

Sporthervatting na een voorste kruisband reconstructie: Neuromusculaire controle en functionele testen

Literatuurstudie

Naam: Stan de Wijs, fysiotherapeut i.o.

Datum: Juni 2014

Eindexamenopdracht afdeling fysiotherapie Hogeschool Utrecht

Docent: Maarten R. Prins

Abstract

Introduction: An altered intrinsic neuromuscular control of the knee is an important factor in primary and secondary anterior cruciate ligament (ACL) injury risk. The means by which neuromuscular control differences manifest in terms of injury risk remains unclear. Functional performance tests may help to elucidate neuromuscular control deficits after anterior cruciate ligament reconstruction.

Methods: PubMed, Sportdiscus and Cinahl were searched. Key search terms used were: 'anterior cruciate ligament', 'anterior cruciate ligament reconstruction', 'neuromuscular control' and 'predict'.

Results: The search strategie resulted in five studies. All reported an altered neuromuscular control of the knee joint. Two cohort studies found specific predictive risk factors for primary and secondary ACL-injury. These included greater knee abduction angle, valgus knee movement and an increased knee loading in injured athletes (sensitivity 0.78 and specificity 0.73). Altered neuromuscular control lead to limb asymmetries in landing and jumping during a DVJ and SLHT, a delayed muscle activity onset during sportspecific tasks and a knee extensor deficit.

Conclusion: Altered neuromuscular control and its risk factors may lead to primary and secondary ACL injuries. Neuromuscular control deficits lead to different landing strategies during landing and jumping tasks. Neuromuscular control deficits are found 12 to 14 months after ACL-reconstruction. The factors found in this study are predictors of ACL injury risk. The amount of literature is limited. Future research should focus on a larger follow up period, amount of participants, and the effects of neuromuscular training after an ACL-reconstruction.

Samenvatting

Inleiding: Een verminderde neuromusculaire controle gedurende dynamische bewegingen van het kniegewricht is een groot risicofactor voor een voorste kruisband(VKB) letsel en een recidief hiervan. Onduidelijk is de mate waarin de neuromusculaire controle van het kniegewricht voor en na een VKB-reconstructie verminderd is en hoe dit middels functionele testen te beoordelen is. Het doel van deze literatuurstudie is onderzoeken of er bij patiënten voor en na een VKB-reconstructie verschillen zijn tussen het aangedane en niet aangedane been op het gebied van neuromusculaire controle van het kniegewricht.

Methode: Er is gezocht in databanken PubMed, Sportdiscus en Cinahl met de zoektermen 'anterior cruciate ligament', 'anterior cruciate ligament reconstruction', 'neuromuscular control' en 'predict'.

Resultaten: De zoekstrategie leverde 5 artikelen op. Alle 5 studies vonden een afwijking in neuromusculaire controle van het kniegewricht tussen de aangedane en niet aangedane zijde. Aanwezigheid van risicofactoren zoals een vergroot knie abductie moment, toename van de knie valgisering en een toename van de belasting van het aangedane knie gewricht tijdens een Drop Vertical Jump (DVJ) duidde op een verhoogde kans op een VKB ruptuur recidief (sensitiviteit van 0.78, specificiteit van 0.73). Een afwijkende neuromusculaire controle uitte zich ook in een veranderde landingsstrategie tijdens een DVJ en SLHT, een vertraagde spieractivatie tijdens sportsituaties en een verminderde spierkracht van de knie extensoren.

Conclusie: Een verminderde neuromusculaire controle kan leiden tot een primair en secundair VKB letsel en dient daardoor goed in kaart te worden gebracht. De neuromusculaire controle van het aangedane kniegewricht blijkt 12 tot langer dan 24 maanden na VKB-reconstructie verminderd te zijn. Personen met en zonder een VKB-reconstructie die een VKB-letsel oplopen vertonen voor het incident een afwijkende neuromusculaire controle rondom het kniegewricht tijdens een DVJ. De hoeveelheid literatuur is beperkt. Toekomstig onderzoek moet zich richten op een langere follow up, grotere onderzoekspopulatie en op het effect van een neuromusculaire training na een VKB-reconstructie.

Inleiding

Voorstekruisband (VKB) letsels komen vaak voor in Nederland. Exacte cijfers over de incidentie in Nederland zijn niet bekend. In de topsport zijn er veel VKB letstels bekend. In 2012 waren er 860.000 knieblessures, waaronder VKB rupturen, bekend waaruit blijkt dat VKB letsels niet meer alleen voor de topsport zijn weggelegd ("Cijferfactsheet Knieblessures," 2012). VKB letsels kunnen ontstaan bij sporten waar grote krachten inwerken op het knie gewricht, sporten zoals: voetbal, handbal, rugby, basketbal en wintersporten (Gianotti, Marshall, Patria & Bunt, 2009). Een veelvoorkomend onstaansmechanisme voor VKB letsel is een gecombineerde valgus-exorotatie beweging van de knie met een verplaatsing van de tibia ten opzichte van het femur naar ventraal. Plotselinge zijwaartse en draaiende bewegingen worden als een risico gezien. Dit zijn typische bewegingen die plaatsvinden bij de genoemde sporten. Kenmerkend voor een VKB letsel is een acuut ontstaansmoment zonder contact, een ploppend geluid, haematoom en een onmogelijkheid om sport te hervatten (Spindler & Wright, 2008). Een mogelijke oorzaak van een VKB letsel, na een acuut ontstaansmoment zonder contact, kan zijn dat de intrinsieke neuromusculaire controle veranderd is (Hewett, Di Stasi & Myer, 2013).

Blijvende instabiliteit van de knie en het gegeven dat een patiënt wilt terugkeren op huidig sportniveau is een overweging om een operatieve VKB reconstructie uit te voeren (Ardern, Webster, Taylor & Feller, 2011). Zonder VKB-reconstructie wordt een terugkeer naar het huidige sportniveau ('return to sports') onwaarschijnlijk (Hewett, Di Stasi & Myer, 2013).

De eerste vragen van een sporter zijn wanneer diegene zijn of haar sport weer kan hervatten en hoelang de revalidatie gaat duren. Hierover blijkt geen duidelijke consensus te bestaan en verschillen protocollen en studies soms enkele maanden. Zo wordt er gesproken over een herstel van 4 tot 6 maanden postoperatief en van een hersteltraject van 6 tot 12 maanden postoperatief (Ardern, Webster, Taylor & Feller, 2011). Opvallend zijn de onderzoeken die uitwijzen dat een terugkeer naar hetzelfde functioneringsniveau als voor de VKB reconstructie niet vanzelfsprekend is. Onderzoeken tonen namelijk aan dat een laag percentage (37 % man, 20 % vrouw, na één jaar follow up) naar het oorspronkelijke niveau is teruggekeerd (Ardern, Webster, Taylor & Feller, 2011; Lee, Karim & Chang, 2008). Daarnaast hebben atleten na een VKB reconstructie gedurende de eerste twee jaar na sporthervatting een groter risico tot recidief, waarbij het risico het grootst is op het moment dat de sport zojuist is hervat (Paterno, Rauh, Schmitt, Ford & Hewett, 2014)

Factoren die een uitspraak kunnen doen over een mogelijke terugkeer zijn onder andere spierkracht, neuromusculaire controle, stabiliteit, kniefunctie, motivatie omtrent terugkeer naar

sportniveau (Jang, Kim, Ha, Wang & Yang, 2013; Barber-Westin & Noyes, 2011), mate van schade aan andere structuren en sociale en psychologische factoren (Jang, Kim, Ha, Wang & Yang, 2013). De kracht van de gereconstitueerde voorste kruisband is daarnaast bepalend voor een veilige terugkeer naar de sport. De eerste zeven maanden na een VKB reconstructie is het risico op een recidief het grootst, terwijl bovenstaande factoren dan al voldoende ontwikkeld kunnen zijn (Di Stasi, Logerstedt, Gardinier, & Snyder-MacIer, 2013). Het wordt aanbevolen om alle beïnvloedbare factoren in kaart te brengen (Barber-Westin & Noyes, 2011). Het wordt voor een fysiotherapeut lastig te bepalen of én wanneer een veilige terugkeer waarschijnlijk is doordat het onduidelijk lijkt welke factoren het belangrijkst zijn (Jang, Kim, Ha, Wang & Yang, 2013; Narducci, Waltz, Gorski, Leppla, & Donaldson, 2011). Literatuur toont aan dat een verminderde neuromusculaire controle gedurende dynamische bewegingen van het kniegewricht een groot risicofactor is voor een VKB letsel en een recidief hiervan (primair- en secundair VKB-letsel) (Hewett, Di Stasi, Myer, 2013).

Het is bekend dat een verminderde spierkracht van het aangedane been, invloed heeft op de functie van het kniegewricht. Hierbij blijkt, na een VKB-reconstructie, de spierkracht van de quadriceps af te nemen, en die van de hamstrings niet. De verzwakte quadriceps heeft gevolgen voor de terugkeer naar de sport omdat de quadriceps kracht kan opvangen en genereren rondom het kniegewricht. Veronderstelt wordt dat een optimale spierkracht van de m. quadriceps kan leiden tot een verbeterde neuromusculaire controle. Het is dus van belang dat er herstel van de quadriceps spierkracht plaatsvindt (Hewett, Di Stasi & Myer, 2013).

Om in de praktijk te bepalen of een veilige terugkeer aanstaande is kan van verschillende klinimetrie gebruik gemaakt worden. Momenteel worden hop- en krachttesten, meetinstrumenten en de Limb Symmetry Index (LSI) in de klinische setting gebruikt om te bepalen of het moment voor een veilige terugkeer aanstaande is (Engelen- van Melick, van Cingel, Tijssen, & Nijhuis-van der Sanden, 2013). Enkele voorbeelden van testen zijn de 'single leg hop test', 'crossover hop test', 'triple hop test' en 'isokinetic strength test'. Al deze testen zijn functionele testen. Belangrijk is het onderscheidende vermogen van bestaande functionele knietesten tussen het aangedane en niet aangedane been bij patiënten die een VKB-reconstructie hebben ondergaan. Het onderzoek van Kong et al. uit 2012 toont aan dat een goede score op de single leg hop test, single leg vertical jump, co-contraction test, shuttle run test en de carioca test een bruikbare methode kan zijn over de uitspraak over 'return-to-sports' (Kong et al., 2012).

Kijkend naar de literatuur lijkt de neuromusculaire controle van het kniegewricht de belangrijkste determinant om een mogelijke uitspraak te kunnen doen over de sporthervatting na een VKB-reconstructie. Het doel van deze literatuurstudie is om een beter inzicht te geven op welk moment

'return to sports' veilig is waarbij de kans op een mogelijk recidief zo klein mogelijk is. Daarom luidt mijn onderzoeksvraag: Wat zijn bij patiënten voor en na een VKB-reconstructie de verschillen tussen het aangedane en niet aangedane been op het gebied van neuromusculaire controle van het kniegewricht?

Methode

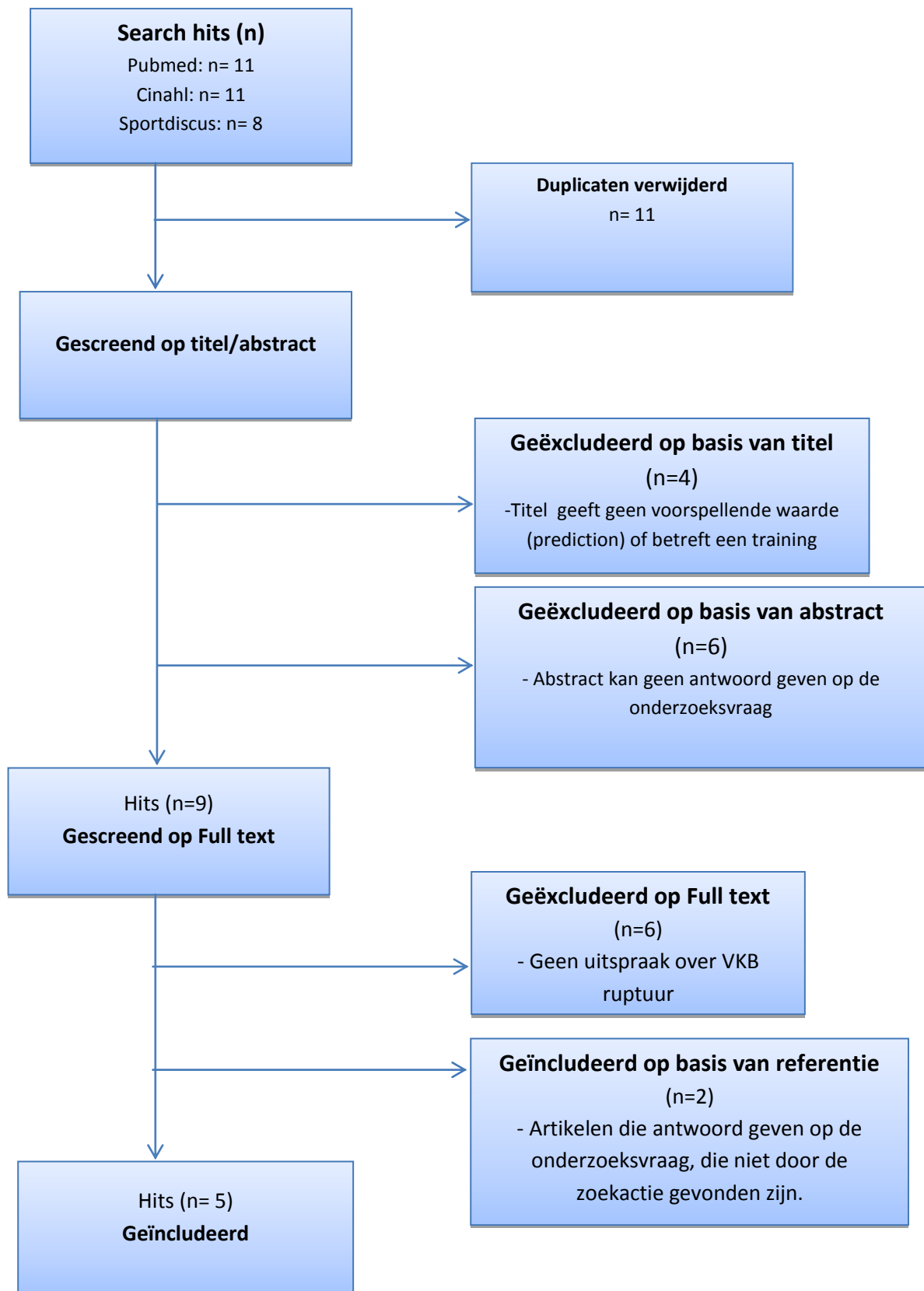
Deze afstudeeropdracht is een literatuurstudie. De gebruikte zoekmachines voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag zijn Pubmed, Sportdiscus en Cinahl.

In bovenstaande zoekmachines is gezocht met de volgende zoekterm; (anterior cruciate ligament OR anterior cruciate ligament reconstruction) AND (neuromuscular control) AND (predict).

De literatuur die werd gevonden, werd aan de hand van de volgende criteria geïnccludeerd of geëxcludeerd. Inclusiecriteria: artikelen maximaal 10 jaar oud (oudere artikelen alleen gebruikt voor referentie); artikelen Engels of Nederlandstalig; het artikel onderzoekt de neuromusculaire controle van het kniegewricht; onderzoekspopulatie heeft een voorste kruisband (of een gereconstrueerde). Exclusiecriteria: de onderzoekspopulatie heeft geen voorste kruisband reconstructie ondergaan; het studiedesign van het onderzoek geeft geen antwoord op de onderzoeksvraag en/of de deelvragen. Na het uitvoeren van de zoekactie zijn de artikelen gescreend op onder andere de titel, abstract en publicatiedatum.

Er zijn meerdere manieren om de methodologische kwaliteit van een observationele studie te beoordelen. Een gouden standaard ontbreekt echter (Mallen, Peat & Croft, 2006; Sanderson, Tatt & Higgins, 2007). In deze literatuurstudie is gebruik gemaakt van een quality assessment tool gelijk aan die gebruikt is in de systematic review van Hendrix, Prins & Dekkers uit 2014. In deze studie werden observationele studies beoordeeld op verschillende criteria om de methodologische kwaliteit te bepalen. De items waardoor de methodologische kwaliteit van de studies is bepaald staat in figuur 2, de uitwerking in tabel 1.

De zoekactie voor PubMed en Cinahl is samengevat in een flowchart (figuur 1). Geïnccludeerde artikelen werden vergeleken op basis van publicatiejaar, studie design, methodologische kwaliteit, aantal proefpersonen, leeftijd, meetinstrument, resultaten en follow up. Tenslotte werden de resultaten van de verschillende studies weergegeven.



Figuur 1: Flowchart Pubmed, Cinahl en Sportdiscus

Resultaten

De zoekactie leverde 22 hits op. Na verwijdering van de duplicaten en exclusie van artikelen op basis van titel en abstract bleven er 5 artikelen over. Van deze 5 artikelen werden er 2 geëxcludeerd omdat ze geen antwoord konden geven op de onderzoeksvraag aangezien de neuromusculaire controle niet werd beschreven. Er werden 2 artikelen geïnccludeerd op basis van een screening van de referentielijst van de geïnccludeerde artikelen. De geïnccludeerde artikelen zijn gepubliceerd tussen 2005 en 2014. De beoordeelde kwaliteit van de geïnccludeerde artikelen is gepresenteerd in tabel 1. De onderzoekspopulaties van de geïnccludeerde studies zijn klein en betreffen vaak één geslacht, met uitzondering van het onderzoek van Paterno et al. uit 2010.

De cohortstudie van Paterno et al. uit 2010 betreft een studie die 56 personen volgt na een voorste kruisband reconstructie. Alle proefpersonen zijn na de voorste kruisband reconstructie getest op de stabiliteit en de range of motion van het knie- enkel- en heupgewricht en op de anterieure en posterieure laxiteit van de knie. De range of motion van het knie- enkel en heupgewricht werd gemeten door de Drop Vertical Jump (DVJ), waarbij door middel van markers op het lichaam een 3D bewegingsanalyse kon worden gemaakt. De balans op één been werd getest met het Biodex balance systeem SD (Biodex). Na het uitvoeren van de test werden de proefpersonen nog 12 maanden gevolgd om te bekijken of er een recidief letsel zou plaatsvinden aan de gereconstrueerde voorste kruisband. Bij 13 proefpersonen was er sprake van een recidief letsel binnen deze 12 maanden na het eerste testmoment. De 13 participanten toonden een significant groter endorotatie moment van de heup tijdens de eerste 10% van de landing, ten opzichte van de overige proefpersonen die geen recidief VKB letsel opliepen ($P < 0.01$). Bij de recidief groep was er sprake van een significant grotere valgisering van het knie gewricht dan de niet-recidief groep ($P = 0.03$). (16.2 graden valgisering in de recidief groep, 12.1 graden in de niet recidief groep). De recidief groep vertoonde een asymmetrie in maximale kracht gemeten door de force plates tijdens de contactfase van de landing. De maximale kracht was groter onder het niet aangedane been. Proefpersonen die een verminderde balans tijdens de meting op het Biodex-systeem toonden, liepen een twee keer zo grote kans op een secundair VKB-letsel dan proefpersonen die geen verminderde balans op één been hadden. De laxiteit van het kniegewricht was niet significant verschillend tussen beide groepen. Proefpersonen die een rotatie van de heup tijdens de landing, vergrote range of motion van de knie gedurende de landing, assymetrie in de contactfase en verminderde sta balans gemeten op de Biodex, lopen een grotere kans op een recidief (Paterno, Schmitt, Ford, Rauh, Myer, Huang & Hewett, 2010).

Hewett et al. onderzochten 205 vrouwen in een cohortstudie. In deze studie werd de range of motion van de knie gedurende de Drop Vertical Jump onderzocht. De knie flexie, extensie, abductie en adductie werden voor iedere proefpersoon beoordeeld. De hypothese van de studie was dat vrouwen die uiteindelijk een VKB-ruptuur opliepen, een verminderde neuromusculaire controle en een vergrote valgisering van het aangedane kniegewricht tijdens de landing vertoonden. Dit valgisierende moment is een risicofactor voor een VKB-ruptuur. De proefpersonen werden 13 maanden gevolgd, de 9 VKB rupturen ontstonden gemiddeld 5,0 maanden na de eerste test. De knie abductie (valgisering) uitslagen waren significant groter bij de proefpersonen die uiteindelijk een VKB-ruptuur kregen dan bij de controle groep ($P < 0.01$). Bij het landen was er sprake van een significant verschil in knie abductie waarden ($P < 0.001$); 8.4 graden toename van de knie abductie en een toename van 7.6 graden abductie bij de afzet voor de sprong, in tegenstelling tot de controle groep, die geen, of een verminderde abductie (1.4 graden) vertoonden. De VKB-ruptuur groep hadden een kortere standfase tijdens de landing (verschil van 16%) en hadden een verschil tussen de aangedane en niet aangedane zijde op het gebied van knie abductie, de controle groep vertoonden deze verschillen niet. De mate van knie belasting verschilde significant in de VKB-reconstructie groep ($P < 0.001$) (Hewett et al. 2005).

De case control studie van Paterno et al. uit 2007 onderzocht of vrouwelijke atleten een asymmetrisch bewegingsverloop toonden gedurende de Drop Vertical Jump, na een VKB-reconstructie, op het moment dat ze mochten terugkeren naar het sportniveau waarop ze voor de VKB-reconstructie actief waren. De atleten werden 27 maanden gevolgd. Veronderstelt werd dat de reconstructie groep een verschil tussen beide zijdes zouden vertonen ('side-to-side difference') tijdens het landen en afzetten, terwijl dit bij de controle groep niet het geval zou zijn. 32 atleten werden onderzocht in deze studie (14 VKB-reconstructie, 18 controle groep). Alle participanten werden getest middels een DVJ, waarbij op een platform werd geland zodat de hoeveelheid kracht die werd uitgeoefend bij het maken van contact met de grond en bij de afzet gemeten kon worden. De maximale kracht, gemeten op deze 'force plates', bleek zowel bij de landing als bij de afzet minder te zijn voor het VKB-reconstructie zijde ten opzichte van het gezonde been. Bij de controle groep was de gemeten kracht bijna gelijk voor de dominante zijde als voor de niet-dominante zijde. De niet aangedane knie werd significant meer belast dan de gereconstrueerde knie ($P < 0.001$) en de aangedane knie genereerde significant minder kracht bij de afzet, dan de niet aangedane zijde ($P = 0.03$) (Paterno, Ford, Myer, Heyl, & Hewett, 2007).

De auteurs van de case studie probeerden te onderzoeken wat de EMG-waarden van de quadriceps en hamstrings waren bij sportspecifieke manoeuvres en landingen, om een inzicht te krijgen of er een mogelijk verband is tussen neuromusculaire controle en VKB-ruptuur risico. Een groep van 10

vrouwelijke sporters werden onderzocht, waarbij drie sportsituaties werden geanalyseerd; fysiek duel, sprint, landen na een sprong, passen van de bal en rotatie ('DEF'); sprint, landen na een sprong, passen van de bal en rotatie ('NO-DEF'); sprint en landen na een sprong ('LAND'). Zes dagen na de baseline meting, was er sprake van een VKB-ruptuur bij één van de sporters. De proefpersoon met de VKB-ruptuur andere waarden scoorde op de EMG van de geteste spiergroepen. Bij de zwaarste sportspecifieke test situatie, 'DEF', heeft de casus een vertraagde activatie van de m. rectus femoris, m. biceps femoris, m. semitendinosus/m. semimembranosus en de m. gluteus medius. Deze vertraagde spiercontractie vond alleen plaats aan de zijde waar later de VKB-ruptuur ontstond, de andere proefpersonen vertoonden deze vertraging niet. Bij de 'LAND' situatie was er bij de casus geen sprake van een vertraagde spier activatie (Saunders, McLean, Fox, & Otago, 2014).

In de longitudinale studie van Oberlander et al. werd onderzocht of de landing strategie op de single leg hop test (SLHT) van een proefpersoon met een VKB-reconstructie overeen kwam met de landing strategie van dezelfde proefpersoon met een VKB-deficiëntie (pre-operatief). De hypothese luidde dat er een veranderd bewegingspatroon plaats zou vinden tijdens de landing bij de SLHT om op die manier de kniebeweging te beperken en het kniegewricht te ontzien, wat ten koste gaat van de stabiliteit. De stabiliteit werd middels een wiskundige formule berekend. Volgens de auteurs werd deze veranderde beweging veroorzaakt door een verminderde kracht van de knie extensoren. De 28 proefpersonen in deze longitudinale studie werden 12 maanden gevolgd en toonden een soortgelijke landingsstrategie als gemeten voor de VKB-reconstructie. De participanten toonden een significant verschil ($P < 0.05$) tijdens het landen tussen de aangedane en niet aangedane zijde; de participanten flecteerden de romp aan de aangedane zijde, de enkel en heup werden meer belast en de aangedane knie ontzien en was er sprake van een vermindering van de stabiliteit van de aangedane knie gedurende de landing. De proefpersonen vertoonden een significant verschil ($P < 0.05$) op het meetmoment 12 maanden en op het meetmoment 6 maanden op het gebied van de geabsorbeerde kracht tijdens de landing door het aangedane kniegewricht in vergelijking met de controle groep (Oberlander, Bruggemann, Hoher, & Karaminidis, 2013).

Discussie

Het doel van deze literatuurstudie was om te achterhalen of er bij patiënten na een VKB-reconstructie een verschil is op het gebied van neuromusculaire controle van het kniegewricht tussen het aangedane en niet aangedane been.

Uit de geïncludeerde studies is gebleken dat er een verschil in neuromusculaire controle van het kniegewricht is gevonden. Dit verschil is tussen het aangedane en niet aangedane been, en tussen VKB-reconstructie groep en de controle groep. De afgenomen neuromusculaire controle die kan zich uitten in een grotere endorotatie van de heup tijdens de landing, een toegenomen valgisering van het aangedane kniegewricht en een vergrote belasting op het aangedane kniegewricht tijdens een DVJ. De verminderde neuromusculaire controle uit zich tevens in een vertraagde spiercontractie rondom het aangedane kniegewricht tijdens sportspecifieke acties en in een verandering van de landingstrategie bij een SLHT door een verminderde spierkracht en stabiliteit van de aangedane knie (Paterno, Schmitt, Ford, Rauh, Myer, Huang, & Hewett, 2010; Oberlander, Bruggemann, Hoher, & Karaminidis, 2013; Hewett et al., 2005; Saunders, McLean, Fox, & Otago, 2014; Paterno, Ford, Myer, Heyl, & Hewett, 2007).

De multifactoriële oorzaak van een VKB-ruptuur lijkt voor een groot deel te liggen bij de neuromusculaire controle van de aangedane zijde, waarbij niet alleen het aangedane kniegewricht maar ook de mate van heup endorotatie, romp flexie en verschillen tussen het aangedane en niet aangedane been een rol spelen (Paterno, Schmitt, Ford, Rauh, Myer, Huang & Hewett, 2010. Oberlander, Bruggemann, Hoher, & Karaminidis, 2013. Hewett et al. 2005).

Het onderzoek van Paterno et al. uit 2010 is het enige onderzoek waarbij zowel mannen als vrouwen aan participeerde en heeft de hoogste methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies. Tevens is dit het eerste onderzoek die de biomechanica en neuromusculaire factoren beschrijven die een rol kunnen spelen in de recidivering van een VKB-reconstructie. Er is onderzoek gedaan naar factoren die beïnvloedbaar zijn door de fysiotherapeut. In deze studie werden de volgende risicofactoren en waarden aangetoond; vergrote endorotatie van de heup tijdens de landing, vergrote range of motion van de knie gedurende de landing, asymmetrie van de kracht gemeten door de force plates in de contactfase en sta balans van de aangedane knie gemeten op de Biodex, voorspellen met een sensitieve waarde van 0.92 en specifiteit van 0.88 een mogelijk recidief. Anterieure en posterieure laxiteit van het kniegewricht zijn geen voorspeller voor een recidief VKB-letsel. Hierbij moet wel de opmerking gemaakt worden dat het een kleine onderzoekspopulatie betreft waardoor

een generalisatie van de gevonden specificiteit en sensitiviteit gelimiteerd is (Paterno, Schmitt, Ford, Rauh, Myer, Huang & Hewett, 2010)

De gegevens gevonden door Hewett et al. bevestigen de hypothese; proefpersonen met een verminderde neuromusculaire controle van het aangedane kniegewricht liepen meer risico om uiteindelijk een VKB-ruptuur te krijgen. Proefpersonen die uiteindelijk een VKB letsel opliepen, toonden een significante toename van de valgisering van het knie gewricht en vergrote belasting naar de abductierichting ten opzichte van de 'gezonde' controle groep. De valgisering en vergrote belasting is een voorspeller van VKB letsels. Valgisering van het kniegewricht leidt tot een toename van de anterieure tibiale translatie en daardoor tot een belasting op de VKB. Een afgenomen neuromusculaire controle van het kniegewricht kan een vergrote valgisering en abductie moment van de knie als gevolg hebben. De auteurs stelden dat bovenstaande factoren een VKB-ruptuur met 78% sensitiviteit en 73% specificiteit kon voorspellen (Hewett et al 2005). Een nadeel aan deze studie is dat de participanten al jaren sporten en in al deze jaren zal het kniegewricht aan excessieve valgiserende belasting blootgesteld zijn. Het kan dus meerdere jaren duren voordat de toegenomen valgisering daadwerkelijk leidt tot een VKB letsel. Een onderzoek waarbij proefpersonen langer gevolgd en onderzocht worden heeft hierdoor de voorkeur.

De studie van Paterno et al. uit 2007 onderzocht dat vrouwelijke atleten die reeds zijn teruggekeerd op het originele sportniveau van voor de VKB-reconstructie, een veranderde strategie vertoonden bij landen en springen. Bij beide acties vertoonden de VKB-reconstructie (VKB-R) groep verschillen tussen beide benen. Wat opvalt is dat de gemeten kracht voor de VKB-R groep en de controle groep weinig verschillen vertonen, echter genereert de aangedane zijde van de VKB-R groep significant minder kracht dan de niet aangedane zijde. Bij de afzetfase levert de VKB-R groep minder kracht dan de controle groep. Hiermee stellen de auteurs dat er na twee jaar, terwijl return-to-sports heeft plaatsgevonden, nog altijd een asymmetrisch landing- en afzetstrategie is. Dit kan leiden tot een verhoogd blessure risico aan de niet aangedane zijde. Een LSI van 85% wordt in sommige gevallen voldoende geacht om de sport te hervatten, in dit onderzoek werden twee jaar na VKB-R grotere krachtsverschillen gevonden. De auteurs concluderen dat de huidige functionele testen, zoals hoptesten, mogelijk niet toereikend zijn om een return-to-sports beslissing te maken en adviseren om atleten die tot de risicogroep op een VKB-ruptuur recidief behoren voor een langere periode te volgen (Paterno, Ford, Myer, Heyl, & Hewett, 2007)

Wanneer de resultaten van de case studie bekeken worden, valt op dat de onderzoekspopulatie een enkele casus betrof. De rest van de onderzoekspopulatie was klein ((n)=10) en het bewijsniveau was laag. De auteurs beschrijven dat de contractie van de spiergroepen een automatisch proces is om

blesures te voorkomen. De proefpersoon die uiteindelijk een VKB ruptuur kreeg, had een afwijkende waarde gemeten door de EMG op de beschreven spiergroepen ten opzichte van de rest. De proefpersoon had een vertraagde contractie van de spieren van de heup en knie tijdens sportspecifieke situaties. Desondanks dat het onderzoek een kleine onderzoekspopulatie en een enkele casus betrof, kan volgens de auteurs een mogelijk verband tussen de verminderde neuromusculaire controle van het kniegewricht en het risico op een VKB-ruptuur worden aangetoond. De auteurs adviseren dat het onderzoeken van neuromusculaire activiteit bij sportspecifieke handelingen mogelijk kan bijstaan aan het eerder herkennen van mogelijke risico's op een VKB-ruptuur (Saunders, McLean, Fox, & Otago, 2014). Er moet wel een kanttekening bij dit onderzoek geplaatst worden, de casus kreeg 6 dagen na de baseline meting een VKB ruptuur. De rest van de groep is vervolgens niet meer gevolgd, hierdoor zijn de conclusies op de gevonden verschillen mogelijk te snel gegeneraliseerd. De gegevens over de casus zijn daarnaast beperkt beschreven. Het gebruikte meetinstrument, de EMG waarden, kunnen geen uitspraak doen over andere mogelijke risicofactoren zoals bij de andere onderzoeken wel beschreven is.

Oberlander et al. toonden in de longitudinale studie aan dat proefpersonen zonder VKB (pre operatief) een veranderde landing strategie vertoonden. De participanten flecteerden de romp aan de aangedane zijde, waardoor de vector(grootte en richting van de kracht) van de landing meer naar anterior kwam te liggen, hierdoor nam de belasting op de heup en enkel toe en werd de knie ontzien. 6 en 12 maanden na de VKB reconstructie vertoonden deze proefpersonen een zelfde landingstrategie. Uit de significante verschillen gedurende de landing concludeerden de auteurs dat de proefpersonen zich mogelijk een landingstrategie hebben aangeleerd om te compenseren voor de degeneratieve veranderingen in het musculoskeletale systeem na het VKB letsel. De studie wijst uit dat de VKB-reconstructie groep een verminderd vermogen heeft om de stabiliteit te bewaren tijdens het landen en deze groep loopt hierdoor een risico op balansproblemen. De auteurs concludeerden dat de proefpersonen 12 maanden na de reconstructie een zelfde feed forward mechanisme utiliseerde als voor de reconstructie. De kniefunctie en de stabiliteit van de aangedane knie tijdens het landen na 12 maanden nog niet volledig is teruggekeerd, vanwege een verminderde spierkracht van de knie extensie (Oberlander, Bruggemann, Hoher, & Karaminidis, 2013). Na 24 maanden zijn deze verschillen ook gevonden door Paterno et al (2007). In hoeverre de verminderde spierkracht van de knie extensoren kan worden gezien als neuromusculaire controle kan over worden gediscussieerd. Een optimale spierkracht is een voorwaarde voor een goede neuromusculaire controle, waardoor de stabiliteit van het kniegewricht toeneemt.

Sterke punten van deze literatuurstudie is het mogelijke bewijs wat geleverd wordt voor de importantie van de neuromusculaire controle na een VKB-ruptuur. De neuromusculaire controle

blijkt vele maanden na een VKB-reconstructie nog verminderd te zijn, waardoor deze groep een vergroot risico loopt op een recidief VKB-ruptuur. Voor de fysiotherapie betekent dit dat cliënten op dit moment mogelijk een te korte periode behandeld en gevolgd worden. Cliënten met een VKB reconstructie lopen de eerste zeven maanden na een operatie het meeste risico (Di Stasi, Logerstedt, Gardinier, & Snyder-MacIer, 2013). Waarbij Paterno et al. uit 2007 na 27 maanden nog altijd een veranderde neuromusculaire controle vindt bij de VKB reconstructie groep. De studie waar 13 participanten een recidief VKB ruptuur opliepen waren allen teruggekeerd naar het sportniveau van voor de reconstructie, maar vertoonden nog een verminderde neuromusculaire controle van het kniegewricht (Paterno, Schmitt, Ford, Rauh, Myer, Huang & Hewett, 2010). Mogelijk kan periodieke testing na return-to-sports zinvol zijn om cliënten in de risicogroep te monitoren.

Zwakke punten van deze studie zijn dat er bij de meeste studies, met uitzondering van de studie van Paterno et al. uit 2010, gekozen is voor een vrouwelijke onderzoekspopulatie. Vrouwen hebben namelijk een groter risico op een VKB-ruptuur ten opzichte van mannen. De oorzaak van deze verschillen zijn mogelijk anatomisch, hormonaal en neuromusculair van aard. In welke oorzaak het belangrijkste is en te beïnvloeden is blijft onduidelijk (Hewett et al. 2005). Meeste studies maken gebruik van de Drop Vertical Jump (DVJ) waarbij een bewegingsanalyse wordt uitgevoerd. In de praktijk worden met name functionele testen gebruikt. Apparatuur om een 3D bewegingsanalyse uit te voeren is in een klinische setting zelden aanwezig waardoor het niet duidelijk is of gevonden risicofactoren en verschillen tussen aangedane - en niet aangedane zijde gemakkelijk gevonden kunnen worden in de praktijk.

De waarde van de geïncludeerde studies zijn benoemd in tabel 1 en 2. Wanneer artikelen meer Y (YES) antwoorden op de deelvragen scoren, mag voorzichtig geconcludeerd worden dat ze zwaarder meetellen. Het artikel van Paterno et al. uit 2010 scoort het hoogst op de *quality assessment outcome*. De hoog specifieke en sensitieve waarden gevonden voor de risicofactoren van Paterno et al. (2010) en Hewett et al. (2005) kunnen dus een aanwijzing zijn op een primair en secundair VKB-letsel. Echter is het moeilijk te beoordelen wat de bewijskracht van observationeel onderzoek is en kan confounding niet op adequate wijze worden opgelost.

Fysiotherapeuten moeten letten op de genoemde risicofactoren die kunnen leiden tot een primair en secundair VKB-letsel, in het bijzonder op de mate van heup endorotatie en knie valgisering tijdens sportspecifieke bewegingen. Paterno et al. (2010) stelt dat interventies gericht op een toename van de spierkracht van de heup exorotatoren, om een endorotatiemoment tijdens een landing te voorkomen, mogelijk kunnen leiden tot een vermindering van secundaire VKB-letsels. Daarnaast blijkt uit prospectief onderzoek dat neuromusculaire training een significant effect heeft op een

afname van VKB-lletsels bij mannelijke voetballers (Hewett et al., 2005). Hierdoor verdienen krachttraining van de heupspieren en coördinatie training aanbeveling.

Conclusie

Er is een hoge incidentie van recidieven na een VKB ruptuur bij de 'return-to-sport' groep. Tot op heden is er weinig evidentie over de mogelijke veranderingen in de biomechanica van het kniegewricht na een VKB reconstructie, waardoor het onduidelijk is om te bepalen wat een mogelijke verandering in het onderliggende mechanisme bij een landing of sportspecifieke handeling kan zijn. Deze literatuurstudie was gericht op de neuromusculaire controle vanwege de gevonden consensus over het risico van een verstoorde neuromusculaire controle bij een primair of secundair VKB letsel. De studies tonen een verstoorde neuromusculaire controle die 12 tot meer dan 24 maanden aanwezig blijft na een VKB reconstructie. De verstoorde neuromusculaire controle uit zich in een afwijkend bewegingspatroon van de aangedane knie. Personen met en zonder een VKB-reconstructie die een VKB-letsel oplopen vertonen voor het incident een afwijkende neuromusculaire controle rondom het kniegewricht tijdens een DVJ. De fysiotherapeut dient de risicofactoren die duiden op een verminderde neuromusculaire controle kritisch te beoordelen. Na een VKB-reconstructie kunnen nieuwe functionele performance testen mogelijk een uitspraak doen over een verminderde neuromusculaire controle. Toekomstig onderzoek is nodig om duidelijk in kaart te brengen wat de mogelijke gevolgen van een verminderde neuromusculaire controle zijn op de langere termijn. Deze onderzoeken moeten meer participanten hebben en langere follow up omdat de atleet niet te vroeg een sport kan hervatten om te onderzoeken of ze inderdaad weer geblesseerd zouden raken. Onderzoek middels randomized controlled trials over het effect van een neuromusculaire training op het verminderen van primaire en secundaire VKB-letsels zijn aanbevolen.

Bronvermelding

- Ardern C.L., Webster K.E., Taylor N.F., & Feller J.A. (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med* 2011 39: 538 doi: 10.1177/0363546510384798.
- Barber-Westin B.S., & Noyes F.R. (2011). Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. Cincinnati Sportsmedicine Research and Education Foundation.
- Cijferfactsheet Knieblessures. (2012). Geraadpleegd op <http://www.veiligheid.nl/cijfers/knieblessures>
- Di Stasi L, Logerstedt D, Gardinier E.S., & Snyder-Macler L. (2013). Gait patterns differ between ACL-reconstructed athletes who pass return-to-sport criteria and those who fail. *The American Journal of Sports Medicine*. Doi: 10.1177/0363546513482718.
- Engelen- van Melick N, van Cingel R.E., Tijssen M.P., & Nijhuis-van der Sanden M.W. (2013). Assesment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Apr;21(4):869-79 doi: 10.1007/s00167-012-2030-6.
- Gianotti S.M., Marshall S.W., Patria A.H., & Bunt L. (2008). Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *Journal of science and medicine in Sport* 12 (2009) 622-627.
- Hendrix C.G., Prins M.R., & Dekkers H. (2013). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children: a systematic review. *International Association for the Study of Obesity*. Doi: 10.1111/obr.12137.
- Hewett et al. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*; Vol. 33. No. 4. Doi: 10.1177/0363546504269591.
- Hewett T.E. Di Stasi S.L., & Myer G.D. (2013). Current Concepts for Injury Prevention in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013 41(1): 216–224. doi:10.1177/0363546512459638.

- Jang S.H., Kim J.G., Ha J.K., Wang B.G., & Yang S.J. (2014). Functional performance tests as indicators of returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2013.08.017>.
- Kong et al. (2012). Validation of functional performance tests after ACL reconstruction. *Knee Surg Relat Res*; 24(1):40-45.
- Lee D.Y.H., Karim S.A., & Chang H.C. (2008). Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction – a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore*; 37:273-8.
- Logerstedt D. et al. (2012). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med* 40(10): 2348-2356. Doi: 10.1177/0363546512457551.
- Mallen C, Peat G., & Croft P. (2006). Quality assessment of observational studies is not commonplace in systematic reviews. *J Clin Epidemiol*; 59: 765–769.
- Narducci E, Waltz A, Gorski K, Leppla L., & Donaldson M. (2011). The clinical utility of functional performance tests within one-year post-ACL reconstruction: a systematic review.
- Oberlander K.D., Bruggemann G.P., Hoher J., & Karaminidis K. (2012). Altered landing mechanics in ACL-Reconstructed patients. *The American College of Sports Medicine*. Doi: 10.1249/MSS.0b013e3182752ae3.
- Paterno M.V., Ford K.R., Myer G.D., Heyl R., & Hewett T.E. (2007). Limb asymmetries in landing and jumping 2 years following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin J Sport Med* 2007; 17:258-262.
- Paterno M.V., Rauh M.J., Schmitt L.C., Ford K.R., & Hewett T.E. (2014). Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med*. Doi: 10.1177/0363546514530088.
- Paterno M.V., Schmitt L.C., Ford K.R., Rauh M.J., Myer G.D., Huang B., & Hewett T.E. (2010). Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports med*; 28: 1968. Doi: 10.1177/0363546510376053.

Sanderson S, Tatt I.D., & Higgins J.P. (2007). Tools for assessing quality and susceptibility to bias in observational studies in epidemiology: a systematic review and annotated bibliography. *Int J Epidemiol*; 36: 666–676.

Saunders N., McLean S.G., Fox A.S., & Otago L. (2014). Neuromuscular dysfunction that may predict ACL injury risk: A case report. *Knee*; 21(3): 789-92. Doi: 10.1016/j.knee.2014.01.005.

Spindler K.P. & Wright R.W. (2008). Anterior cruciate ligament tear. *The New England Journal of Medicine*. *N Eng J Med* 2008;359:2135-42.

	Type	1	2	3	4	5	6	7	8
Paterno et al. 2010	CS	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	NA
Hewett et al.	CS	Y	Y	N	Y	Y	N	N	NA
Paterno et al. 2007	CCS	Y	Y	N	Y	N	Y	N	NA
Oberlander et al.	LS	Y	N	N	Y	Y	Y	N	NA
Saunders et al.	CR	Y	N	N	Y	N	Y	N	NA

Tabel 1: *Quality assesment outcomes; Y = yes, N= no, NA= not applicable*

Auteur	Jaar	Design	Bewijs niveau	n (m/v)	Leeftijd (gem.)	Meetinstrument	Resultaten	Follow up
Paterno et al.	2010	CS	6	56 (35/21)	16.41	3D Bewegingsanalyse van DVJ en Biodex Balance System SD.	13 VKB rupturen (recidief)	12 maanden (na 1 ^e test)
Hewett et al.	2005	CS	4	205 (205/0)	15.8	3D Bewegingsanalyse van DVJ	9 VKB rupturen	13 maanden
Paterno et al.	2007	CCS	4	32; waarvan 14 VKB- R (32/0)	20.7	DVJ op force plates	Toename VGRF en belasting bij het landen niet aangedane zijde	27 maanden
Oberlander et al.	2013	LS	4	10 (?)	28	Bewegingsanalyse van SLHT	Verandering van landingstrategie	12 maanden
Saunders et al.	2014	Case report	3	10 (10/0)	24.3	EMG data en analyse	1 VKB ruptuur	- (6 dagen na baseline test; VKB-ruptuur)

Tabel 2: Resultaten geïnccludeerde studies; afkortingen: CS: cohort study, CCS: clinical controlled study, LS: longitudinale studie, DVJ: Drop Vertical Jump, SLHT: single leg hop test, VGRF: Vertical Ground Reaction Force. VKB-R: voorste kruisband reconstructie.

Appropriate selection of case/controls

1) Was there a clear description of the characteristics of participants?

Age, gender, height, weight, and country and city of residence of the participants had to have been described for this question to be answered with a 'yes'.

2) Were participants representative of the general population?

All included children had to have been invited through their schools. No exclusion criteria that would clearly influence the generalizability of the results should have been applied for this question to be answered with a 'yes'.

3) Was prevention of selection bias clearly attempted?

All children in a selected cohort had to have been invited to undergo testing (e.g. a number of schools). All children that were identified as having (p)DCD based on these tests had to have been invited to participate in the study. It had to be clear from the description that controls were not selected through convenience sampling. Only if all these criteria were met, this question was answered with a 'yes'.

Use of accurate and appropriate outcome measures in all participants

4) Was there a clear description of the outcomes to be measured in the study?

All performed measurements, calculations and necessary corrections aimed at body composition outcomes were to be described clearly for this question to be answered with a 'yes'.

Appropriate statistical analysis

5) Were all statistical methods described clearly?

The employed statistical methods to determine the significance of between group differences in body composition scores and applied correction for possible confounders had to be presented for this question to be answered with a 'yes'.

Adjustment for confounding

6) Were important confounders taken into account?

Age, gender and IQ were defined as important confounders. At least two out of these three confounders had to have been taken into account, either in the matching of controls or in the analyses, for this question to be answered with a 'yes'.

Assessment of loss to follow-up

7) Were losses of participants to follow-up reported?

Only applicable to longitudinal studies. At each time-point that body composition was recorded, the number of evaluated participants had to be reported in order for this question to be answered with a 'yes'.

8) Were these losses to follow-up taken into account?

It had to be clear why these losses occurred and how they were adjusted for in the statistical analyses in order for this question to be answered with a 'yes'. Obviously, if question 7 is answered with 'not applicable', question 8 will subsequently be answered with 'not applicable'.

Figuur 2: Methodical quality assesment tool