

Kan balanstraining of een combinatie van balanstraining en krachtraining de kans op het krijgen van enkelletsel bij sporters verkleinen? Afstudeerscriptie Bachelor fysiotherapie mei 2012 Susan Bakker Studentnummer: 1547173 susan.bakker@student.hu.nl Scriptiebegeleider: Merel van Raamt

Samenvatting

Aanleiding:

Jaarlijks lopen 600.000 mensen in Nederland enkelletsel op. 50% hiervan ontstaat tijdens het sporten. Er komen jaarlijks 87.000 mensen met een enkelblessure bij de fysiotherapeut en in totaal worden er 490.000 behandelingen gegeven.

Probleemstelling:

Is de prevalentie en hersteltijd van acuut enkelletsel na een preventieve interventie met stabiliteitstraining of een combinatie van stabiliteitstraining en krachtraining verminderd ten opzichte van sporters zonder preventieve training?

Methode:

Er is met de zoektermen 'Ankle sprain', 'ankle inversion', 'strength training', 'balance training', 'neuromuscular training', 'ankle disktraining', 'prevention' en 'stability training' gezocht in PudMed, PEDro, EBSCOhost en Omega. De artikelen zijn gelezen en er is gekeken of deze voldeden aan de in- en exclusiecriteria. De inclusiecriteria zijn als volgt: de participanten moeten ouder zijn dan 12 jaar en beoefenden een sport. Het artikel mag niet ouder dan 10 jaar zijn en moet in het engels geschreven zijn.

De exclusiecriteria zijn dat de participanten in het verleden geen enkeltrauma's hebben doorgemaakt en dat ze geen andere therapie mogen volgen dan de interventie behorende bij het onderzoek.

Wanneer een artikel voldeed is deze beoordeeld met de PEDro scorelijst of de Quorum.

Resultaten:

Uit 3 RCT's blijkt dat balanstraining door middel van een balance board en eventueel grondoefeningen de kans op het krijgen van enkelletsel verkleint. Dit blijkt ook uit een critical review. Ook de hersteltijd van de blessure wordt korter. Uit 2 RCT's blijkt dat een combinatie van krachtraining en balanstraining de kans op het krijgen van enkelletsel verkleint. Ook de hersteltijd van de blessure wordt korter.

Conclusie:

Balanstraining of een combinatie van balanstraining en krachtraining kan de kans op het krijgen van een enkelblessure tijdens het sporten verkleinen en de hersteltijd verkorten.

Inleiding

Enkelletsel is een van de meest voorkomende blessures. Jaarlijks lopen ruim 600.000 mensen in Nederland traumatisch enkelletsel op, waarvan 300.000 worden gezien door de huisarts of op de eerste hulp. In tabel 1 is een overzicht weergegeven van het aantal behandelingen voor enkelblessures per jaar (1).

	Aantal blessures	Aantal behandelingen
Totaal aantal enkelblessures	630.000	
Medische behandelde enkelblessure	250.000	
Huisarts	130.000	180.000
Fysiotherapeut	87.000	490.000
Specialist	40.000	98.000
Spoedeisende hulpbehandelingen	26.000	
Ziekenhuisopname na SHE-behandeling	820	

Tabel 1: Overzicht van het aantal blessures en de behandelingen hiervan per jaar in Nederland. (1)

Jaarlijks komen er 87.000 mensen bij de fysiotherapeut met enkelklachten en in totaal worden er 490.000 behandelingen gegeven. Het grootste gedeelte van de enkelblessures, 88%, ontstaat door een inversietrauma van de voet. Bij 20% van de gevallen gaat het om een fractuur, meestal van de laterale malleolus of het os metatarsalis V. Maar ook om de mediale malleolus of os naviculare. Naast een fractuur kan het ook zijn dat er een of meerdere ligamentaire rupturen optreden. In 10 tot 20% van de gevallen is er sprake van een of meerdere rupturen. Meestal gaat het om de ligamentum fibulotalare anterius.

De prognose is over het algemeen goed. Mensen met een ruptuur zijn na gemiddeld 2,5 weken weer aan het werk en na 6 weken heeft 90% het werk weer hervat. Binnen 12 weken heeft 60

tot 90% het sporten weer opgepakt. Toch heeft nog 20 tot 40% last van restklachten zoals pijn, zwelling, stijfheid of een onzeker gevoel.

Van alle enkeltrauma's ontstaat 50% tijdens het sporten (3). In tabel 2 staat een overzicht van de sporten met de meeste enkelblessures.

Alle enkelblessures
1. Veldvoetbal (28%)
2. Hardlopen (11%)
3. Tennis, fitness, volleybal (6%)
Enkelblessures op de SEH-afdeling
1. Veldvoetbal (40%)
2. Bewegingsonderwijs (9%)
3. Vollybal, zaalvoetbal (6%)
Ziekenhuisopname bij enkelblessure
1. Veldvoetbal (42%)
2. Paardrijden (10%)
3. Motorsport (5%)

Tabel 2: Overzicht van de sporten waarbij de meeste enkelblessures ontstaan (3)

Als men de hiervoor genoemde feiten bekijkt lijkt het dan ook logisch om op zoek te gaan naar een methode waarbij een acuut enkelletsel kan worden voorkomen. Preventie is dus belangrijk. Wanneer men enkelletsel kan voorkomen zal het ziekteverzuim en het aantal uren dat niet gesport kan worden als gevolg van een enkelblessure worden verminderd. Daarom is de vraagstelling van deze literatuurstudie:

Is de prevalentie en hersteltijd van acuut enkelletsel na een preventieve interventie met stabiliteitstraining of een combinatie van stabiliteitstraining en krachttraining verminderd ten opzichte van sporters zonder preventieve training?

Methode.

Zoekstrategie:

Voor het zoeken naar literatuur is gebruik gemaakt van de databanken PudMed, PEDro, EBSCOhost en Omega. Er is gezocht met de volgende termen: 'Ankle sprain', 'ankle inversion', 'strength training', 'balance training', 'neuromuscular training', 'ankle disktraining', 'prevention' en 'stability training'.

In- en exclusiecriteria:

De inclusiecriteria waren als volgt:

- 1) De participanten moeten ouder zijn dan 12 jaar.
- 2) De participanten moeten een sport beoefenen, welke sport maakt niet uit.
- 3) De artikelen mogen niet ouder dan 10 jaar zijn.
- 4) De artikelen moeten in het Engels geschreven zijn.

De exclusiecriteria waren als volgt:

- 1) De participanten mogen geen enkeltrauma hebben doorgemaakt.
- 2) De interventie mag alleen bestaan uit krachttraining of balustraining of een combinatie van beide, maar niet uit een andere vorm van training.

Analyse literatuur.

De gevonden artikelen die voldeden aan de in- en exclusiecriteria zijn beoordeeld met de PEDro score (4) of de Quorum (5).

Resultaten.

Uiteindelijk waren er 6 artikelen die aan de in- en exclusiecriteria voldeden. 5 artikelen zijn RCT's en 1 artikel is een critical review. De kwaliteit van de RCT's wordt beoordeeld met de PEDro score, de critical review met de Quorum. De 5 RCT's kijken naar het effect van balustraining of een combinatie van balustraining en krachttraining. In de review wordt gekeken naar het effect van schoeisel, neuromusculaire-, proprioceptieve- en balustraining of combinaties hiervan op het voorkomen van enkelletsel.

Eerst zullen de gebruikte meetinstrumenten worden toegelicht.

Daarna worden de artikelen besproken, eerst de artikelen over krachttraining en daarna de combinatie van kracht- en balustraining.

Gebruikte meetinstrumenten.

In alle onderzoeken werden bij aanvang van het onderzoek van alle participanten de algemene gegevens verzameld: geslacht, lengte, gewicht, enkele vragen over het sporten en enkelletsel in de voorgeschiedenis. Bij het onderzoek van **McGuine et al** moesten alle participanten bij aanvang de 'Health Insurance Portability and Accountability act of 1996' invullen. De onderzoekers vulden naast de algemene gegevens ook de volgende punten in: dominant been, voorkeursstand van de voet, gebruik van enkelondersteuning zoals tape of brace en laxiteit van de enkel. Gedurende het onderzoek werd er door de school en de atleet bijgehouden hoe veel uur er werd gesport, of er sprake was van acuut enkelletsel, gebruik van enkelondersteuning en of het protocol was gevolgd.

Bij aanvang van het onderzoek van **Emery et al** (2010) werden de algemene vragen gesteld en werd er ook gekeken naar het dominante been en er werd een 'timed dynamic eyes closed unipedal balance test' op een balance board gedaan. Gedurende het onderzoek werd aan de trainer gevraagd te noteren hoeveel uur er per week werd gesport en de participanten moesten thuis een journaal bijhouden waarin werd aangegeven wat ze wekelijks thuis deden. Indien een speler een blessure kreeg werd deze onderzocht door een van de therapeuten van het onderzoek.

Ook bij aanvang van het onderzoek van **Soderman et al** werden de algemene gegevens verzameld. Verder werd de dorsaalflexie van de enkel en de lengte van de hamstrings getest met de goniometer en de balans met een 'Kinesthetic Ability Trainer 2000'. Een blessure werd genoteerd wanneer dit resulteerde in minimaal een maal

afwezig zijn bij een training of wedstrijd, dit werd genoteerd door de coach. Verder werden genoteerd; de datum, locatie van blessure, soort blessure, hersteltijd en andere blessures aan dezelfde zijde.

Gedurende het onderzoek van **Wedderkopp et al** werd ook een vragenlijst afgenomen, de 'injury questionnaire'. Deze vragenlijst bestaat uit de algemene vragen maar er werd ook gekeken naar datum van blessure, welk moment in het seizoen de blessure zich voordeed, ontstaanswijze, overbelasting of traumatische oorzaak, was er lichamenlijk contact tijdens het ontstaan, locatie van blessure, soort blessure, is de blessure eerder voorgekomen, reactie op blessure en hoeveelste blessure gedurende het seizoen.

Bij aanvang van het onderzoek van **Emery et al** (2005) werden ook de algemene gegevens verzameld. Ook werd er een aantal testen afgenomen; 'timed static unipedal balance test' zowel op de grond als op een balance board, 'vertical jump test' en de '20-m shuttle run test'. Gedurende het onderzoek hadden de participanten regelmatig contact met een fysiotherapeut die betrokken was bij het onderzoek om de gang van zaken te evalueren.

Balanstraining.

Emery et al 2005 (6) deed onderzoek naar het effect van een home-based balance-training op het krijgen van enkelletsel. De interventiegroep (n= 66) traint de eerste 6 weken 20 minuten per dag. Uit dit onderzoek blijkt dat de statische balans toeneemt en de kans op enkelletsel significant afneemt. ($P=0,049$). In de controlegroep krijgt 7,7% een enkelletsel en in de interventiegroep 4,2%. Ook blijkt dat wanneer de intensiteit van de training hoger ligt de statische balans verbetert. Bij de participanten die meer dan 18 sessies hadden volbracht in 6 weken was de balanstest

verhoogd met 25,8 seconden, bij participanten die minder dan 18 sessies hadden volbracht verhoogde deze met 6,1 seconden.

Ook blijkt dat wanneer men 6 weken 1 keer per dag traint en men dit daarna 1 keer per week blijft doen dit de statische balans op niveau houdt. Deze resultaten met betrekking tot het verkleinen van het aantal enkelletsels komen overeen met de resultaten uit het artikel van **Soderman et al** (7). Hier werd specifiek bij vrouwelijke voetballers gekeken of door middel van het trainen op een balance board de kans op een enkelletsel kleiner werd. De vrouwelijke voetballers (n=62) hadden gedurende het outdoor seizoen met een balance board getraind.

Dit is een rond houten bord met daaronder een halve bal waardoor het bord instabiel is wanneer je erop gaat staan. Ook uit dit onderzoek blijkt dat deze training de kans op een enkelletsel verkleint. Tijdens het onderzoek heeft in de interventiegroep 8,2% van de participanten een blessure opgelopen en in de controlegroep 10,9%. Het verschil is alleen niet significant. Ook **McGuine et al** (8) deed onderzoek naar het effect van balanstraining, zowel met grondoefeningen als met een balance board, toenemend in moeilijkheid gedurende het onderzoek. De training duurde 5 weken. De kans op het krijgen van een enkelletsel werd door deze training verkleiner met 55%. Er is echter geen significant verschil ($P=0,059$). Ook de hersteltijd van de blessure bleek korter te zijn. Zo konden de participanten van de interventiegroep met enkelletsel gemiddeld 5,8 dagen niet trainen ten opzichte van 8,1 dagen voor de controlegroep.

Zo blijkt ook uit de literatuurstudie van **Verhagen et al** (9) dat balanstraining de kans op enkelletsel kan verkleinen. In deze review is gezocht naar artikelen die kijken naar verschillende preventiemethodes. Er zijn tien artikelen die kijken naar het effect van balanstraining. Bij drie van deze artikelen blijkt geen significant verschil

gemeten te zijn. Bij de overige zeven artikelen blijkt er een significant verschil gemeten te zijn, het aantal enkelletsels nam af gedurende het onderzoek.

Uit bovengenoemde literatuur blijkt dat wanneer men een balanstraining doet dit de kans op enkelletsel verkleint (6, 7, 8). Wanneer men dit daarna 1 keer per week blijft doen blijft het niveau op pijn (6). Ook de hersteltijd wordt korter (8).

Balanstraining in combinatie met krachttraining.

Wedderkopp et al (10) onderzocht of door middel van balanstraining in combinatie met krachttraining de kans op het krijgen van een enkelblessure bij handbalsters kan worden verkleind. Door 10-15 minuten balanstraining en functionele krachtoefeningen in de training toe te passen verkleint de kans op het krijgen van enkelletsel significant ($P < 0,01$). Tijdens het onderzoek liep 6,7% van de spelers in de interventiegroep ($n=111$) enkelletsel op en 28,89% van de controlegroep ($n=126$).

Emery et al 2010 (11) heeft het zelfde onderzoeksdoel onderzocht als **Wedderkopp et al** maar dan bij voetballers. Hierbij werd gebruik gemaakt van een ander trainingsprogramma. Er werden twee oefeningen voor de kracht en twee oefeningen voor de balans gebruikt. Ook hieruit bleek de kans op het krijgen van enkelletsel kleiner te worden. In de

interventiegroep ($n=380$) had 3,7% van de spelers een enkelletsel gedurende het onderzoek, ten opzichte van 7% in de controlegroep ($n=368$). Dit is een significant verschil. ($P=0,018$) Ook bleek uit dit onderzoek dat de hersteltijd van de blessure korter was. Zie tabel 3.

Hersteltijd	Interventie groep	Controle groep
Mild (0-7 dagen)	72%	77,3%
Moderate (8-28 dagen)	26%	16,5%
Severe (>28 dagen)	2%	6,3%

Tabel 3: Overzicht van de hersteltijd van de blessures volgens Emery et al.

Uit de artikelen van **Emery et al** en **Wedderkopp et al** blijkt dat een combinatie van krachttraining en balanstraining de kans op enkelletsel verkleint (10,11). Ook blijkt uit het artikel van **Emery et al** dat de hersteltijd van de blessure korter wordt (11).

Overzicht resultaten per artikel.

In tabel 4 staat een overzicht van de percentages enkelletsel en de hersteltijd na het trauma per artikel. De percentages geven aan hoeveel procent van de groep een enkelletsel heeft gehad en wat de hersteltijd daarvan was.

Artikel	Interventie	Gemeten aspecten + resultaat	PEDro/ Quorum
McGuine et al	Balanstraining	Interventiegroep Enkelblessure: 4,2% Minor: 74% Moderate: 22% Severe: 4% Controlegroep Enkelblessure: 7,7% Minor: 59% Moderate: 33% Severe: 6%	PEDro 6/10
Soderman et al	Balanstraining	Interventiegroep Enkelblessure: 8,2% Controlegroep Enkelblessure: 10,9%	PEDro 4/10
Emery et al 2005	Balanstraining	Interventiegroep Enkelblessure: 1,5% Statische balans bij aanvang: 25,9 sec Statische balans <18 sessies: +6,1 sec Statische balans >18 sessies: +25,8 sec Controlegroep Enkelblessure: 11% Statische balans: 33,1 sec	PEDro 6/10
Verhagen et al	Balanstraining Literatuurstudie	Uit 6 van de 9 artikelen blijkt dat de kans op enkelletsel verkleint bij het trainen van de balans	Quorum: 13/18
Wedderko pp et al	Balanstraining + Krachttraining	Interventiegroep: Enkelblessure: 6,7% Controlegroep: Enkelblessure: 29,98%	PEDro 4/10
Emery et al 2010	Balanstraining + Krachttraining	Interventiegroep: Enkelblessure: 3,7% Per 1.000 trainingsuren: 0,58 Minor: 72% Moderate: 26% Severe: 2% Controlegroep: Enkelblessure: 7% Per 1.000 trainingsuren: 1,14 Minor: 77,3% Moderate: 16.46% Severe: 6,24%	PEDro 7/10

Tabel 4: Een overzicht van de resultaten per artikel. Minor: hersteltijd van 1-7 dagen, moderate: hersteltijd 8-21 dagen, Severe: hersteltijd >21 dagen.

Conclusie.

De vraagstelling was als volgt:
Is de prevalentie en hersteltijd van acuut enkelletsel na een preventieve interventie met stabiliteitstraining of een combinatie van stabiliteitstraining en krachttraining verminderd ten opzichte van sporters zonder preventieve training?

Uit de artikelen blijkt dat wanneer een sporter een balanstaining door middel van een balance board volgt, dit de kans op het krijgen van enkelletsel verkleint (6,7). Ook de combinatie van balansoefeningen op een balance board en balansoefeningen op de grond verkleinen de kans op het krijgen van enkelletsel (8). Door middel van balanstaining kan men ook de hersteltijd van de blessure verkorten, de meeste sporters hebben maar maximaal 7 dagen last van de blessure en minder sporters zijn langer dan 21 dagen geblesseerd (8).

Een combinatie van balanstaining op een balance board en krachttraining van de musculatuur rondom de enkel verkleint de kans op het krijgen van een enkelblessure (10,11). Ook verkleint een combinatie van balanstaining en krachttraining de hersteltijd van de blessure. Er zijn meer sporters die binnen 7 dagen weer kunnen trainen. Het aantal sporters dat langer dan 21 dagen afwezig is wordt kleiner (11).

Als je gaat kijken of er ook significante verbeteringen zijn van het aantal enkelletsels krijg je het volgende overzicht, de significantie staat per artikel weergegeven in tabel 5:

Artikel	Interventie	Significantie
McGuine	Balans	P=0,059
Soderman	Balans	Geen significant verschil
Emery (2005)	Balans	P=0,049
Wedderkopp	Balans en kracht	P=<0,01
Emery (2010)	Balans en kracht	P=0,018

Tabel 5: Significantie per artikel.

Uit de tabel blijkt dat de artikelen met alleen balanstaining geen significant of

maar een heel minimaal significant verschil hebben (6,7,8). De artikelen waarin een combinatie van balans- en krachttraining voorkomen, blijkt beide een significant verschil te hebben (10,11).

Er is echter geen onderzoek waarbij balanstaining is vergeleken met een combinatie van balans en krachttraining. Om een definitieve conclusie te kunnen trekken over wat de beste interventie is zou verder onderzoek moeten worden gedaan.

Discussie.

Uit de resultaten blijkt dat balanstaining of een combinatie van balans- en krachttraining de kans op enkelletsel tijdens het sporten kan verkleinen. Wanneer je de verschillende onderzoeken met elkaar vergelijkt zijn er wel een aantal punten die niet overeen komen.

Variatie tussen de artikelen.

De leeftijd van de participanten verschilt per onderzoek. In de onderzoeken van Emery et al 2005, Emery et al 2010, Wedderkopp et al en McGuine et al gaat het om jong volwassenen, in andere onderzoeken om participanten tussen de 15 en 25 jaar en weer een ander onderzoek over participanten tussen de 18 en 40 jaar. Ook de sport die beoefend wordt tijdens het onderzoek verschilt. Emery et al 2010 en Soderman et al kijken naar voetballers, andere naar handbalsters of naar high school atleten. Ook de trainingsfrequentie van de interventie is verschillend. Soderman et al en Wederkopp et al hebben de interventie gecombineerd met de training, in andere onderzoeken wordt er thuis iedere dag of 3 keer per week getraind. Ook de duur van het onderzoek en dus de trainingsperiode is verschillend. De onderzoeken van McGuine et al, Emery et al 2010 en Soderman et al lopen gedurende het gehele seizoen, in andere onderzoeken wordt er 6 weken intensief getraind en daarna 6 maanden maar 1 keer per week.

Er kan dus naar aanleiding van deze onderzoeken niet duidelijk worden gesteld dat wanneer een voetballer tussen de 15 en 18 jaar een balance board training van 3 keer per week, gedurende het hele seizoen volgt de kans op enkelletsel verkleint met 55%. Men zou enkel kunnen stellen dat training van balans of training van balans en kracht de kans op enkelletsel tijdens het sporten kan verkleinen. In welke mate en met welke intensiteit en welke duur er getraind moet worden is niet duidelijk. Aangeraden wordt om deze onderzoeken te herhalen maar dan op een gestandaardiseerde wijze conform het onderzoek van Emery et al 2010.

Trainingsintensiteit

Wanneer men een goed trainingsschema wil maken moet er eerste een 1RM (de maximale weerstand die in een keer aan kracht geleverd kan worden) of 5RM (de maximale weerstand die vijf keer aan kracht geleverd kan worden) worden afgenomen. Naar aanleiding hiervan stelt men een trainingsschema op. Men kan de maximale kracht trainen, met 1 herhaling, de explosieve kracht trainen, met 1-8 herhalingen, de snelkracht trainen, met 8-15 herhalingen of de krachthuoudingsvermogen trainen, met 15-60 herhalingen (12). In de artikelen van Wedderkopp et al en Emery et al (2010) wordt gebruik gemaakt van een standaard trainingsschema, deze is dus niet afgestemd op de participant zelf. De herhalingen variëren van 5, 10 of 25 herhalingen. Op deze manier train je dus verschillende soorten kracht en

train je niet op het individuele niveau van de participant. Er valt dus te verwachten dat het resultaat niet het maximale is wat er uit gehaald kan worden.

Knelpunten in literatuur.

Gedurende het lezen van de gevonden literatuur blijkt dat er toch gebruik wordt gemaakt van participanten met een enkeltrauma in de voorgeschiedenis. Ook zijn er onderzoeken waar men geen onderscheid maakt tussen participanten met of zonder enkeltrauma in de voorgeschiedenis.

Vervolgonderzoek.

Uit de eerder genoemde artikelen blijkt dat een combinatie van krachttraining en balanstraining de kans op het krijgen van enkelletsel verkleint. In het artikel van **Uh et al** (13) wordt gekeken of door middel van krachttraining de kracht ook daadwerkelijk toeneemt. Er wordt in dit onderzoek niet gekeken of het aantal enkelletsels afneemt. In een vervolgonderzoek zou gekeken moeten worden of er een verband bestaat tussen het toenemen van de kracht en het afnemen van het aantal enkelletsels. Ook worden de verschillende interventies, balanstraining, krachttraining of een combinatie van beide, niet met elkaar vergeleken. Wanneer men een onderzoek doet waarbij een groep de balanstraining volgt, een groep de krachttraining volgt, een groep een combinatie van balans en krachttraining volgt en er een controlegroep is die geen interventie volgt kan duidelijk worden welke interventie de beste resultaten heeft en dus toegepast kan worden bij sporters.

Literatuurlijst.

- 1) Goudswaard AN, Thomas S, Van den Bosch WJHM, Van Weert HCPM, Geijer RMM. (2000). *NGH-standaard Enkeldistorsie*.
http://nhg.artsennet.nl/kenniscentrum/k_richtlijnen/k_nhgstandaarden/NHGStandaard/M04_std.htm
- 2) Bonjer, H.j. (2005). *Chirurgie*. Houten. Bohn Stafleu van Loghum.
- 3) Letsel Informatie Systeem 2005-2009, consument en Veiligheid; Ongevallen en Bewegen in Nederland 2006-2010, Consument en Veiligheid.
- 4) The George Institute for global health and The University of Sydney. (2012) *PEDro scale*. <http://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>
- 5) (2010). *Improving the quality of reports of meta-analyses of randomized controlled trials: the QUOROM statement checklist*.
<https://onderwijsteams.sharepoint.hu.nl/fg/FysioOnderwijs/jaar4/Kiosk/Afstuderen/Afstudeeropdracht/QUOROM%20checklist.pdf>
- 6) Emery, C.A. Cassidy, J.D. Klassen, T.P. Rosychuk, R.J., Rowe, B.H. (2005) Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *In: CMAJ*. 749, 754
- 7) Sodermann, K. Werner, S. Pietila, T. Engstrom, B. Alfrdson, H. (2000) Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players. A prospective randomized intervention study. *In: Sports medicine*. 365-363
- 8) McGuine, T.A. Keene, J.S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprain in high school athletes. *In: The American journal of sports medicine*. Vol. 34 No 7
- 9) Verhagen, E.A.L.M. Bay, K. (2010) Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of the literature. *In: Sports medicine*. Vol 44, P:1082-1088
- 10) Wedderkopp, N. Kaltoft, M. Lundgaard, B. Rosendahl, M. Fronerg, K. (1999) Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *In: Medisine&Science in sports* 41-47
- 11) Emery, C.A. Meeuwisse, W.H. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *In: Sports medicine*. 555-562
- 12) Kloosterboer, T. (2008). *Elementaire trainingsleer en trainingsmethoden*. Baarn. Tirion Uitgevers bv.
- 13) Uh, B.S. Beynnon, B.D. Helie, B.V. Alosa, D.M. Renstrom, P.A. (2000) The benefit of a single-leg strength training program for the muscles around the untrained ankle: A prospective, randomized controlled study. *In: The American journal of sports medicine*. Vol 28, No 4 P:568-573