

Hebben voetbalsters profijt van klassiek ballet? Een naturalistisch effectonderzoek

Henny Solleveld, Iris Houtgast, Birthe Gerritsen en Arnold Goedhart

Inleiding

Voetbal is de meest populaire sport in Nederland. Het is vooral aantrekkelijk vanwege de toegankelijkheid tot voetbal die geboden wordt door de vele clubs verspreid over het hele land. Voetbal staat bekend om diversiteit van bewegingen (zoals sprinten, springen, schieten, dribbelen, kappen, bal aannemen) en de veelheid aan rolmodellen. Lang was het een mannensport, maar de laatste jaren is voetbal steeds populairder geworden bij meisjes en vrouwen. In de periode van 1998 en 2016 steeg het aantal vrouwelijke KNVBleden met 130%, van 65.000 tot 151.000 (KNVB, 2016).

Nadeel van voetbal is het relatief hoge aantal blessures aan de enkel, de knie en de bovenbeen- en heupspieren (Wong & Hong, 2005). Blessures aan de voorste kruisband van de knie (VKB) gelden als een van de zwaarste blessures: ze leiden vaak tot een (moeilijke) chirurgische operatie, vereisen een rehabilitatie die vaak maanden in beslag neemt en leiden tot een verhoogd risico op degeneratieve artritis en andere chronische gevolgen (Panariello, Stump & Maddalone, 2016). VKB blessures blijken 2-8 keer vaker voor te komen bij vrouwelijke voetballers en bij andere vrouwelijke atleten in vergelijking met mannen die dezelfde sport beoefenen (Michaelidis & Koumantakis, 2014). De gerapporteerde incidentie van VKB blessures bij voetbalsters loopt van 0,15 tot 0,31 per 1000 uren spel of training: een kans van 3-5% per jaar (Hägglund, Waldén & Ekstrand, 2009).

De meeste VKB blessures bij voetbalsters komen voort uit belastende bewegingen dan met name bij snel afremmen en verandering van de beweegrichting, neerkomen met bijna geheel gestrekte knieën (bij omhoog gerichte romp), en het draaien met bijna gestrekte knie en stilstaande voet (Alentorn-Geli et al., 2009). Modificeerbare risicofactoren voor een foute afloop van deze bewegingen zijn de bij vrouwen vaker voorkomende valgusstand van de knie (de zogenaamde X-been stand).

Bij het neerkomen op de voeten na een sprong is het bij vrouwen vaker de quadriceps dominantie (dit tegenover de relatief zwakke hamstrings in vergelijking tot de quadriceps) die leidt tot bijna gestrekte knieën en omhoog gerichte romp bij het neerkomen en bij draaibewegingen (Bien, 2011; Boden, Torg, Knowles, & Hewitt, 2009). Deze risicofactoren kunnen worden verminderd door het versterken van specifieke spiergroepen. De valgusstand kan worden tegengegaan door versterking van de heupspieren, met name van de adductoren en de gluteus medius (middelste bilspier) en van de hamstrings. Versterking van de hamstrings draagt tevens bij aan vermindering van de quadriceps dominantie (Toscano & Carroll, 2015).

Daarnaast wijzen Toscano & Carrol op het belang van versterking van de kuitspieren om controle op onderbeen en enkel te verbeteren en daarmee belasting van de knie te beperken. Effectonderzoek heeft

laten zien dat preventieprogramma's die spierversterkende, proprioceptie¹, balans en plyometrische² oefeningen omvatten tot een lager risico op VKB blessures leiden (Michaelidis & Koumantakis, 2014; Sugimoto, Myer, Micheli & Hewett, 2015). Over de duur en de tijdsperiode (voor- of tijdens de competitie) van deze trainingen kunnen echter geen uitspraken worden gedaan.

Wel is duidelijk gebleken dat er twee voorwaarden voor het succes van deze programma's zijn: (1) *compliance* (trouwe deelname aan het programma), en (2) feedback op juiste uitvoering (Myer et al. 2013). Beide voorwaarden zijn noodzakelijk omdat het bij deze preventieve trainingen vooral gaat om verandering van onbewuste, neuromusculaire strategieën (interacties zenuwbanen en spieren) bij het uitvoeren van sprongen, passeerbewegingen en andere sportbewegingen.

De eerste voorwaarde blijkt heel problematisch te zijn. Uit het systematisch overzicht van onderzoek naar effecten van neuromusculaire trainingen voor vrouwelijke sporters van Sugimoto, Myer, Bush, Klugman, McKeon & Hewett (2012) blijkt dat in de helft van de besproken studies het compliance percentage onder 33,3% uitkwam. Het is lastig om de redenen/oorzaken van lage compliance te achterhalen. Sugimoto et al. wijzen op de saaiheid van het steeds weer herhalen van dezelfde oefeningen. Een andere factor is waarschijnlijk de beperkte belangstelling en bemoeienis van coaches en trainers. In een survey onder trainers en coaches vonden Joy, Taylor, Novak, Chen, Fink & Porucznik (2013) dat trainers en coaches het vooral laten afweten vanwege een gebrek aan kennis over en ervaring met deze oefeningen evenals het ontbreken van aanmoediging en druk vanuit de sportbonden.

Liederbach, Dilgen & Rose (2008) onderzochten hoe vaak VKB blessures voorkomen bij een groep van bijna 300 dansers over een periode van vijf jaar. Hoewel al deze dansers intensieve sprong- en balansoefeningen doen, kwamen VKB blessures nauwelijks voor (0.009 per 1000 sessies). Zij concluderen dan ook dat dansoefeningen lijken te beschermen tegen VKB blessures.

In dit onderzoek werd onderzocht of een programma dat bestaat uit oefeningen die afkomstig zijn uit het klassiek ballet, bijdraagt aan preventie van VKB blessures door: (1) versterking van vooral hamstrings, de adductoren en ook van de quadriceps en triceps surae (driehoofdige kuitspier), (2) grotere flexibiliteit en betere dynamische balans, en (3) verbetering van de houdingscontrole (statische balans). We verwachtten een goede compliance bij deze klassieke ballettraining dankzij de diversiteit van de oefeningen en het gebruik van muziek. Doordat fouten in de bewegingen bij klassiek ballet goed waargenomen en uitgelegd konden worden, was goede feedback gewaarborgd.

Over de preventieve waarde van klassiek ballet voor andere blessures, met name de veel voorkomende blessures aan enkels en spiergroepen van het onderbeen, zijn geen uitspraken mogelijk omdat niet duidelijk is welke oefeningen het risico op een brede groep van blessures kunnen verminderen.

We vermoeden echter dat het klassiek ballet programma ook een algemene preventieve waarde zal hebben omdat het betrekking heeft op 3 van de 5, door teamartsen van nationale ploegen van het wereldkampioenschap 2014 als belangrijkste aangeduide risicofactoren voor blessures, namelijk beperkingen van flexibiliteit, fitness, mobiliteit van gewrichten, lichaamsbalans en kracht (McCall et al., 2015). Doel van het voorliggend onderzoek is om door het geprotocolleerd aanbieden van totaal andere bewegingspatronen (ballet) naast de trainingen waarmee de voetbalsters waren vertrouwd (voetbal), de effecten te objectiveren van de balletactiviteiten op onder meer de lichaamsbalans, flexibiliteit en spierkracht.

¹ Proprioceptie is de neurologische duiding voor het vermogen om de positie van het eigen lichaam en vooral het spiergevoel binnen het bewegingsapparaat te kunnen waarnemen.

² Plyometrische trainingen voor voetballers zijn gericht op het versterken van de kracht en explosiviteit van het onderlichaam en bestaan vooral uit sprongoefeningen (omhoog, voor- en zijwaarts).

Methode

Deelnemers

17 vrouwelijke voetballers van 19 – 28 jaar uit de eerste teams van twee verenigingen, namen deel aan de klassieke ballettrainingen van 2 x 1 uur per week over een periode van vier weken in de balletaccommodatie van de Internationale Hogeschool voor Fysiotherapie THIM te Nieuwegein. De training werd voor de beide verenigingen afzonderlijk gegeven. Tien leden van dezelfde teams die zich niet vrij konden maken voor deze trainingen vormden de controlegroep. Bijna de helft van de voetbalsters (interventie- en controlegroep) had bij het begin van het onderzoek een niet ernstige blessure; liesblessures kwamen het meest voor, VKB blessures werden niet geregistreerd. De klassieke ballettraining werd gegeven naast de twee wekelijkse voetbaltrainingen en de wekelijkse wedstrijd.

Oefenprogramma

De ballettrainingen werden in elke sessie geprotocolleerd uitgevoerd. De opbouw van elke les was:

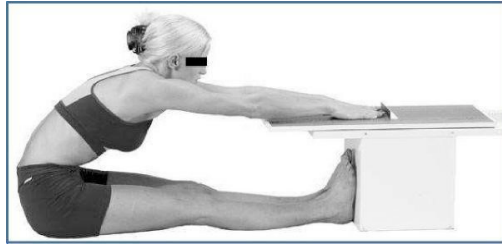
1. Opwarming aan de barre: arm, romp, been en voet bewegingen.
2. Oefeningen:
 - a. Plié: kniebuigingen met verschillende armbewegingen, een hand aan de barre.
 - b. Pushes: push met voet, push met plié, hakken afwisselend op en van de grond.
 - c. Tendus: voet glijdt over de grond een richting op, waarbij de hiel van de grond komt.
 - d. Ronds de jambe tendus (voor, zij en achter) met flexi - strek – sluit bewegingen van de voet.
 - e. Adagio/développé: retiré (standbeen gestrekt, werkbeen buigen en met gestrekte teen tegen de zijkant van de knie) – développé (vanuit een retiré het werkbeen uitstrekken) – cambré (arm omhoog brengen en een buiging maken naar het been toe).
 - f. Grand battements: cloche in verschillende richtingen met verschillende armbewegingen (standbeen gestrekt, werkbeen naar voren schoppen).
 - g. Midden jeté: tendu met been iets meer in de lucht en dan doorstappen (tendu met het andere been, enz.)
 - h. Inspringen: springen met knieën licht gebogen op de grond, gestrekt in de lucht, ook tenen gestrekt zijn, plié bij neerkomen.
 - i. Déboulés: 4 grote stappen in 4 tellen draaien
 - j. Diagonaal: chassé (een sprong naar voren met beide benen gestrekt in de lucht en voeten gestrekt) en grand jeté (een spagaat sprong, waarbij beide benen in de lucht gestrekt zijn in spreidstand van voor naar achteren)
3. Afsluiting: afrollen van romp, benen armen, losschudden.

Tijdens de trainingen werd elke oefening vooraf uitgelegd en vervolgens op muziek geoefend. Tijdens elke oefening gaf de docent de nodige feedback. Indien een persoon een blessure had aan één van de desbetreffende spieren, dan werd hier rekening mee gehouden. De proefpersonen werd verteld dat ze na de balletlessen eventueel last zouden kunnen krijgen van spierpijnen.

Metingen

De volgende metingen werden in de week voorafgaand aan en in de week volgend op de klassieke ballettrainingen uitgevoerd in de zaal waarin ook de training werd gegeven:

Sit-and-Reach test om de flexibiliteit van hamstrings en lage rug te meten. De deelnemer zit op de grond met gestrekte knieën en buigt zo ver mogelijk naar voren (zie Figuur 1). De betrouwbaarheid en validiteit van deze test is goed (Ayala e.a., 2012). Deze test werd drie keer herhaald, de hoogste score is gebruikt.



Figuur 1. Sit and Reach test

Y-Balans Test voor het OnderLichaam (Y-balans OL) om de dynamische lichaamsbalans te meten. Hierbij werd gevraagd om op één been te gaan staan (het standbeen) en met de andere voet zover mogelijk (zonder evenwicht te verliezen) naar voren, schuin naar achteren (posteromedial) en dwars naar achteren (posterolateral) te reiken (zie Figuur 2). De test wordt herhaald met het andere been. Alle metingen werden drie keer herhaald, de hoogste (beste) score is gebruikt. Onderzoek heeft laten zien dat de test betrouwbaar en valide is (Plisky, Gorman, Butler, Kiesel, Underwood & Elkins, 2009).



Figuur 2. De Y-Balans Test voor het onderlichaam

Dynamische kracht van hamstring, quadriceps, adductoren van het bekken en triceps surae gebruik makend van de microFET2 Handheld Dynamometer³.

Ook bij deze test werden alle metingen drie keer herhaald en is de hoogste (beste) score gebruikt. Stark, Walker, Phillips, Fejer & Beck (2011) schreven een review waarin zij concludeerden dat dit instrument voldoende betrouwbaar en valide is voor klinische toepassingen.

Active Range Of Motion (AROM) van de lies op basis van video metingen met het Spark Motion videoprogramma (zie Figuur 3). Bij deze test wordt de bewegingsuitslag van de heupabductie berekend.

De gemiddelde score over drie waarnemingen aan de rechter- en de drie waarnemingen aan de linkerzijde is gebruikt. Deze score is een indicatie van de verlenging van de adductoren, waarbij een hoger score wijst op een verlenging tussen origo en insertie van de adductoren (zie voor deze meetmethode Norris & Olson, 2011).

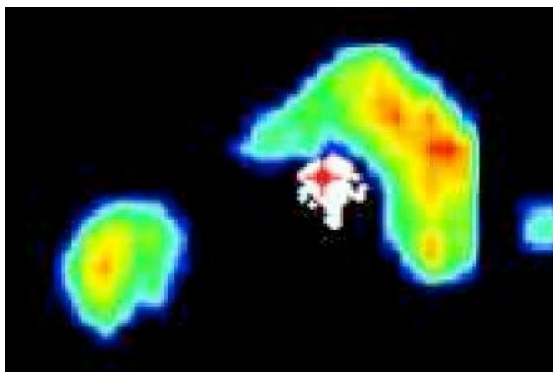
³ De microFET2 Handheld Dynamometer is gebruikt voor het vastleggen van de afzonderlijke krachten van de spiertesten waarbij de spierkracht op alle oppervlakken geobjectiveerd kon worden gemeten.



Figuur 3. Active Range of Motion

Center of Foot Pressure sway area (COP-sway area) werd gemeten met de RS Scan (zie bijv. Pau, Ibba en Attene, 2013) als indicatie van de statische lichaamsbalans. Bij deze test werd de deelnemers gevraagd om 20 seconden met de ogen dicht op een speciale voetplaat met 4096 sensoren (RS Scan) te staan, achtereenvolgens (1) op het linkerbeen zonder wattenstaafjes in de mond, (2) op het rechterbeen zonder wattenstaafjes in de mond, (3) op het linker been met wattenstaafjes tussen de kiezen geklemd en (4) op het rechterbeen met wattenstaafjes tussen de kiezen geklemd. Door zowel met als zonder wattenstaafjes te meten heeft de kaakstand geen invloed op het resultaat. De COP-Sway area wordt gemeten als de oppervlakte van de ellips die het gebied waarover de COP zich in de 20 seconden heeft bewogen (zie Figuur 4), omvat.

In dit onderzoek wordt de COP-Sway area voor het standbeen en het schietbeen afzonderlijk berekend als het gemiddelde van de waarnemingen met en zonder wattenstaafjes. Hoe minder de voet beweegt, hoe kleiner de COP-waarde hoe beter de balans is.



Figuur 3. Steungebied van de voet met Center of Foot Pressure (COP, rode ster) en COP-Sway area (witte gebied rond rode ster)

Resultaten

Eén van de deelnemers van de interventiegroep moest stoppen vanwege een ernstige knieblessure, zij was de enige uitvalster. Het aantal deelnemers in de interventiegroep kwam dus uit op 16. Op alle oefenavonden was meer dan twee-derde van de deelnemers aanwezig, naar de normen van Sugimoto

et al. (2012) is dat een goede compliance. Geen van de deelnemers had ooit aan ballet gedaan, deze kennismaking bleek heel goed te bevallen, zoals ook bleek uit interviews na afloop (zie <https://youtu.be/muvtSAP5IH8>).

De resultaten van de voor- en nametingen zijn weergegeven in Tabel 1. Uit de kolom met de gemiddelde verbetering kan worden afgelezen dat, met uitzondering van de Anterior Reach, de interventiegroep duidelijk vooruitgang boekte terwijl de controlegroep op vrijwel hetzelfde niveau bleef. Het verschil in vooruitgang was niet significant voor de toename in kracht van de triceps surae en de balans staand op het schietbeen. De sterkste vooruitgang werd gevonden op de Sit and Reach test die flexibiliteit van hamstrings en lage rug meet, de Posterolaterale Reach die dynamische balans in de moeilijkste houding meet, en de kracht van de adductoren, één van de belangrijkste spiergroepen.

Tabel 1: Gemiddelden en standaard deviaties (SD) van de pre- en postscores alsook de verbetering van de interventie groep (n=16) en de controlegroep (n=10) op alle uitkomstmaten.

Uitkomstmeting en groep	Gemiddelde (SD)		Gem. (SD) Verbetering	t-toets (24df) ¹
	Pre-test	Post-test		
Sit and Reach Test				4,31****
- interventiegroep	22,3 (9,1)	26,4 (9,8)	4,1 (2,5)	
- controlegroep	23,2 (8,4)	23,3 (9,0)	0,1 (1,9)	
Y-Balance				
<i>Anterior Reach</i>				-0,4 n.s.
- interventiegroep	62,9 (6,2)	62,6 (7,4)	-0,3 (3,8)	
- controlegroep	66,5 (6,4)	65,6 (7,0)	-0,9 (3,2)	
<i>Postero Medial Reach</i>				1,83*
- interventiegroep	95,5 (9,6)	99,3 (7,3)	3,8 (4,7)	
- controlegroep	99,0 (7,3)	99,2 (8,7)	0,2 (4,9)	
<i>Postero Lateral Reach</i>				2,51**
- interventiegroep	93,2 (8,4)	97,5 (7,8)	4,3 (3,1)	
- controlegroep	97,0 (7,3)	98,0 (7,9)	1,0 (3,6)	
Dynamic Strength				
<i>Quadriceps</i>				2,06*
- interventiegroep	271,2 (147,5)	322,8 (168,8)	51,4 (68,9)	
- controlegroep	298,0 (98,4)	302,3 (112,8)	4,3 (37,2)	
<i>Hamstrings</i>				2,08*
- interventiegroep	213,3 (47,2)	262,2 (65,6)	48,9 (42,7)	
- controlegroep	244,3 (34,4)	261,7 (48,4)	17,4 (26,5)	
<i>Adductoren</i>				3,10**** ²
- interventiegroep	195,1 (62,0)	233,2 (76,7)	38,1 (45,4)	
- controlegroep	215,6 (55,2)	213,8 (57,2)	-1,8 (19,5)	
<i>Triceps Surae (kuit)</i>				1,21 n.s.
- interventiegroep	274,3 (69,2)	297,4 (74,5)	23,1 (33,4)	

- controlegroep	272,5 (51,2)	276,0 (57,3)	3,5 (49,3)	
AROM Lies				2,38*
- interventiegroep	30,7 (5,9)	35,9 (5,6)	5,2 (6,2)	
- controlegroep	34,6 (5,8)	34,4 (7,4)	-0,2 (4,2)	
COF-SA (balans)				
<i>Standbeen (links)</i>				1,86*
- interventiegroep	1161,7 (451,6)	878,2 (223,7)	283,5 (357,3)	
- controlegroep	1541,3 (808,3)	1509 (1008,1)	31,4 (298,1)	
<i>Schietbeen (rechts)</i>				1,26 n.s.
- interventiegroep	1163,1 (573,4)	895,2 (312,7)	267,9 (486,8)	
- controlegroep	1312,1 (621,4)	1271,5 (551,2)	39,6 (374,4)	

1: t-toets van het verschil in verbetering tussen interventie- en controlegroep (eenzijdige toetsing); 2: t-toets voor ongelijke varianties, df=21,8; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,005; ****: p<0,001.

Conclusie

Deze studie laat zien dat voetbalsters veel profijt kunnen hebben van een relatief korte training waarin oefeningen uit het klassiek ballet geprotocolleerd worden aangeboden. In vergelijking met de controlegroep boekte de interventiegroep statistisch significante verbeteringen op bijna alle metingen, vooral op flexibiliteit van onderrug en hamstrings, op kracht van adductoren en op het moeilijkste onderdeel van de test van de dynamische balans: de Posteriorlateral Reach (zie Figuur 3).

Het lijkt er dan ook op dat de oefeningen uit het klassieke ballet een unieke bijdrage leveren aan de fysieke conditie van voetbalsters. De resultaten van dit onderzoek doen vermoeden dat oefeningen uit het klassiek ballet de risico's op blessures en met name laesies van de voorste kniebanden (VKB), van voetbalsters verkleinen.

Uit eerder onderzoek (zie Michaelidis & Koumantakis, 2014) blijkt dat de in dit onderzoek gevonden verbeteringen een preventieve waarde hebben. Ook geven de resultaten steun aan het vermoeden dat deze oefeningen zullen bijdragen aan het herstel van blessures aan het onderlichaam. Dit onderzoek heeft enkele beperkingen. De eerste is dat de deelnemers niet at random in de interventie en de controlegroep werden ingedeeld, waardoor onzeker is of de groepen goed vergelijkbaar zijn. Bedacht moet echter worden dat alle deelnemers in dezelfde mate en op hetzelfde niveau voetbalen, en dat de metingen die vooraf gingen aan de training testen geen grote verschillen lieten zien.

De tweede is dat er geen follow-up metingen na 3 maanden of later werden uitgevoerd. Daardoor is niet bekend of de verbeteringen een min of meer blijvend karakter hebben. Uit eerder onderzoek blijkt echter dat trainingen vóór aanvang van het voetbalseizoen een beschermende waarde gedurende het gehele seizoen behouden (Toscano & Carroll, 2015).

Dit artikel is gepubliceerd in *Danswetenschap in Nederland* 9 (2017), uitgegeven door de Vereniging voor Dansonderzoek, onder redactie van Marieke van Delft, Zeynep Gündüz, Hanneke Koolen, Josephine Voets en Lotte Wijers.

Danswetenschap in Nederland – Deel 9 is online te bestellen via de website van de Vereniging voor Dansonderzoek, www.dansonderzoek.nl De publicatie is ook te koop bij/via:

- www.theaterboekwinkel.nl
- International Theater and Film Books, Amsterdam

Het onderzoeksproject 'Recovery Ballet: *An experimental study*,' (2016), werd geïnitieerd door SportsInjuryLab. Dit is een onderzoek naar de effectiviteit van op balletoefeningen gebaseerde trainingen bij het voorkomen of het herstel van sportblessures en de invloed ervan op de performanceontwikkeling.

Bij voetbalsters komen blessures aan de voorste kruisband van de knie, die langdurige revalidatie vergen en vaak chronische gevolgen hebben, relatief vaak voor. Het risico op deze blessures kan het best worden verminderd door neuromusculaire training van spierkracht, flexibiliteit en lichaamsbalans. Helaas blijkt dat 30-70% van de deelnemers aan dergelijke trainingen afhaakt. Deze studie toetst de hypothese dat klassiek ballet vergelijkbare effecten heeft als de gebruikelijke neuromusculaire trainingen (voorste kruisband blessures blijken bijvoorbeeld weinig voor te komen bij balletdanseressen) maar weinig uitvallers zal kennen omdat het nieuwe uitdagingen biedt.

Een pretest-posttest-controle groep design bij voetbalsters liet significante verbeteringen van spierkracht, flexibiliteit en lichaamsbalans zien in de (enthousiaste) interventiegroep vergeleken met de controlegroep.

Literatuur

Alentorn-Geli, E., G. Myer, H. Silvers, G. Samitier, D. Romero, C. Lazaro-Haro and R. Cugat. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17, pp.705–729.

Ayala, F., P. S. de Baranda, M. D. S. Croix and F. Santonja. (2012). Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), pp.219-226.

Bien, D. P. (2011). Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 25(1), pp.271–285.

Boden, B. P., J. S. Torg, S. B. Knowles and T.E. Hewitt. (2009). Video analysis of anterior cruciate ligament injury: Abnormalities in hip and ankle kinematics.

American Journal of Sports Medicine, 37, pp. 252–259

Häggglund, M., M. Waldén and J. Ekstrand. (2009). Injuries among male and female elite football players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(6), pp.819-827.

Joy, E. A., J. R. Taylor, M. A. Novak, M. Chen, B. P. Fink and C.A. Porucznik. (2013). Factors influencing the implementation of anterior cruciate ligament injury prevention strategies by girls soccer coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), pp.2263-2269.

KNVB (2016) *Jaarverslag 2015/2016*. Available from World Wide Web: <http://knvb.h5mag.com/jaarverslag_2015/cover>

Liederbach, M., F.E. Dilgen and D.J. Rose. (2008). Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers a 5-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(9), pp.1779-1788.

McCall, A., M. Davison, T.E. Andersen, I. Beasley, M. Bizzini, G. Dupont and J.

Dvorak. (2015). Injury prevention strategies at the FIFA 2014 World Cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British journal of sports medicine*, 49(9), pp.603-608.

Michaelidis, M. and G.A. Koumantakis. (2014). Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 15(3), pp. 200-210.

Norris, B. S. and S.L. Olson. (2011). Concurrent validity and reliability of twodimensional video analysis of hip and knee joint motion during mechanical lifting. *Physiotherapy theory and practice*, 27(7), pp. 521-530.

Myer, G. D., B. W. Strube, C. A. DiCesare, J. L. Brent, K. R. Ford, R. S. Heidt and T.E. Hewett. (2013). Augmented feedback supports skill transfer and reduces high-risk injury landing mechanics a double-blind, randomized controlled laboratory study. *The American journal of sports medicine*, 41(3), pp.669-677.

Panariello, R. A., T. J. Stump and D. Maddalone. (2016). Postoperative Rehabilitation and Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 24(1), pp.35-44.

Pau, M., G. Ibba, and G. Attene. (2013). Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *Journal of athletic training*, 49(4), pp.454-461.

Plisky, P. J., P. P. Gorman, R. J. Butler, K. B. Kiesel, F. B. Underwood and B. Elkins. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 4(2), pp.92.

Stark, T., B. Walker, J. K. Phillips, R. Fejer and R. Beck. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, 3(5), pp.472-479.

Sugimoto, D., G. D. Myer, L. J. Micheli and T.E. Hewett. (2015). ABCs of evidence-based anterior cruciate ligament injury prevention strategies in female athletes. *Current physical medicine and rehabilitation reports*, 3(1), pp.43-49.

Sugimoto, D., G. D. Myer, H. M. Bush, M. F. Klugman, J. M. M. McKeon and T.E. Hewett. (2012). Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *Journal of athletic training*, 47(6), pp.714-723.

Toscano, L. and B. Carroll. (2015). Preventing ACL Injuries in Females: What Physical Educators Need to Know. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 86(1), pp. 40-46.

Wong, P. and Y. Hong. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *British journal of sports medicine*, 39(8), pp.473-482.

**FROM INJURY
TO VICTORY**

SPORTSINJURYLAB
RESEARCH ON INJURY SUSCEPTIBILITY



RECOVERY BALLET FOR SOCCER PLAYERS

STUDY RESEARCH 2015 - 2017