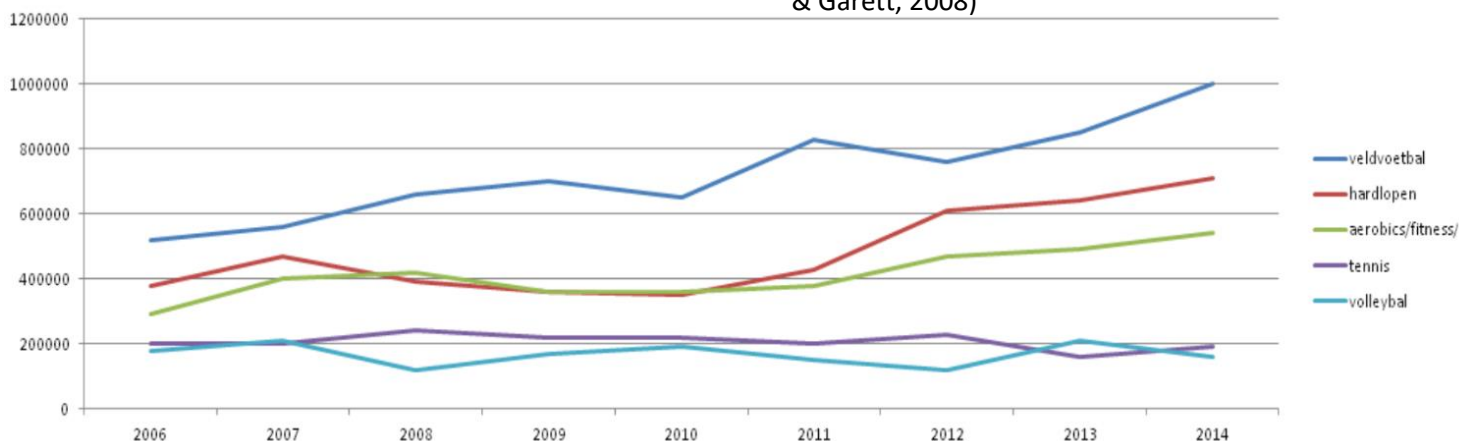
De afgelopen jaren is het aantal sportblessures in Nederland vooral gestegen bij voetbal, hardlopen en fitness (zie figuur 1). In 2007 was het geblesseerde aantal sporters 29%, dit aantal is opgelopen tot 38% in 2014. Dit waren in totaal 4,7 miljoen Nederlandse sporters die een sportblessure opliepen in 2014. Minister Schippers zal de komende jaren 675.000 euro gebruiken om sportblessures tegen te gaan. Zij wil de effectiviteit van sportblessurepreventie programma's bevorderen. Door geld te gebruiken om sportblessures tegen te gaan, verwacht zij als indirect gevolg dat de bijbehorende zorgkosten en het arbeidsverzuim worden verminderd. (Schippers, 2015; Tiessen-Raaphorst, 2015).

Veelvoorkomende blessures bij veel sporten zijn hamstringblessures. Hamstringblessures zijn de meest voorkomende voetbal gerelateerde spierblessures, deze zijn goed voor 37% van alle spierblessures in het voetbal. Hamstringblessures hebben een uitgebreide behandeling nodig en een lange revalidatieperiode. Bovendien is er sprake van veel recidiverende hamstringblessures, namelijk bij 12-33% van de gerevalideerde sporters (van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart & Backx, 2015).

Uit een ander onderzoek, die 858 hamstringblessures analyseerde van spelers van de Australian Football League (een soort variant van rugby), bleek dat 12,6% in de eerste week na het terugkeren naar de sport recidiverende klachten kreeg en 8,1% gedurende de tweede week. Het risico van recidiverende blessures voor het gehele, 22-weeken durende, seizoen was 30,6%. (Orchard & Best, 2002).

Een Nederlands gepensioneerde sportarts, dr. Inklaar van de Vereniging voor Sportgeneeskunde in Bilthoven, beweert net als bovenstaande bronnen dat hamstringblessures vooral optreden bij sporten met explosieve loopacties waarbij veel wordt versneld en afgeremd. Denk hierbij aan sprintnummers in de atletiek maar ook sporten met een abrupte ongecontroleerde rekking van de hamstrings, zoals voetbal of rugby. Het relatief hoge percentage van herhaalde sprintarbeid op hoog niveau is een mogelijke oorzaak voor de hamstringblessures. Ongeveer 50-57% van de hamstringblessures betreft de musculus biceps femoris. (Inklaar, 2009).

Het ontstaan van hamstringblessures bij sporten met explosieve loopacties en/of schiet- en draaimomenten, komt omdat de hamstrings de spiergroep is die het meest bloot staat aan excentrische belasting. De reden hiervoor is het afremmen van de versnelling die veroorzaakt wordt door de concentrische contractie van de m. quadriceps femoris. Dit afremmen gebeurt tijdens het einde van de voorste zwaai fase en het begin van de landingsfase. Tijdens de eerste fase van de landing zijn de hamstrings excentrisch actief om de impact van de grondreactiekracht op te vangen. Na het hielcontact worden de hamstrings een actieve extensor van de heup (concentrisch actief). (Yu, Queen, Abbey, Liu, Moorman & Garrett, 2008)



Figuur 1: Trend top 5 sporten met meeste blessures (Schippers, 2015)

Probleemstelling

De Nederlandse overheid heeft er dus veel geld voor over om sportblessures te verminderen. Hierboven is al beschreven dat hamstringblessures vooral vaak voorkomen bij spierblessures van onder andere sporten zoals sprinten, voetbal en rugby. Hoe kunnen deze spierblessures preventief worden tegengegaan?

De website van Veiligheid NL heeft een artikel over de preventie van blessures en hier staan tips hoe men blessures bij sport zoveel mogelijk kan voorkomen. Ten eerste wordt vermeld dat het belangrijk is om geschikte schoenen en kleding te dragen. Daarnaast kunnen sporters iets doen aan persoonlijke bescherming, denk hierbij aan het gebruik van pols- of scheenbeschermers, tape of bijvoorbeeld een brace. Bovendien wordt geadviseerd om de sporttraining goed op te bouwen en gebruik te maken van een warming-up en cooling-down. Het is belangrijk om een goede kracht en stabiliteit rond je gewrichten te hebben, dit wordt bereikt door de spieren te versterken. Deze tips zijn algemene tips voor alle sporten om blessures te voorkomen. (Veiligheid NL, z.d.).

Verscheidene bronnen vermelden dat het, gezien de hoge incidentie van hamstringblessures en de grote hoeveelheid recidieven, belangrijk is om te onderzoeken hoe deze blessures preventief kunnen worden aangepakt (Heiderscheit, Sherry, Silder, Chumanov & Thelen, 2010). Deze studie heeft meerdere studies onderzocht om de risicofactoren van hamstringblessures in kaart te brengen. Op basis hiervan werden preventiestrategieën gesuggereerd dat specifieke risicofactoren aanpakt, zoals de tekortkoming van lengte en kracht van de hamstrings. Het rekken van de hamstrings wordt vaak aanbevolen als een preventiemaatregel. Echter is nooit aangetoond dat het rekken daadwerkelijk de incidentie van hamstringblessures vermindert. (Heiderscheit et al., 2010).

Er is dus informatie over het voorkomen van blessures in het algemeen tijdens sporten, maar zijn hamstringblessures ook te voorkomen? In de vorige alinea staat beschreven dat er weinig consensus is wat betreft het rekken van de hamstrings ter preventie van blessures, terwijl de lengte van de hamstrings benoemd werd als een risicofactor voor blessures. Een tweede belangrijke factor die al werd genoemd, is de kracht van de hamstrings. Een verminderde kracht in de hamstrings geeft een groter risico op het krijgen van hamstringblessures (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty & Ferret, 2008). Het vergroten van de kracht van de hamstrings kan dus de kans op blessures verminderen.

Volgens een artikel uit de Volkskrant (Volkers, 2014) kan de zogeheten krachtoefening, de 'Nordic Hamstring Exercise' (NHE), hamstringblessures bij voetballers verminderen.

De peak torque is het piekmoment (gemeten in Newtonmeter, Nm) en geeft de maximale kracht weer die een spier(groep) kan leveren tijdens een willekeurig moment van een beweging. De angle of peak torque geeft het aantal graden van de beweging aan wanneer de spier de maximale kracht levert. Door het excentrisch trainen van de hamstrings, nemen het aantal sarcomeren in de spiervezels toe. Hierdoor verschuift de angle of peak torque naar extensie, zodat er minder microtraumata ontstaan. (van Ginckel, van Hulle, Verhaeghe, Mahieu & Witvrouw, 2008)

Een andere studie (Brockett, Morgan & Proske, 2001) toonde aan dat de Nordic Hamstring Exercise een positieve verandering geeft op de torque-angle curve, wat ervoor zorgt dat de hamstrings minder snel beschadigd raken als deze excentrisch actief zijn tijdens de landingsfase van het rennen.



Figuur 2: The Nordic Hamstring Exercise (Mjølsnes et al., 2004)

De Nordic Hamstring Exercise is een oefening waarbij de hamstrings excentrisch worden aangespannen (zie figuur 2). Het is een gemakkelijk uit te voeren oefening op het veld en het vergroot de excentrische kracht van de hamstrings (Mjølsnes, Arnason, Raastad & Bahr, 2004). Om de oefening uit te voeren is er hulp nodig van een persoon die de proefpersoon bij de enkels vasthoudt. De proefpersoon zit op zijn knieën met zijn rug gestrekt. De heupen moeten gefixeerd gehouden worden in lichte flexie. Vervolgens laat de proefpersoon zich langzaam voorover vallen, het is de bedoeling dat hij/zij deze val zo lang mogelijk tegenwerkt door de hamstrings aan te spannen en de spanning op de hamstrings te houden. De armen en handen mogen worden gebruikt om de val te breken en daarna wordt met de borst de grond geraakt. Als de grond is geraakt, moet de proefpersoon gelijk weer teruggaan naar de startpositie, dit kan door een opdruk beweging te maken met de handen. (Mjølsnes et al., 2004).

Om te achterhalen of de Nordic Hamstring Exercise daadwerkelijk hamstringblessures bij sporters kan verminderen, wordt in dit literatuuronderzoek antwoord gegeven op de volgende onderzoeksvraag: *'Wat is het effect van de Nordic Hamstring Exercise op de preventie van hamstringblessures bij sporters?'*

Methode

Zoekstrategie

Dit onderzoek betreft een literatuurreview. Om relevante artikelen te vinden bij de onderzoeksvraag, is er gezocht via de databases PubMed, Sportdiscus, Cochrane en Cinahl. Er is gekozen voor PubMed omdat deze door de opleiding wordt aangeraden als database. Ten tweede is er voor SportDiscus gekozen, hier is literatuur te vinden over sport gerelateerde aandoeningen. Gezien de onderzoeksvraag wordt daarom ook deze database gekozen. De derde database die wordt gebruikt is Cochrane. Deze database bevat ruim een half miljoen beschrijvingen van evidence voor besluitvorming in de gezondheidszorg. De laatste database is Cinahl, hier staan studies over verpleegkunde en aanverwante disciplines en kan dus ook bruikbare studies bevatten die passen bij deze onderzoeksvraag. Van de belangrijkste begrippen van de onderzoeksvraag zullen synoniemen worden gezocht om uiteindelijk tot een uitgebreide zoekstring te komen. De begrippen zijn af te leiden uit de onderzoeksvraag.

De zoektermen uit tabel 1 worden aan elkaar gevoegd door 'AND' tussen de zoekstrings toe te voegen. Dit resulteert tot de uiteindelijke zoekstring die is gebruikt voor het zoeken in de verschillende databases. De zoekstring is in PubMed, SportDiscus, Cochrane en Cinahl ingevoerd. Overeenkomstige artikelen van beide databases worden verwijderd uit de resultaten. Daarna worden de titel en abstract gelezen van de geselecteerde studies en wordt er gekeken of de studies voldoen aan de inclusiecriteria die staan beschreven in tabel 2. De overgebleven artikelen worden gebruikt voor deze studie. Van de overgebleven full-text artikelen worden de referenties geanalyseerd voor eventuele relevante literatuur.

Tabel 1: Zoektermen voor de databases

PICO	Zoektermen	[MeSH] [Title/Abstract]
Patients	sportsmen OR soccer OR runners OR rugby OR football OR athletes OR baseball	[Title/Abstract]
Intervention	hamstring OR biceps femoris Nordic OR curl OR eccentric exercise OR eccentric training OR eccentric load	[Title/Abstract] en [MeSH]
Comparison	Geen zoektermen: Gebruikelijke training, geen extra interventie	
Outcome	prevention OR preventive OR incidence OR injury OR injuries OR strains OR rupture OR tear	[Title/Abstract] en [MeSH]

Tabel 2: Overzicht inclusiecriteria

1.	De studie is een Randomized Controlled Trial (RCT) of een Controlled Clinical Trial (CCT)
2.	Interventie Nordic Hamstring Exercise is toegepast of onderzocht
3.	De onderzoekspopulatie bestaat uit gezonde mannen of vrouwen die een sport beoefenen met explosieve loopacties en/of schiet- en draaimomenten
4.	Eén van de uitkomstmaten zegt iets over de incidentie van hamstringblessures
5.	De full-text van de studie is in Nederlandse of Engelse taal

Methodologische kwaliteit en best evidence synthese

Nadat de zoekstrings in de databases zijn toegepast, is er een selectie gemaakt van de artikelen met behulp van de inclusiecriteria. Daarna zijn de artikelen nader bekeken en beoordeeld op hun methodologische kwaliteit. Hiervoor is gebruik gemaakt van de PEDro-score (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley & Elkins, 2003). Met de PEDro-score kunnen Randomized Controlled Trials (RCT's) worden beoordeeld op de methodologische kwaliteit. De PEDro is ontwikkeld door de Physiotherapy Evidence database. De lijst bestaat uit 11 items waar (op de eerste na) ja of nee kan worden geantwoord. 'Ja' levert 1 punt en 'nee' levert 0 punten. Op deze manier volgt er een score voor de RCT. De somscore wordt gebruikt om de classificatie van de artikelen te bepalen. De classificatie is weergegeven in tabel 3 (Teasell, Foley, Bhogal & Speechley, 2003).

Vervolgens is er een best-evidence-synthese toegepast. Hiermee wordt het niveau van evidentie bepaald. De criteria voor de best evidence synthese zijn gebaseerd op de scores van de methodologische kwaliteit van de studies, zoals hierboven beschreven. In tabel 4 staan de vijf levels van evidentie, gebaseerd op de vijf stadia volgens van Tulder, Furlan, Bombardier, Bouter (2003). De studies zijn geclassificeerd als een studie van hoge kwaliteit (≥ 4 punten) of als een studie van lage kwaliteit (≤ 3 punten).

Data-extractie

Van de geïncludeerde studies werd verschillende data verzameld om antwoord te geven op de vraagstelling. De data is verwerkt in twee tabellen. De eerste data-extractietabel bevat de populatiekarakteristieken en de interventies per groep. In de tweede tabel worden de resultaten per groep weergegeven en de conclusies van de studies.

Tabel 3: PEDro scores en classificatie (Teasell et al., 2003)

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

Tabel 4: Best-evidence synthese (van Tulder et al., 2003)

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 of 1 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 of ten minste 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit.
Geen of onvoldoende bewijs	In die gevallen waarin de resultaten van de geïncludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïncludeerd 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.

NB: Aan de hand van de PEDRO-schaal kun je RCT's en CCT's classificeren als hoge kwaliteit (≥ 4 punten) en als lage kwaliteit (≤ 3 punten).

Resultaten

Resultaten zoekstrategie

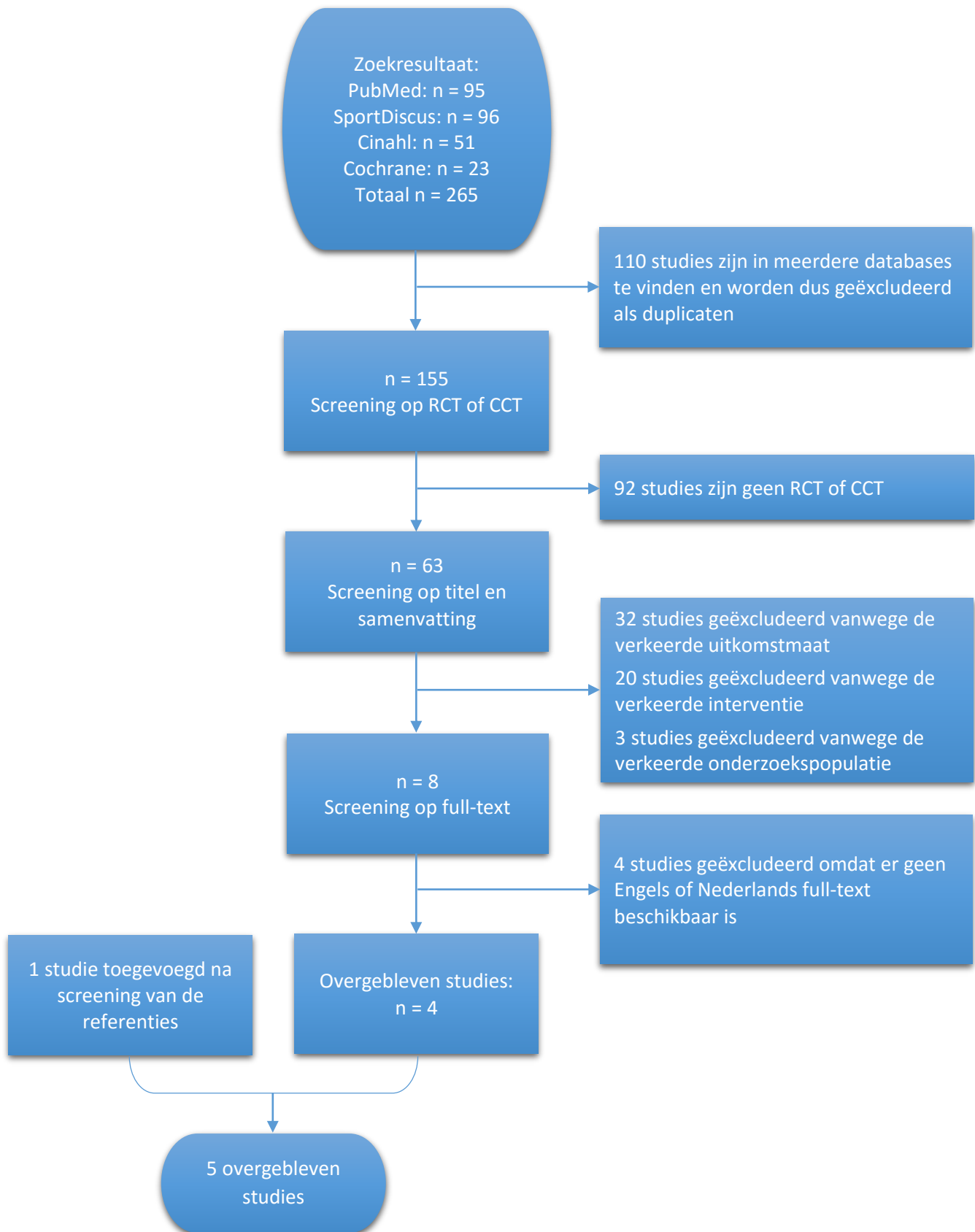
De zoekstrategie is toegepast in de databases PubMed, SportDiscus, Cochrane en Cinahl en leverde 265 artikelen op. Allereerst werden dezelfde studies uit de verschillende databases verwijderd. Dit resulteerde in een aantal van 155 overgebleven studies. Van deze overige studies werden de RCT's en CCT's geïnccludeerd, dit waren er 63. Vervolgens zijn de titels en samenvatting gescreend op de inclusiecriteria, dit leverde acht overgebleven studies op. Van deze studies werd de full-text gescreend, vier studies waren niet beschikbaar in het Engels of Nederlands (ook niet op aanvraag). Nadat de referentielijsten zijn geanalyseerd werd er nog één studie toegevoegd. In totaal omvat deze literatuurstudie vijf artikelen. De flow-chart van dit proces staat in figuur 3.

Kwaliteitsbeoordeling studies

Zoals in de methode is beschreven, zijn de studies gescoord op de methodologische kwaliteit. Er is hierbij gebruik gemaakt van de PEDro-score. De scores per studie op de items en de classificatie staan vermeld in tabel 5. Uit de beoordeling blijkt dat twee studies van goede kwaliteit zijn en drie studies van redelijke kwaliteit.

Tabel 5: PEDro scores RCT's

Artikel	Item op PEDro Schaal											Score	Classificatie
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
van der Horst et al., 2015	Ja	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Goed
Petersen et al., 2011	Ja	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6	Goed
Gabbe et al., 2006	Ja	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5	Redelijk
Sebelien et al., 2014	Ja	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5	Redelijk
Engelbrechts et al., 2008	Ja	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	Redelijk
Vraag (betrekkend op 'Item op PEDro Schaal')													Score
1.	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?												Ja/Nee
2.	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?												1/0
3.	Is de blinderingsprocedure van de randomisatie gewaarborgd (concealed allocation)?												1/0
4.	Zijn de groepen wat betreft de belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?												1/0
5.	Zijn de patiënten geblindeerd?												1/0
6.	Zijn de therapeuten geblindeerd?												1/0
7.	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?												1/0
8.	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij >85% van de geïnccludeerde patiënten?												1/0
9.	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention to treat analyse uitgevoerd?												1/0
10.	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijkbaarheid tussen de groepen gerapporteerd?												1/0
11.	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?												1/0



Figuur 3: Flowchart literatuuronderzoek (laatste keer zoekstrategie toegepast op 10 februari 2016)
n aantal

Kenmerken en resultaten studies

Populatiekarakteristieken

In totaal bestond de gehele onderzoekspopulatie uit 2368 mannen die de sport voetbal of Australian Football uitoefenden. Hiervan volgden 1012 een NHE programma of een excentrisch programma voor de hamstrings gebaseerd op de NHE. De leeftijd van de gehele populatie varieerde tussen de 18 en 36 jaar. De studie van Engebretsen, A.H., Myklebust, Holme, Engebretsen, L. & Bahr (2008) vermeldt geen informatie over de leeftijd van de deelnemers. De niveaus van de spelers varieerde van amateurs tot professionals. Uitgebreide populatiekarakteristieken van de studies zijn opgenomen in tabel 6.

Duur van het onderzoek

Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart & Backx (2015); Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jørgensen & Hölmich (2011); Gabbe, Branson & Bennell (2006) en Engebretsen et al. (2008) maakten gebruik van een onderzoeksperiode van 52 weken waarin zij de deelnemers volgden en de hamstringblessures moesten worden bijgehouden. Tijdens het onderzoek van Sebelien, Stiller, Maher & Qu (2014) werden de gegevens gedurende 10 maanden bijgehouden.

Definities hamstringblessures

Elke studie had een eigen definitie voor hamstringblessures. Van der Horst et al. (2015) definiëren een speler als geblesseerd, als hij pijn aangeeft aan de achterzijde van zijn bovenbeen, ongeacht of de speler medische hulp nodig heeft en/of trainingen of wedstrijden mist. Daarentegen benoemd de studie van Petersen et al. (2011) een speler geblesseerd totdat hij weer volledig in staat is deel te nemen aan de voetbaltrainingen en weer inzetbaar is voor een wedstrijd. Bij de studie van Gabbe et al. (2006) moet er eerst lichamelijk onderzoek gedaan worden voor een speler geblesseerd verklaard wordt. De volgende criteria gelden hierbij: de speler moet minimaal plotselinge pijn aan de achterzijde van het bovenbeen en gevoeligheid bij palpatie aangeven, daarnaast kan de speler nog pijn ervaren bij het rekken en het contraheren van de hamstring. Sebelien et al. (2007) noemt een speler geblesseerd als hij pijn heeft aan de achterzijde van zijn bovenbeen, waarbij direct contact met de hamstring niet de reden is van de blessure. Daarnaast wordt in de definitie het missen van een training of wedstrijd meegenomen.

De laatste studie, Engebretsen et al. (2008), beschrijft een definitie voor blessures in het algemeen, niet specifiek voor hamstringblessures. Zij definiëren een blessure als elke lichamelijke klacht die een speler heeft, is ontstaan tijdens een voetbalwedstrijd, of training en resulteert in het niet volledig kunnen deelnemen aan een training of wedstrijd.

Interventies en controle-interventies

De vijf geïnccludeerde studies maakten gebruik van de NHE als aanvulling op de gebruikelijke training. Van der Horst et al. (2015); Petersen et al. (2011); Engebretsen et al. (2008) en Gabbe et al. (2006) lieten de interventiegroep de reguliere training volgen, gevolgd door de NHE. De controlegroepen van deze studies volgden de reguliere trainingen. Echter volgde de controlegroep van Gabbe et al. (2006) nog algemene rekoefeningen en zogeheten 'range of motion'-oefeningen.

Petersen et al. (2011) en Engebretsen et al. (2008) maakten gebruik van het trainingsprogramma volgens Mjølsnes et al. (2004) (zie figuur 4). Het programma van deze twee studies duurde 10 weken en daarna werd de proefpersonen gevraagd om de oefening nog éénmaal per week voor de rest van het seizoen te herhalen. Van der Horst et al. (2015) maakten gebruik van een variant op dit trainingsprogramma, deze is zichtbaar in figuur 5.

De studie van Engebretsen et al. (2008) verdeelde de deelnemers in drie groepen. De interventiegroep was de zogeheten 'hoog-risico interventiegroep' en de controlegroep bestond uit twee groepen, namelijk een 'hoog-risico controlegroep' en een 'laag-risico controlegroep'. De verdeling van de hoog- en laag-risico groepen werd gemaakt door een risicoanalyse. Deelnemers moesten vragenlijsten invullen die gericht waren op 4 regio's: enkel, knie, hamstring en lies. De spelers die in de hoog-risicogroep kwamen, moesten aan één van de volgende criteria voldoen: er moest sprake zijn van een blessure van één van de hierboven genoemde regio's in de afgelopen 12 maanden of zij moesten op één van de vragenlijsten minder dan 80% scoren. Voor de hamstrings werd de Hamstring Outcome Score vragenlijst gebruikt. De spelers met een hoog risico profiel werden vervolgens onderverdeeld in de hoog-risico interventie- of hoog-risico controlegroep.

Gabbe et al. (2006) liet de interventiegroep een NHE programma volgen, beschreven volgens Brockett et al. (2001), van twaalf weken, waarin vijf sessies van twaalf sets van de NHE werden uitgevoerd. Deze sets bestonden uit zes herhalingen met tien seconden rust tussen de herhalingen en twee tot drie minuten rust tussen de sets. De eerste drie sessies waren om de week gedurende de zes weken voorbereiding op het seizoen. De vierde en vijfde sessie vonden in de eerste zes weken van het seizoen plaats met drie weken tussen de sessies. De controlegroep van deze studie volgde alleen de reguliere training.

Sebelien et al. (2014) lieten de deelnemers een drietal oefeningen voor de hamstrings uitvoeren. De eerste oefening was het zelfstandig rekken van de hamstrings, de tweede oefening werd in tweetallen gedaan en daarbij moest de partner de hamstring rekken van de andere persoon, als laatste moesten deze proefpersonen de NHE uitvoeren. Het schema voor de NHE leek ook op die van Mjølsnes et al. (2004), zoals te zien in figuur 4 (Sets and Repetitions). De interventiegroep deed de oefeningen gedurende de reguliere trainingen. Tijdens de voorbereiding trainde de gehele groep drie keer per week en de rest van het seizoen twee keer per week. De controlegroep volgde alleen de reguliere training.

TABLE 1
Training Protocol for the Nordic Hamstring Exercise

Week	Sessions Per Week	Sets and Repetitions
1	1	2 × 5
2	2	2 × 6
3	3	3 × 6-8
4	3	3 × 8-10
5-10	3	3 sets, 12-10-8 reps
10+	1	3 sets, 12-10-8 reps

Figuur 4: NHE programma volgens Mjølsnes et al. (2004)

TABLE 1
Nordic Hamstring Exercise Protocol

Wk	Frequency, per wk	No. of Sets per Training	Repetitions per Set
1	1	2	5
2	2	2	6
3	2	3	6
4	2	3	6, 7, 8
5	2	3	8, 9, 10
6-13	2	3	10, 9, 8

Figuur 5: NHE programma uit het artikel van van der Horst et al. (2015)

Tabel 6: Data-extractietabel populatiekarakteristieken en interventies

Studie (design)	PEDro-score	Deelnemers	Sport, niveau en land	Interventiegroep	Controlegroep	Duur van het onderzoek
van der Horst et al., 2015 (RCT)	6/10	n = 579 Mannen met een gemiddelde leeftijd 24.6 jaar	Voetbal Amateurs Nederland	n = 292 Gemiddelde leeftijd 24.5 jaar (SD = 3.6) NHE na de reguliere training (voorafgaand aan de cooling-down)	n = 287 Gemiddelde leeftijd 24.6 jaar (SD = 4.1) Reguliere training	52 weken
Petersen et al., 2011 (RCT)	6/10	n = 942 Mannen met een gemiddelde leeftijd 23.5 jaar	Voetbal Amateurs, semi-professionals en professionals Denemarken	n = 461 Gemiddelde leeftijd 23.0 jaar (SD = 4.0) Reguliere trainingsprogramma en 27 sessies van de NHE na de warming-up	n = 481 Gemiddelde leeftijd 23.5 jaar (SD = 4.0) Reguliere trainingsprogramma	52 weken
Gabbe et al., 2006 (RCT)	4/10	n = 220 Mannen met een gemiddelde leeftijd 23.7 jaar	Australian Football Amateurs Australië	n = 114 Gemiddelde leeftijd 23.4 jaar (range = 18.0-35.0) Reguliere training en NHE	n = 106 Gemiddelde leeftijd 23.9 jaar (range = 17.4-26.0) Reguliere training, rek oefeningen en range of motion oefeningen	52 weken
Sebelien et al., 2014 (RCT)	6/10	n = 119 Mannen met een leeftijd variërend tussen de 18 en 36 jaar	Voetbal Semi-professionals Noorwegen	n = 60 Leeftijd tussen de 20 en 36 jaar Reguliere warming-up gevolgd door hamstringoefeningen: zelf hamstrings rekken, rekken van de hamstrings door een partner en NHE	n = 59 Leeftijd tussen de 18 en 29 jaar Reguliere warming-up gevolgd door algemene rekoefeningen	10 maanden
Engebretsen et al., 2008 (RCT)	5/10	n = 508 Mannen waarvan de leeftijd niet is vermeld	Semi-professionals en professionals Noorwegen	Totale interventiegroep: n = 193 NHE programma: n = 85 Reguliere training gevolgd door een NHE programma	Hoog risico controlegroep: n = 195 Laag risico controlegroep: n = 120 Reguliere trainingsprogramma	52 weken

RCT Randomized Controlled Trial; n aantal; SD standaarddeviatie; NHE Nordic Hamstring Exercise

Wetenschappelijke conclusies

Zoals te zien is in tabel 8, is er in drie van de vijf studies sprake van een significant verschil tussen de interventie- en controlegroepen wat betreft de incidentie van hamstringblessures. De studies van Gabbe et al. (2006) ($p = 0.098$) en van Engebretsen et al. (2008) ($p = 0.17$) toonden geen significant verschil. Beide studies toonden een klein verschil aan in de interventie- en controlegroep wat betreft de incidentie van hamstringblessures. Gabbe et al. (2006) en Engebretsen et al. (2008) scoorden respectievelijk vijf en vier punten op de PEDro-scorelijst, deze krijgen de classificatie 'redelijk' (Teasell et al., 2003). Volgens van Tulder et al. (2003) houdt dit in dat de studies van hoge kwaliteit zijn (>4 punten op PEDro-schaal).

Van der Horst et al. (2015) toonden een significantie aan van $p = 0.005$. In de controlegroep kwamen in totaal veertien hamstringblessures meer voor in vergelijking met de interventiegroep. Deze studie scoorde zes punten (goed) op de PEDro-schaal.

De studie van Petersen et al. (2011) toonde ook een significant verschil, $p < 0.001$. In deze studie kwamen er 37 hamstringblessures meer voor in de controlegroep in vergelijking met de interventiegroep. De studie had een beoordeling van zes punten (goed) op de PEDro-schaal.

De laatste studie, Sebelien et al. (2014), vond een waarde van $p = 0.010$, een significant verschil. In de interventiegroep kwamen namelijk nul blessures voor en in de controlegroep was er een aantal van zes hamstringblessures. Deze RCT scoorde vijf punten (redelijk) op de PEDro-schaal.

De drie laatstgenoemde studies tonen statistisch significante resultaten ($p < 0,05$) en alle drie de studies zijn van hoge kwaliteit met PEDro-scores van minimaal vier punten (van Tulder et al., 2003).

Als we deze gegevens meenemen in een best evidence synthese, die beschreven is in de methode, volgens van Tulder et al. (2003), blijkt dat er *sterk bewijs* is dat de Nordic Hamstring Exercise een preventief effect heeft op de incidentie van hamstringblessures bij sporters, gekeken gedurende één seizoen.

Tabel 7: Data-extractietabel resultaten en conclusie

Studie	Resultaten interventiegroep	Resultaten controlegroep	Conclusie
van der Horst et al., 2015	11 hamstringblessures	25 hamstringblessures	$p = 0.005$ Significant minder hamstringblessures in de interventiegroep
Petersen et al., 2011	15 hamstringblessures	52 hamstringblessures	$p < 0.001$ Significant minder hamstringblessures in de interventiegroep
Gabbe et al., 2006	4.0% van de interventiegroep had een hamstringblessure	13.2% van de controlegroep had een hamstringblessure	$p = 0.098$
Sebelien et al., 2014	0 hamstringblessures	6 hamstringblessures	$p = 0.010$ Significant minder hamstringblessures in de interventiegroep
Engebretsen et al., 2008	23 hamstringblessures	HR-groep: 17 hamstringblessures	$p = 0.17$

p waarschijnlijkheidswaarde

Discussie

Samenvatting van de resultaten

Het doel van dit literatuuronderzoek was om antwoord te krijgen op de vraag of de Nordic Hamstring Exercise een preventief effect heeft bij voetballers. De aanleiding hiervoor is het grote aantal hamstringblessures bij sporters. Er zijn uiteindelijk vijf artikelen geïnccludeerd. Er werd gewerkt met een zoekstrategie die is toegepast bij vier databanken en de literatuurlijsten van de geïnccludeerde studies werden ook nog gescreend.

De vijf RCT's zijn allen van hoge methodologische kwaliteit (van Tulder et al., 2003). Van deze studies toonden drie studies aan dat de Nordic Hamstring Exercise een preventief effect heeft om hamstringblessures te voorkomen bij sporters. In deze RCT's was een significant verschil gevonden tussen de interventie- en controlegroepen. Omdat deze drie studies een score van vier of hoger hebben op de PEDro-schaal, kan op basis van de best evidence synthese van Tulder et al. (2003) gesteld worden dat er *sterk bewijs* is dat de Nordic Hamstring Exercise een preventief effect heeft op de incidentie van hamstringblessures van sporters.

Reflectie onderzoek

De zoekstrategie die is toegepast, leverde veel resultaten op. Echter was een inclusiecriteria van deze literatuurstudie dat de artikelen full-tekst beschikbaar moesten zijn in het Engels en Nederlands. Het kan dus zijn dat er relevante studies ontbreken die in een andere taal zijn beschreven.

De rol van de onderzoeker van dit onderzoek speelt ook een belangrijke rol. Gezien de onervarenheid kunnen er bepaalde zaken niet goed zijn onderzocht. De PEDro-scores zijn vergeleken met die van een andere (onervaren) onderzoeker, echter kwamen deze wel met elkaar overeen. Het feit dat beide onderzoekers tot dezelfde conclusie kwamen wat betreft de PEDro-scores is een sterk punt.

Naast bovengenoemde punten was er gedurende het onderzoek onduidelijkheid wat betreft een tabel in het artikel van Engebretsen et al. (2008). De getallen uit deze tabel kwamen niet overeen met de getallen uit de tekst. Er kan dus niet met zekerheid worden gezegd dat de p-waarde uit de tabel daadwerkelijk klopt. Er is een poging gedaan om contact op te nemen met de onderzoekers door middel van een email, echter is er tot op heden nog geen reactie.

Verschillen en overeenkomsten studies

Over het effect van de NHE op de incidentie van hamstringblessures kan een mogelijke uitspraak gedaan worden, zoals deze in de resultaten beschreven is. Echter verschillen de studies teveel van elkaar waardoor de uitspraak niet geheel klopt voor de gehele populatie 'sporters'. Helaas voor deze studie werden er alleen RCT's gevonden waarbij onderzoek is gedaan naar het effect van de Nordic Hamstring Exercise bij voetbal en Australian Football. Echter wordt er in deze literatuurstudie ook gerefereerd naar andere sporten in de inleiding, zoals sprintnummers en rugby. Dit resulteert dus in een conclusie over twee sporten, terwijl de vraag gericht is op alle sporten met explosieve loopacties en/of schiet- en draaimomenten.

Zoals te zien is in de resultaten, zijn er geen grote verschillen qua duur van het onderzoek. Vier van de vijf studies maakten gebruik van een onderzoeksperiode van 52 weken, de vijfde echter van tien maanden. Van de studies die daadwerkelijk statistische verschillen aantoonde, hebben twee studies een onderzoeksperiode van 52 en de derde onderzocht de populatie gedurende tien maanden. Een goed punt is dat alle studies zijn begonnen met de interventie gedurende het voorseizoen van de desbetreffende sport. Vanaf die periode zijn ze ook begonnen met het registreren van het aantal hamstringblessures.

Er waren echter meer verschillen tussen de studies. Het aantal deelnemers per studie varieerde van 119 tot 943 en de niveaus van de spelers verschilden ook. Zo werd er bij twee studies onderzoek gedaan naar amateurs (voetbal en Australian Football), bij een andere studie alleen semi-professionals (voetbal) en bij de andere twee studies varieerde het niveau van amateurs tot professionals (voetbal). Zodoende kan er geen uitspraak gedaan worden over het effect van de NHE op een bepaald niveau. Het effect kan bij een amateur die bijvoorbeeld twee keer per week traint anders zijn dan bij een professional die misschien vijf keer per week traint. Aan de ene kant zouden de amateurs minder kans kunnen hebben op een blessure omdat zij minder belast worden. Aan de andere kant zou de NHE te belastend kunnen zijn voor de amateurs in vergelijking met de professionals, omdat de professionals al gewend zijn aan intensieve trainingen.

Wat wel opmerkelijk is, is dat van de studies die een significant verschil aantoonde wat betreft de incidentie van hamstringblessures, de populatie bestond uit voetballers. Echter varieerden de niveaus wel van amateurs tot professionals, hier valt dus geen uitspraak over te doen.

Wat betreft de interventie waren er ook verschillen tussen de studies. Van der Horst et al. (2015) liet de deelnemers uit de interventiegroep gedurende dertien weken 25 sessies van de NHE uitvoeren, waarbij de intensiteit werd opgebouwd. Petersen et al. (2011) en Engebretsen et al. (2008) maakten gebruik van een schema waarbij ook de intensiteit werd opgebouwd en daarna werd de deelnemers gevraagd om gedurende de rest van het seizoen éénmaal per week een sessie te blijven herhalen. Gabbe et al. (2006) had weer een heel andere opbouw, er werden vijf sessies van de NHE uitgevoerd gedurende twaalf weken. De eerste drie sessies vonden om de week plaats gedurende de eerste zes weken. Daarna begon het seizoen en werden er nog twee sessies gevolgd met zes weken tijd tussen deze sessies. De laatste studie, Sebelien et al. (2014), liet de deelnemers de NHE in combinatie met rekoefeningen voor de hamstrings uitvoeren (beschreven bij de resultaten). De deelnemers deden dit tijdens de reguliere training, dit was drie keer per week gedurende de voorbereiding en twee keer per week gedurende de rest van het seizoen. Het is dus duidelijk dat de interventies van de studie erg van elkaar verschilden, wat het lastig maakt om een uitspraak te doen over het meest effectieve programma. Het is echter positief dat maar één van de studies gebruik maakte van extra oefeningen naast de NHE voor de interventiegroep (Sebelien et al., 2014). De andere vier studies voegden alleen een NHE programma toe aan de reguliere training en zijn wat dat betreft wel vergelijkbaar.

Een ander belangrijk punt is dat de resultaten van de studie van Engebretsen et al. (2008) mogelijk beïnvloed zijn vanwege het feit dat de deelnemers worden ingedeeld in een hoog-risico interventie- en controlegroep. Dit hield in dat de spelers met een hoog risico op een blessure zijn onderzocht. Dit kan een reden zijn waardoor er geen significant verschil is gevonden tussen de groepen. Het kan namelijk zo zijn dat de spelers met een hoog risico op een hamstringblessure teveel belast worden met de excentrische oefeningen, waardoor zij sneller een hamstringblessure oplopen als zij de intensiteit van de oefening bijvoorbeeld niet goed opbouwen.

Therapietrouw per studie

De terapietrouw van de deelnemers van de interventiegroepen verschilde per studie. De studie van van der Horst et al. (2015) noemde een percentage van 91% van de deelnemers die de interventie uitvoerden. De redenen voor het niet uitvoeren van het programma waren Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) of het feit dat de spelers andere activiteiten hadden gedurende de trainingen (bijvoorbeeld een wedstrijd) waardoor het oefenprogramma niet kon worden uitgevoerd. Petersen et al. (2011) vermeldde ook een gemiddelde van 91% van de deelnemers die de interventie hebben nageleefd. Echter werd dit alleen bijgehouden gedurende de eerste tien weken, terwijl de deelnemers wel werden gevraagd om gedurende de rest van het seizoen de oefeningen nog wekelijks uit te voeren. Of dit ook daadwerkelijk is gedaan, is dus niet duidelijk. Naast bovengenoemd percentage, wordt in deze studie gesproken over een range van 18-27. Dit houdt in dat het per team verschilde hoeveel sessies van de Nordic Hamstring Exercise zij hebben uitgevoerd. Zo kan het zijn dat het ene team maar 18 sessies heeft gevolgd en een ander team alle 27. Het is echter niet duidelijk welke spelersgroep uiteindelijk meer hamstringblessures opliep. De redenen van het niet uitvoeren van de trainingsprogramma's zijn niet vermeld. De studie van Gabbe et al. (2006) gaf aan dat minder dan 10% het volledige interventieprogramma heeft gevolgd, een zeer slechte terapietrouw. De voornaamste reden was vanwege DOMS. Engebretsen et al. (2008) vermeldde ook een zeer percentage dat de interventie volledig heeft uitgevoerd. Slechts 21.1% (12 spelers) hadden 20 of meer sessies van het trainingsprogramma voor de hamstrings uitgevoerd. Daarnaast had 63.2% nul sessies uitgevoerd, 7.9% slechts 1-9 sessies en 7.9% 10-19 sessies. De laatste studie, Sebelien et al. (2014), heeft geen gegevens over de compliance van hun interventieprogramma. Zij vermelden alleen dat er een lage opkomst was voor de testmomenten. Dit zegt echter niet of de deelnemers wel of niet hun interventie hebben uitgevoerd.

Concluderend kan worden gesteld dat, van de studies waar de terapietrouw wordt beschreven, de studies met een hoge terapietrouw ook daadwerkelijk een significant verschil tussen de interventie- en controlegroepen aantoonde wat betreft de incidentie van hamstringblessures. Gabbe et al. (2006) en Engebretsen et al. (2008) toonden beiden geen significant verschil en bij beide studies werd gesproken van een zeer lage terapietrouw. Bij de studies waar

van een hoge therapietrouw wordt gesproken, van der Horst et al. (2015) en Petersen et al. (2011), was er ook een significant verschil wat betreft de incidentie van hamstringblessures. Echter wordt dus alleen bij Sebelien et al. (2014) geen therapietrouw vermeld over het uitvoeren van de NHE door de deelnemers. Er is niet duidelijk beschreven wat de reden was dat de therapietrouw, bij de studies met een significant verschil, zo hoog was bij de desbetreffende studies. Hierover kan dus geen aanbeveling worden gedaan.

Advies en aanbevelingen

Het advies is om de NHE toe te passen als preventieve maatregel bij sporters voor het verlagen van de incidentie van hamstringblessures. Het is wel belangrijk om een programma te kiezen waarbij de intensiteit wordt opgebouwd, onder andere om DOMS zoveel mogelijk te voorkomen omdat dit een reden kan zijn dat deelnemers de oefening niet meer willen uitvoeren. Er moet ook een duidelijke instructie worden gegeven wat de deelnemer kan verwachten bij het uitvoeren van de oefening en wat de reactie (spierpijn) kan zijn.

De aanbeveling is om meer grootschalige RCT's uit te voeren, om hardere uitspraken te kunnen doen over het preventieve effect van de NHE. Het zou goed zijn als de interventie wordt toegepast bij andere sporten dan voetbal en Australian Football, zodat er een betere uitspraak kan worden gedaan over het effect van de oefening bij sporters in het algemeen. Daarnaast zou het goed zijn als er meer onderzoek wordt gedaan naar welk NHE programma het meest effectief is en hoe deze uitgevoerd moet worden.

Conclusie

Er is *sterk bewijs* dat de Nordic Hamstring Exercise een preventief effect heeft op de incidentie van hamstringblessures van sporters. De aanbeveling is om meer grootschalige RCT's uit te voeren waarin het preventieve effect van de NHE wordt aangetoond, zodat er duidelijke uitspraken kunnen worden gedaan over het effect van de oefening bij meer verschillende sporten en het meest effectieve programma.

Literatuur

1. Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 783-90.
2. Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-75.
3. Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of Injuries Among Male Soccer Players A Prospective, Randomized Intervention Study Targeting Players With Previous Injuries or Reduced Function. *The American journal of sports medicine*, 36(6), 1052-1060.
4. Gabbe, B. J., Branson, R., & Bennell, K. L. (2006). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *Journal of science and medicine in sport*, 9(1), 103-109.
5. Ginckel, A. van, Hulle, B. van, Verhaeghe, J., Mahieu, N., & Witvrouw, E. (2008). Het effect van een plyometrisch oefenprogramma op de 'angle of peak torque' van de hamstrings. *Sport & Geneeskunde*, 2, 6-15.
6. Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(2), 67-81.
7. Horst, N. van der, Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316-23.
8. Inklaar, H. (2009). Sportblessures in de huisartspraktijk: Hamstringblessures. *Modern Medicine*, 12, 428-431.
9. Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-21.
10. Mjølunes, R., Arnason, A., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(5), 311-317.
11. Orchard, J., & Best, T. M. (2002). The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12(1), 3-5.
12. Parlementaire redactie. (2015, 18 september). Sportblessures kosten half miljard per jaar. *De Telegraaf*. Geraadpleegd op 24 oktober 2015 op http://www.telegraaf.nl/binnenland/24509820/_Blessures_kosten_half_miljard_.html
13. Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296-2303.
14. Schippers, E. I. (2015). *Kamerbrief over nieuw programma sportblessurepreventie*. Geraadpleegd op <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2015/05/26/kamerbrief-over-nieuw-programma-sportblessurepreventie>
15. Sebelien, C., Stiller, C.H., Maher, S.F. & Qu, X. (2014). Effects of implementing Nordic hamstring exercises for semi-professional soccer players in Akerhus, Norway. *Orthopaedic Physical Therapy Practice*, 26(2), 90-97.
16. Teasell, R. W., Foley, N. C., Bhogal, S. K., & Speechley, M. R. (2003). An evidence-based review of stroke rehabilitation. *Topics in stroke Rehabilitation*, 10(1), 29-58.

17. Tiessen-Raaphorst, A. (2015). *Rapportage Sport 2014* (scp-publicatie 2015-1). Geraadpleegd op 24 oktober 2015 op https://www.volksgezondheidenzorg.info/sites/default/files/rapportage_sport_2014.pdf
18. Tulder, M. van, Furlan, A., Bombardier, C., Bouter, L., (2003). Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine*, 28(12), 1290-1299.
19. Veiligheid NL. (z.d.). *Tips voorkomen blessures*. Geraadpleegd op 24 oktober 2015 op <http://voorkomblessures.veiligheid.nl/algemene-tips-en-blessures/tips-voorkomen-blessures>
20. Volkers, J. (2014, 6 augustus). Krachtoefening vermindert blessures hamstring bij amateurvoetballer. *De Volkskrant*. Geraadpleegd op 24 oktober 2015 <http://www.volkskrant.nl/leven/krachtoefening-vermindert-blessures-hamstring-bij-amateurvoetballer~a3713962/>
21. Yu, B., Queen, R. M., Abbey, A. N., Liu, Y., Moorman, C. T., & Garrett, W. E. (2008). Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *Journal of biomechanics*, 41(15), 3121-3126.