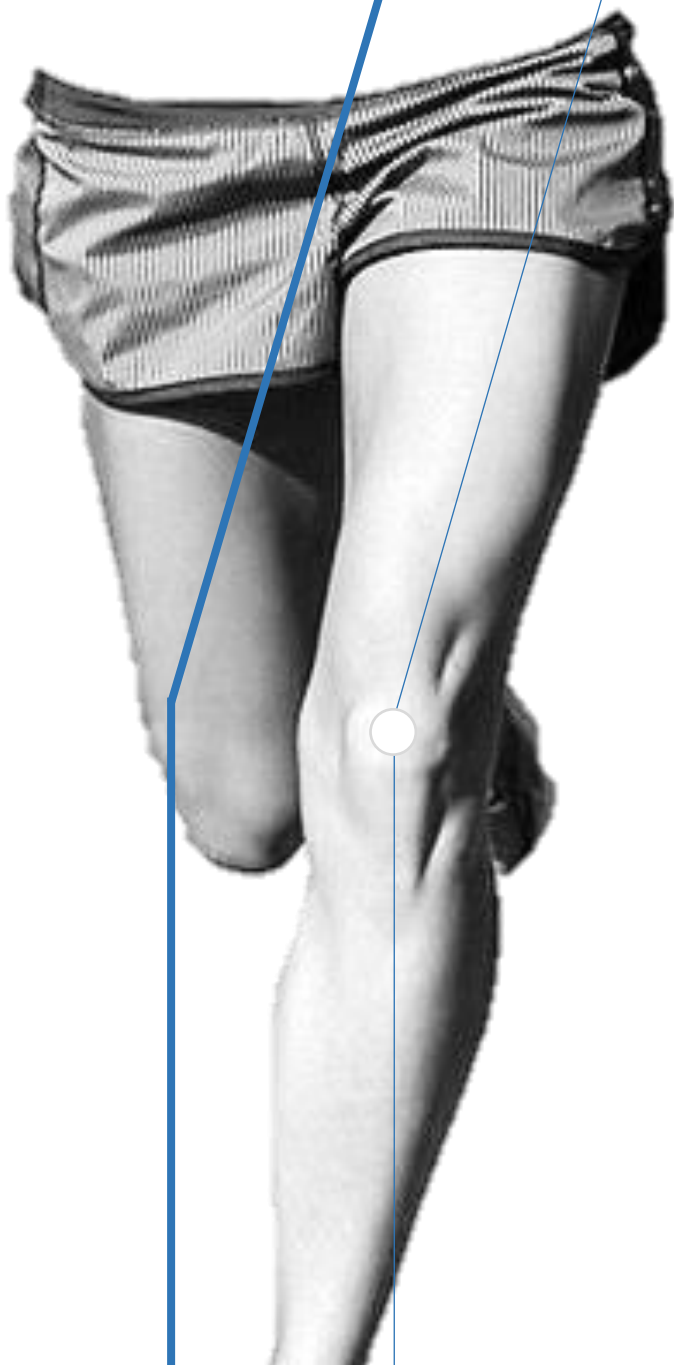




Het effect van krachttraining in vergelijking tot looptraining op de dynamische q-angle

*Een advies ter preventie van blessures aan
de onderste extremiteit bij vrouwen*

Loes Kievitsbosch | s313171

Fleur Timmerman | s313819

Hanzehogeschool Groningen
University of Applied Sciences
12 juni 2017 te Groningen

Begeleider: M.R.G. van Burgsteden
Opdrachtgever: J. Benjamins

Bron omslag foto: <https://nl.pinterest.com/pin/426786502174641644/>

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Samenvatting.....	5
Abstract	6
Introductie.....	7
Methode.....	9
Design	9
Populatie	9
Dataverzameling.....	10
Krachttrainingsinterventie (KI)	12
Looptrainingsinterventie (LI)	13
Statistische analyse	13
Resultaten	14
Discussie	17
Bibliografie	22
Bijlage 1: Informatiebrief en informed consent.....	25
Bijlage 2: Vragenlijst participanten nulmeting	28
Bijlage 3: Krachttrainingsschema	30
Bijlage 4: Opbouw trainingsintensiteit krachttraining	34
Bijlage 5: Looptrainingsschema.....	35
Bijlage 6: Q-Q plots.....	39
Bijlage 7: Resultaten	40

Voorwoord

Deze scriptie, “Het effect van krachttraining in vergelijking tot looptraining op de dynamische q-angle”, is tot stand gekomen onder begeleiding van MSc Marcel van Burgsteden namens de Hanzehogeschool Groningen in opdracht van MSc Joeval Benjamins namens Construction Fysiotherapie Groningen.

Op deze manier willen wij Construction Fysiotherapie Groningen bedanken voor het beschikbaar stellen van de oefenruimte en -materialen gedurende de interventieperiode.

Daarnaast willen wij Rosa Haverkort en Joeval Benjamins bedanken voor het ondersteunen van de totstandkoming van de looptrainingsinterventie.

We hebben met veel plezier gewerkt aan deze scriptie en zijn trots op het eindresultaat.

We wensen u veel leesplezier toe.

Loes Kievitsbosch en Fleur Timmerman

Samenvatting

In de Westerse samenleving is als gevolg van een stijgende participatie in sport de kans op sportblessures de afgelopen jaren aanzienlijk gestegen. Deze tendens brengt verhoogde maatschappelijke kosten met zich mee. Het grootste aandeel in sportblessures wordt geleverd door blessures aan de onderste extremiteit bij een leeftijdscategorie variërend van 15 tot 29 jaar, veelal ontstaan bij sporten waar hardlopen een basis voor vormt. Naast deze factoren bestaan er andere intrinsieke en extrinsieke risicofactoren voor sportblessures, waaronder het vrouw zijn. Een intrinsieke risicofactor waar steeds meer aandacht voor bestaat is een vergrote dynamische quadriceps hoek (q-angle). Daar vrouwen door hun anatomische bouw over een bredere pelvis beschikken vormt dit onder andere een predispositie voor een vergrote dynamische q-angle. Uit recent onderzoek is gebleken dat zowel het volgen van een specifiek krachttrainingsschema voor het onderlichaam als het verhogen van de stapfrequentie tijdens het hardlopen veelbelovend is voor het verkleinen van deze dynamische q-angle. Hiermee zouden deze interventies een preventieve werking hebben op het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit. Het doel van dit onderzoek is het achterhalen welke van deze interventies in een acht weken durend programma het meeste effect heeft op het verkleinen van de dynamische q-angle bij vrouwen tussen de 18 en 29 jaar. Met een antwoord op deze vraag wordt er gepoogd een advies te geven over de meest functionele preventieve interventie ter verkleining van deze dynamische q-angle bij gezonde vrouwen tussen de 18 en 29 jaar.

De onderzoeksopzet omvatte een prospectieve cohort studie. 21 gezonde vrouwelijke participanten variërend van 18-29 jaar kozen tussen twee interventies. Gedurende acht weken ontving één interventiegroep krachttraining van de heupabductoren, -exorotatoren en rompstabilisatoren en de andere groep looptraining met de focus op het verhogen van de stapfrequentie middels het gebruik van een metronoom (180 BPM). De participanten ontvingen tweemaal per week een training. Voor aanvang en na afloop van het interventieprogramma werden de antropometrische gegevens van de participanten in kaart gebracht. De dynamische q-angle is middels videoanalyse vastgesteld gebruikmakende van Kinovea 0.8.15. De statistische analyse heeft plaatsgevonden met gebruik van IBM SPSS Statistics 23.

Aan de hand van de in- en exclusiecriteria zijn er 17 participanten opgenomen in de resultaten. Er is geen significant verschil gevonden tussen de interventiegroepen wanneer er gekeken wordt naar de verkleining van de dynamische q-angle (links $p=0,495$ en rechts $p=0,085$). Beide groepen laten wel een verkleining van de dynamische q-angle zien, te weten $-2,56 \pm 4,26^\circ$ links en $-4,43 \pm 3,41^\circ$ rechts, significant verkleind: $p=0,004$, bij de krachttrainingsgroep en $-1,00 \pm 4,93^\circ$ links en $-1,47 \pm 3,19^\circ$ rechts bij de looptrainingsgroep.

Het volgen van het krachttrainingsprogramma gedurende acht weken heeft een groter effect aangetoond op het verkleinen van de dynamische q-angle ten opzichte van het looptrainingsprogramma. Op basis van de resultaten geniet het krachttrainingsprogramma ter preventie van blessures aan de onderste extremiteit de voorkeur en wordt daarmee geadviseerd voor gezonde vrouwen tussen de 18-29 jaar oud die een sport beoefenen waarvoor hardlopen een basis vormt. Verder onderzoek is geïndiceerd om de resultaten te kunnen generaliseren.

Sleutelwoorden: dynamische q-angle, krachttraining, stapfrequentie, metronoom, hardlopen, videoanalyse, preventie, blessure

Abstract

Due to an increasing participation in sports in the Western society the chance of suffering from a sports injury has tremendously increased over the past few years. This trend leads to a raise of social costs. The biggest share of sports injuries is formed by injuries to the lower extremities in people ranging from 15-29 years old, mostly in sports that require running. Beside these factors other intrinsic and extrinsic risk factors can lead to sports injuries, among others being a female. An intrinsic risk factor that currently draws the attention is an enlarged dynamic quadriceps angle (q-angle). Since the female gender features a larger pelvic width compared to the male gender, the female gender forms a predisposition to an enlarged q-angle. Recent research has shown that a strength exercise program for the lower extremities has good results in decreasing the dynamic q-angle. A running intervention with the focus on increasing step rate is also promising. These interventions would be preventive for sports injuries on the lower extremities. The aim of this study is to evaluate which of these two interventions is the most effective in decreasing the dynamic q-angle within eight weeks for healthy women with an age ranging from 18-29 years. By answering this question an attempt will be made to offer advice regarding the most effective preventive intervention for decreasing the dynamic q-angle for healthy women ranging from 18-29 years old.

This prospective cohort study included 21 female participants ranging from 18-29 years of age who were selectively divided over two intervention groups. During eight weeks one group received strength training for the hipabductors, -exorotators and torso stabilisators. The other intervention group received a running exercise training with the focus on increasing the step frequency by using a metronome (180 BPM). Both groups received 2 trainings a week. Before and after the intervention program the anthropometric data of the participants were gathered. The dynamic q-angle was determined using a video analysis program, Kinovea version 0.8.15. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistiscs 23.

Regarding the exclusion criteria 17 participants were included for the results. No significant difference has been found regarding the dynamic q-angle between the intervention groups (left $p=0,495$ and right $p=0,085$). Both groups do show a decrease in the dynamic q-angle, knowing $-2,56 \pm 4,26^\circ$ left and $-4,43 \pm 3,41^\circ$ right for the strength training group and $-1,00 \pm 4,93^\circ$ left and $-1,47 \pm 3,19^\circ$ right for the running intervention group.

The intervention group which received strength training during eight weeks showed a larger effect on decreasing the dynamic q-angle relative to the intervention group which received the running exercise program. Based on the results the strength program is preferred for preventing injuries on the lower extremities and can be advised for healthy women ranging from 18-29 years old who perform a sport that requires running. However, further research is required to be able to generalise the results.

Key words: dynamic q-angle, strength training, step frequency, metronome, running, video analysis, prevention, injury

Introductie

In de huidige westerse samenleving spelen sport en bewegen een steeds belangrijkere rol in het onderhouden van de volksgezondheid. De keerzijde van deze positieve verandering is de verhoogde kans op sportblessures. Dit is door Veiligheid NL onderzocht en aangetoond over de periode van 2008-2013. In deze periode is de kans met 14% gestegen.¹

Hardlopen is wereldwijd een van de meest beoefende sporten en wint vanaf het jaar 2000 gestaag aan populariteit.² Van der Worp et al. (2015) stellen dat hardlopen een van de meest effectieve manieren is om fysieke fitheid te bereiken. Er wordt echter ook gesteld dat deze sport een relatief hoog risico vormt op het ontstaan van blessures, met name aan de onderste extremiteit, met een incidentie variërend van 19-79%.^{2,3} Afgezien van de sport zelf vormt hardlopen een basis voor vele andere sporten. Hierbij valt te denken aan veldvoetbal, hockey, basketbal, korfbal en handbal. Cijfers van Veiligheid NL laten zien dat in 2013 naast hardlopen veldvoetbal de hoogste incidentie had, respectievelijk 640.000 en 850.000 blessures.¹

De stijging in participatie binnen de sport en daarmee de verhoogde kans op sportblessures brengt maatschappelijke kosten met zich mee. In Nederland wordt het totaal aan gemaakte maatschappelijke kosten aan sportblessures in 2013 geschat op ten minste anderhalf miljard euro. Onder deze maatschappelijke kosten vallen verzuimkosten, medische kosten (waaronder spoedeisende hulp), kosten voor de huisarts, fysiotherapeut en specialist.¹

Van alle sportblessures in 2013 vormden blessures aan de onderste extremiteit de grootste groep, te weten een incidentie van 62% (2,8 miljoen blessures). De prevalentie van sportblessures in deze lichaamsregio kwam neer op 680.000, wat overeen komt met 64% van het totaal. De leeftijdscategorie waarin de meeste sportblessures voorkwamen in 2013 was 15-29 jaar.¹

Risicofactoren voor het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit kunnen worden onderverdeeld in extrinsieke en intrinsieke risicofactoren. Onder extrinsieke factoren vallen ondergrond ⁴, schoeisel ^{5,6} en het beoefenen van een sport in de eerste vier weken van het competitie seizoen.⁴ Naast deze factoren bestaat er een verhoogd risico tijdens het beoefenen van een sport in een wedstrijdsetting in vergelijking met het beoefenen van een sport tijdens een training.⁴ Onder intrinsieke risicofactoren vallen het vrouw zijn ^{4,5,7,8}, een wisseling in de hormoonspiegel ^{5,6,9}, een verhoogd BMI ^{4,6,10}, een pronatiestand van de voeten ^{4,10}, een kleine intercondylaire ruimte van het femur ^{5,6,9}, algehele gewrichtslaxiteit met in het bijzonder een vergrote hyperextensie van de knie ^{6,9,10}, een eerdere blessure aan het onderlichaam ^{4,6,10} eventueel in combinatie met een inadequate revalidatie ⁴, een vergrote valgusstand van de knieën ^{9,10} waar een verminderde functie van de abductoren van de heup aan ten grondslag kan liggen¹¹ en sport specifieke technische vaardigheden, waarbij een lager niveau van vaardigheden een groter risico vormt.⁴ Daarnaast is gebleken dat bij vrouwen de quadriceps hoek (q-angle) een risicofactor vormt indien er sprake is van een hoek $\geq 20^\circ$ of er een asymmetrie van $\geq 4^\circ$ tussen het linker- en rechterbeen bestaat.^{7,8,12} Met inachtneming van de anatomische bouw van het vrouwelijk skelet blijkt de q-angle bij dit geslacht vergroot te zijn ten opzichte van deze hoek bij het mannelijk geslacht.^{8,12} De ratio tussen pelvis breedte en de lengte van het femur is bij vrouwen groter dan bij mannen.¹¹ Dit resulteert over het algemeen in een vergrote adductiestand van het heupgewricht bij vrouwen, wat de dynamische q-angle kan vergroten.¹¹ De bredere pelvis bij vrouwen vergroot de hefboom van de heupabductoren, wat het produceren van

kracht door deze spiergroep doet veranderen.¹¹ Een vergrote kracht van de heupabductoren correleert met een verminderde knievalgus tijdens het uitvoeren van een dynamische axiale belasting, zoals het landen vanuit een sprong.¹¹ De systematische review van Cashman et al. (2012) laat zien dat zwakte van de heupabductoren en -exorotatoren een predispositie vormt voor het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit door het veranderen van de kinematica in het onderlichaam, waaronder het vergroten van de knievalgusstand. Dit resulteert in verhoogde mechanische stress op verschillende gewrichten en weke delen van de onderste extremiteit en vormt daarmee een risico op het ontstaan van blessures aan dit deel van het lichaam.¹³

Binnen de beïnvloedbare intrinsieke risicofactoren is er nog weinig bekend over de risicofactor van de q-angle waarbij er wordt gekeken naar de mogelijkheid om deze q-angle te verkleinen. Bij deze hoek kan er een onderscheid worden gemaakt tussen een statische en dynamische variant. De q-angle is de hoek gemeten tussen de spina iliaca anterior superior (SIAS), middelpunt patella en de tuberositas tibiae. De statische variant wordt frequent gemeten met de patiënt met behulp van een goniometer.¹⁴ De dynamische q-angle kan middels video-analyse van een axiale belasting van het onderlichaam worden gemeten.¹⁵

Er bestaan interventies die de dynamische q-angle lijken te verkleinen en daarmee een preventieve werking kunnen hebben op het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit.^{3,15,17-22} Verminderde kracht van de heupabductoren kan samenhangen met een verminderde proximale controle van het heupgewricht en kan daarmee een afgenomen kwaliteit van de kinematica van de knie in de hand werken.¹¹ Neuromusculaire controle van de heup beïnvloedt volgens Griffin et al. (2000) de krachten die op de knie worden uitgeoefend. De heupabductoren ondersteunen de controle van de knie tijdens dynamische activiteiten die geassocieerd worden met sport.¹⁶

Uit een pilotstudie is gebleken dat krachttraining met de focus op het versterken van de heupabductoren en -exorotatoren effectief is ter verkleining van de dynamische q-angle.¹⁵ In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een krachttrainingsschema waarbij er naast het versterken van deze spiergroepen aandacht werd besteed aan neuromusculaire stimulatie van de onderste extremiteit in combinatie met stabiliteitsoefeningen voor dit deel van het lichaam. Ook werd er aandacht besteed aan de core-stability.

Naast het effect van krachttraining op de dynamische q-angle lijkt ook het verhogen van de stapfrequentie tijdens het hardlopen een positieve invloed te hebben op het verkleinen van de dynamische q-angle.^{3,17-22} Door een verhoogde stapfrequentie verandert de arthrokinematica van de onderste extremiteit.^{17,18} Het kniegewricht vangt tijdens het hardlopen de grootste externe krachten op.¹⁸ Grote externe krachten worden in verband gebracht met het ontstaan van verschillende hardloop gerelateerde blessures.³ Het onderzoek van Heiderscheidt et al. (2012) laat zien dat het verhogen van de stapfrequentie met 10% deze krachten al met 34% reduceert.¹⁸ Het artikel van Allen et al. (2016) bevestigt het effect van een verhoogde stapfrequentie op het verminderen van deze krachten.^{3,19} Bontekoning schreef naar aanleiding van het onderzoek van Heiderscheidt et al. (2011) dat een verhoogde stapfrequentie leidt tot lagere grondreactiekrachten en daarmee kleinere gewrichtsbewegingsuitslagen.³

Andere positieve gevolgen van het verhogen van de stapfrequentie zijn een verminderde verticale en horizontale verplaatsing van het zwaartepunt en een verminderde adductie en endorotatie van het heupgewricht.^{17,18} Vergrote adductie en endorotatie in het heupgewricht en een vergrote knie valgusstand, mogelijk als gevolg van de grote krachten op de knie tijdens het hardlopen,

worden gezien als risicofactoren op het ontstaan van hardloopblessures.^{3,17,18} Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat een verhoging van de stapfrequentie met 10% of meer de beste resultaten boekt in het verlagen van de krachten op het lichaam tijdens het hardlopen.^{18,20-22} In de literatuur wordt gesproken over een ideale stapfrequentie uiteenlopend van 174 tot 180 BPM.^{17,23} Het trainen van het verhogen van de stapfrequentie kan bewerkstelligd worden door het gebruik van auditieve cues. Hiervoor kan een metronoom worden ingeschakeld.

Bovenstaande feiten vragen om een vergelijking van het effect van krachttraining en looptraining op het verkleinen van de dynamische q-angle. In deze studie zal een groep vrouwelijke participanten krachttraining ondergaan waarbij de focus zal liggen op het versterken van de abductoren en exorotatoren van de heup en daarnaast de core-stability. De andere groep vrouwelijke participanten werkt middels een looptraining toe naar een verhoging van de stapfrequentie ter vermindering van de grondreactiekrachten op de knie.

Het doel van dit onderzoek is het achterhalen welke interventie het grootste effect heeft op het verkleinen van de dynamische q-angle en daarmee geadviseerd zou kunnen worden ter preventie van blessures aan de onderste extremiteit. Om hier een uitspraak over te kunnen doen wordt er in dit onderzoek toegewerkt naar een antwoord op de volgende onderzoeksvraag:

Heeft het volgen van een krachttrainingsinterventie of een looptrainingsinterventie gedurende acht weken meer effect op het verkleinen van de dynamische q-angle bij gezonde vrouwen tussen de 18 en 29 jaar?

Methode

Design

Een prospectieve cohort studie werd uitgevoerd waarbij twee interventies werden vergeleken op hun effect op de dynamische q-angle. Na het doorlopen van het stroomdiagram voor de Wet Medisch-Wetenschappelijk Onderzoek (WMO) kwam naar voren dat een toetsing volgens het toetsingskader niet WMO-plichtig onderzoek vereist was. Deze goedkeuring is van de Hanzehogeschool Groningen verkregen. Na goedkeuring werden de participanten actief geworven en naar keuze van de participant ingedeeld in een van de interventiegroepen. Er was geen sprake van randomisatie. Blindering vond plaats tijdens de videoanalyse van de dynamische q-angle.

Populatie

Voor de actieve werving van participanten voor dit onderzoek werden er studenten van verschillende sportverenigingen benaderd. Deze werden onder andere via een ledenmail op de hoogte gesteld van het onderzoek. Daarnaast werden er via social media oproepen geplaatst en werd het onderzoek in de omgeving middels mond-tot-mond reclame gepromoot. Alle vrouwen tussen de 18 en 29 jaar werden geïnccludeerd. De participanten dienden gezond te zijn. Dit werd bepaald middels de Physical Activity Readiness Questionnaire (PARQ). Indien alle vragen beantwoord werden met 'nee' werd de participant geïnccludeerd. De werving in combinatie met deze criteria resulteerde in 21 aanmeldingen.

Gedurende acht weken werden de participanten geacht aan een minimale aanwezigheid van 87,5% (minimaal 14 van de 16 trainingen) te voldoen waarbij eventuele pijnklachten niet hoger dan een 3 op de Numeric Pain Rating Scale (NPRS) mochten scoren om deel te kunnen nemen aan de training. Hierdoor werden participanten, die onafhankelijk van de interventie mogelijk kleine blessures

hadden ontwikkeld, in staat gesteld om te kunnen trainen. Op deze manier werd de kwaliteit van de training gewaarborgd en de gezondheid van de participant niet geschaad.

Tabel 1 In- en exclusiecriteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
Vrouw	Aanwezigheid van minder dan 87,5% (≤ 13 trainingen)
18-29 jaar	NPRS ≥ 3
Gezond (PARQ)	

Dataverzameling

Na de werving werden de participanten uitgenodigd voor een nulmeting. Deze stond gepland op drie verschillende dagen die minimaal een week voor aanvang van de trainingsperiode plaatsvonden. De participanten waren geïnstrueerd om een korte sportbroek te dragen en loopschoenen mee te nemen. Deze schoenen werden ook gebruikt bij de dataverzameling tijdens de eindmeting. Informed consent werd verkregen door het ondertekenen van een informatiebrief, zie bijlage 1. De participanten werd gevraagd om een vragenlijst in te vullen met onder andere blessuregeschiedenis en wekelijkse mate van fysieke activiteit. Deze vragenlijst is bijgevoegd in bijlage 2. Daarnaast werd door elke participant de PARQ-vragenlijst ingevuld. Verzamelde data van de participanten werden niet onder de eigen naam maar onder een nummer gebundeld om beïnvloeding tijdens de video analyse van de dynamische q-angle te voorkomen.

Vervolgens werden de antropometrische gegevens verworven. Nadat de lengte werd vastgesteld werd middels de bio impedantie meter OMRON BF511 het gewicht, BMI, vetmassa en spiermassa vastgesteld door dezelfde onderzoeker bij zowel de nul- als eindmeting. In de systematische review van Talma et al. (2013) is geconcludeerd dat er sterk bewijs is dat het meten van het vetpercentage middels een bio impedantie meter, waaronder de bio impedantie meters van OMRON, betrouwbaar is. Dit onderzoek liet een intraclass correlatie coëfficiënt van 0,96 zien.²⁴ De eindmeting vond binnen een week na de laatste training plaats. Bij deze meting werden de handelingen van de nulmeting herhaald met uitzondering van het vaststellen van de lengte en het invullen van de vragenlijst.

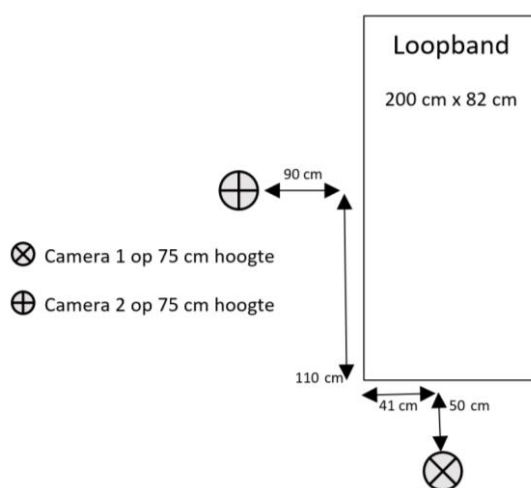
Na vergaring van de fysieke gegevens werden de markeringspunten voor het meten van de dynamische q-angle op zowel het linker- als het rechterbeen geplaatst. De participant werd in rugligging gemarkeerd op drie herkenningspunten. Deze markering bestond uit rondjes kinesiotape met een diameter van één centimeter met hierop een zwarte stip. De herkenningspunten werden in de volgende volgorde in overeenstemming van de twee onderzoekers bepaald: tuberositas tibiae, middelpunt patella en de SIAS. De tuberositas tibiae werd van een sticker voorzien. Vervolgens werd het middelpunt op de tape vastgesteld en gemarkeerd door middel van een stip met de zwarte stift. Het middelpunt van de patella werd bepaald door de patella in ontspannen positie van mediaal naar lateraal en van proximaal naar distaal te meten. Op de plek waar deze lijnen elkaar kruisten werd de tape geplakt. Dit middelpunt werd nagemeten en met een stip op de tape gemarkeerd. Hierna werd de SIAS gepalpeerd en gebruikte één van de onderzoekers een lijn om de markering op de tibia te verbinden met de SIAS. De andere onderzoeker trok met de stift een lijn vanaf de patella richting de SIAS. Op deze lijn werd vervolgens 15 cm boven het markeringspunt op de patella het laatste punt

gemarkeerd met de tape, waar ook op exact de afstand van 15 cm een stip werd getekend op het rondje. Zie figuur 1 voor de markeringen bij een participant.



Figuur 1 Markeringspunten in stand

De meting van de dynamische q-angle vond plaats op een Life Fitness loopband. De participant werd als volgt geïnstrueerd: “De meting zal in totaal zes en een halve minuut duren. De eerste vijf minuten wordt er toegewerkt naar uw voorkeurssnelheid voor hardlopen waarbij gedurende deze tijd de snelheid op elk moment aangepast mag worden. Aan het einde van de vijfde minuut moet de voorkeurssnelheid bereikt zijn. Vanaf de zesde minuut mag de snelheid niet meer aangepast worden en wordt er anderhalve minuut op deze snelheid gelopen.” Om de dynamische q-angle zo functioneel mogelijk te meten werd ervoor gekozen om de participanten op eigen voorkeurssnelheid te laten lopen en niet op een vooraf vastgestelde snelheid. De laatste anderhalve minuut werd vanuit een ventraal en lateraal perspectief gefilmd. Camera’s gebruikt voor deze opstelling waren een Panasonic Lumix DMC-TZ70 (ventraal) en een Panasonic Lumix DMC-TZ30 (lateraal). Zie figuur 2 voor de filmopstelling.



Figuur 2 Filmopstelling dynamische q-angle

Voor het vaststellen van de dynamische q-angle werd gebruik gemaakt van videoanalyse. Het programma dat hiervoor gebruikt werd is versie 0.8.15 van het gratis sportanalyse programma Kinovea. Het onderzoek van Moral-Muñoz et al. (2015) wees uit dat dit programma gezien kan worden

als een accuraat alternatief voor de handheld inclinometer of goniometer voor het onderzoeken van de range of motion van gewrichten.²⁵

De review van Damsted, Oestgaard Nielson en Henrik Larsen (2015) toonde aan dat het gebruik van dit videoanalyse programma over een hoge interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het meten van hoeken van de knie tijdens het hardlopen op een loopband beschikt.²⁶ Ook het artikel van Damsted, Larsen en Nielson (2015) toonde een goede intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid variërend van 0.83 tot 0.88 voor het analyseren van de bewegingen van de voet tijdens het lopen op de loopband middels versie 0.8.15 van Kinovea.²⁷ In de resultaten van dit onderzoek kwam naar voren dat de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid hoger is dan de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van Kinovea versie 0.8.15.²⁷ Om deze reden werd er dan ook voor gekozen om de dynamische q-angle middels dit analyse programma vast te laten stellen door een enkele onderzoeker die deze hoek bij zowel de nul- als eindmeting bepaalde.

Voor de analyse werden de filmpjes vertraagd naar 3%. Uit elke video werd vanaf het begin een werkgebied van zes volledige stappen genomen waarbij de loopfasen zoals beschreven door Magee in acht genomen werden.²⁹ Er werd gepauzeerd vanaf de 'initial contact'. Vanaf deze fase van de ganganalyse werden de beelden frame voor frame bekeken. Het beeld waar op het oog de meeste valgusstand in de knie zichtbaar was werd ingezoomd tot 380 graden. De cursor werd op het herkenningspunt op de patella gelegd en er werd van de frames voor en na dit frame bepaald of het herkenningspunt meer naar mediaal lag dan de cursor. Het was een vereiste dat deze frames onder de fase van 'initial contact' tot 'midstance' vielen. Het frame waarbij het herkenningspunt het meest naar mediaal lag werd genomen voor de bepaling van de dynamische q-angle. Op de drie markeringspunten, te zien in figuur 1, werd een kruismarkering vanuit het programma geplaatst. De markering tussen de SIAS en patella werd middels een lijn verbonden aan het markeringspunt op de patella. De markering op het tuberositas tibiae werd met een lijn verbonden met de markering op de patella. De lijnen werden door het punt op de patella heen getrokken om zo de q-angle zichtbaar te maken. Vervolgens werd in een zoom van 430 graden middels de optie 'hoek' de q-angle bepaald. Dit proces werd voor de vijf daaropvolgende stappen herhaald zodat er uiteindelijk per participant drie dynamische q-angles voor het linker- en rechterbeen gemeten werden. Van deze hoeken werd per been het gemiddelde berekend.

Krachttrainingsinterventie (KI)

Gedurende 8 weken volgden de participanten die bij de KI waren ingedeeld tweemaal per week een krachttraining. Deze training vond plaats in de oefenzaal van de opdrachtgever, Construction Fysiotherapie, onder begeleiding van minimaal één onderzoeker. Vanwege praktische redenen en vanuit het oogpunt van een zo optimaal mogelijke begeleiding van de participanten werd er met maximaal twee personen tegelijk getraind. De KI is gebaseerd op een schema dat in een pilot studie een significant verschil liet zien in het verkleinen van de dynamische q-angle.¹⁵ Aan dit schema is één oefening toegevoegd gebaseerd op de positieve ervaringen van de opdrachtgever, de 'crab walk'. Ook zijn er kleine wijzigingen in het schema aangebracht wat betreft de opbouw in intensiteit. Zie bijlage 3 voor de uitvoering van de oefeningen en het krachttrainingsschema met opbouw. Om het startgewicht te bepalen voor de squat, split squat, abductie en exorotatie vond in de eerste training de submaximaal test plaats. In de eerste set werd er kennis gemaakt met de oefening en lag de nadruk op de techniek van de oefening. Dit werd gedaan met een laag extern gewicht voor 15 herhalingen

zoals geadviseerd in KRS-systeem.²⁹ Dit gebeurde onder begeleiding van de aanwezige onderzoeker waarbij de techniek waar nodig werd gecorrigeerd. In de tweede set werd de submaximaal meting afgenomen zoals beschreven door De Moree (2011).³⁰ Om de krachtschema's voor elke participant specifiek te maken is dit 1RM gebruikt voor het berekenen van het gewicht dat bij de daarop volgende training gebruikt werd.

Bij de 'split squat' en de 'eenbenige deadlift' werd voor beide zijdes op hetzelfde gewicht getraind waarbij het minst sterke been leidend was voor de bepaling van het gewicht waar op getraind werd. Om de participanten elke training een optimale prikkel te geven vond er tijdens elke serie middels het KRS systeem een inventarisatie plaats waarbij bepaald werd of het gewicht hoger, lager of gelijk moest blijven om van de 3^e set een maximale set te maken.²⁹ Een maximale set volstond wanneer de participant in staat was om net het aantal voorgeschreven herhalingen te kunnen leveren met een technisch correcte uitvoering.

De intensiteit voor de 'split squat', 'squat', 'exorotatie' en 'abductie' voor de heup is aangegeven in schema 1 van bijlage 4 om een richting te geven aan de intensiteit voor de daarbij behorende trainingen. Opbouw in intensiteit voor elke training en series binnen een training verliep volgens het KRS-systeem.²⁹ Voor de overige 4 oefeningen (eenbenig bruggetje, eenbenige deadlift, plank en crab walks) werd de intensiteit bepaald middels een Numeric Rating Scale (NRS) score waarbij de participant na het uitvoeren van alle sets van de desbetreffende oefening een cijfer tussen de 0 en 10 gaf. Dit cijfer werd gebaseerd op de ervaren intensiteit van de participant tijdens deze oefening waarbij een 0 'totaal niet zwaar' en 10 'ondraaglijk zwaar' representeerde. De score van 7 was hierbij het afkappunt.¹⁵ Bij een score ≥ 7 bleef de intensiteitsprikkel voor de desbetreffende oefening onveranderd voor de volgende training. Bij een score < 7 werd de intensiteit van de oefening voor de volgende training aangepast waarbij de opbouw uit schema 2 in bijlage 4 werd gehanteerd.

Looptrainingsinterventie (LI)

De LI vond eveneens tweemaal per week plaats. De invulling en opbouw van de training is samengesteld in samenwerking met een sportfysiotherapeut en een fysiotherapeut die vier jaar ervaring heeft in het begeleiden van hardlopers. Dit schema is te vinden in bijlage 5. Tijdens de training is gebruik gemaakt van de metronoom applicatie *Pro Metronome*. Deze applicatie is voor zowel Android als Apple gratis te downloaden. De trainingen vonden plaats in een plantsoen met variërende ondergrond waarbij er iedere training een willekeurige route werd gelopen. Na een gezamenlijke warming up kwamen enkele loop technische oefeningen aanbod. Specificaties van deze oefeningen zijn te vinden in het looptrainingsschema in bijlage 5. Na afloop van deze oefeningen gingen de participanten zelfstandig hardlopen op de metronoom (180 BPM) waarbij oortjes werden gebruikt om interferentie te voorkomen. De duur van deze loop werd opgebouwd middels het van tevoren vastgestelde intervalschema. De cooling down vond onder supervisie plaats. Gedurende de hele training was er een onderzoeker aanwezig.

Statistische analyse

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van IBM SPSS Statistics 23. Met behulp van dit programma is de beschrijvende en toetsende statistiek uitgevoerd. Vanwege de beperkte sample size is er gekozen voor het gebruik van de Shapiro-Wilk test om de normaliteit van de data te bepalen.³¹

Voor de toetsende statistiek is het betrouwbaarheidsinterval gezet op 95% waarbij de statistische significantie is vastgesteld op $p < 0,05$.

Een ongepaarde t-toets werd gebruikt om verschillen in de beschrijvende statistiek tussen de interventie groepen op significantie te toetsen. Wegens het binaire karakter van de variabele 'blessuregeschiedenis', is er gekozen om deze te toetsen middels de Chi-kwadraat toets. Om de effectiviteit van de interventies ten opzichte van elkaar te vergelijken wat betreft het effect op de dynamische q-angle is een onafhankelijke t-toets toegepast. Hierbij luidde de hypothese dat de LI de dynamische q-angle meer of evenveel verkleint als de KI. De alternatieve hypothese was daarbij als volgt geformuleerd: de LI verkleint de dynamische q-angle minder dan de KI.

Naast het beantwoorden van de onderzoeksvraag zijn er andere statistische analyses losgelaten op de verworven data. Middels een ongepaarde t-toets is er gekeken naar een relatie tussen enerzijds het BMI, de spier- en vetmassa uitgedrukt in percentage en anderzijds het hebben van een grote dynamische q-angle verworven bij T0. Hierbij werd de onderzoekspopulatie gerangschikt waarbij het BMI, de spiermassa en het vetpercentage werden opgedeeld in categorieën. Zie tabel 2 voor specificaties. Gezien het feit dat deze variabelen onderverdeeld kunnen worden in meer dan twee groepen is de ANOVA toets toegepast. Deze toetsing is uitgevoerd om een advies te kunnen geven over de keuze voor participatie van een individu aan een van de preventietrainingen.

Middels beschrijvende statistiek is er gekeken of het aantal participanten met een risico op het ontstaan van blessures aan het onderlichaam (q-angle $\geq 20^\circ$ en/of sprake van asymmetrie in q-angle tussen het linker- en rechterbeen van $\geq 4^\circ$) verminderd is bij T1 ten opzichte van T0.

Een gepaarde t-toets is gebruikt om te bepalen of er sprake is van een significante verkleining van de dynamische q-angle binnen beide interventie groepen. De gepaarde t-toets is ook toegepast om te toetsen of er in subgroepen binnen een interventiegroep sprake is van een significante verbetering van de dynamische q-angle. Hierbij is er een onderverdeling gemaakt voor het BMI, de spiermassa en het vetpercentage zoals beschreven in tabel 2.

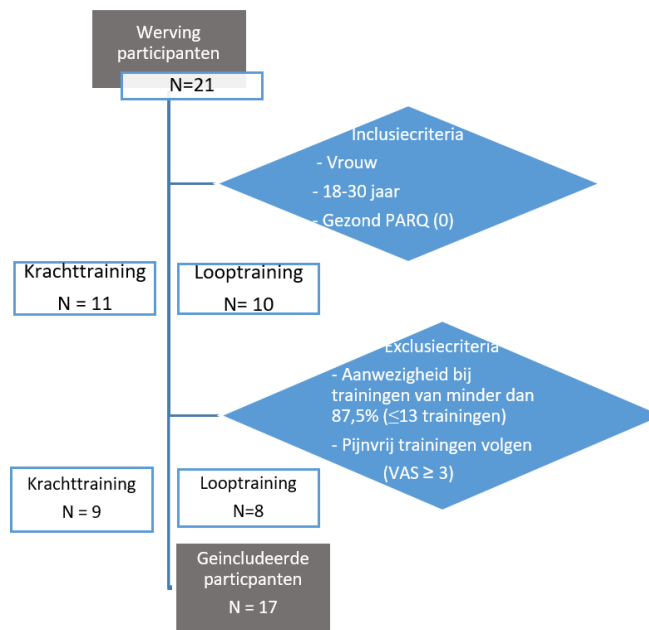
Tabel 1 Indeling categorieën antropometrische gegevens

	Laag	Normaal	Hoog	Zeer hoog
BMI*	< 18,5	18,5 – 25,9	25 – 29,9	> 30
Lichaamsvetpercentage	<21,0	21,0 - 32,9	33,0 - 38,9	>39,0
Spiermassapercentage	<24,3	24,3 - 30	30,4-35,3	>35,4

*BMI= body mass index

Resultaten

Van de 21 vrouwelijke participanten tussen de 18-29 jaar zijn er vier participanten geëxcludeerd wegens het niet voldoen aan de in- en exclusiecriteria. Dit heeft geresulteerd in 17 participanten (KI n=9, LI n=8) waarvan de data zijn verwerkt. Zie de flowchart in figuur 3 voor specificaties van dit proces.



Figuur 3 Flowchart in- en exclusie participanten

De karakteristieken van de participanten zijn in tabel 3 weergegeven. De variabelen hebben voldaan aan de aanname normaliteit met uitzondering van de variabele leeftijd ($p=0,018$) bij de KI-groep. Op basis van de Q-Q plots in combinatie met inachtneming van de sample size is de normaliteit van leeftijd in de KI-groep aangenomen, zie figuur 1 in bijlage 6.

Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de interventiegroepen met uitzondering van het verschil in aantal participanten met een blessuregeschiedenis aan de onderste extremiteit ($p=0,006$), zie tabel 3. Bij de KI gaf de dynamische q-angle rechts een statistisch significante p-waarde van 0,032. Middels een Q-Q plot is deze toch beoordeeld als normaal verdeeld, zie figuur 2 in bijlage 6. De andere variabelen lieten een p-waarde groter dan 0,05 zien.

Tabel 2 Karakteristieken interventiegroepen

	Totaal	Krachtinterventiegroep	Loopinterventiegroep	p-waarde
Participanten	17	9	8	
Leeftijd in jaren (gem* $\pm$ SD**)		23.4 $\pm$ 1.94	21.6 $\pm$ 1.5	0,050
Lengte in cm (gem $\pm$ SD)		169.2 $\pm$ 5.4	171.0 $\pm$ 6.7	0,539
Gewicht in kg (gem $\pm$ SD)		67,6 $\pm$ 9.6	66.8 $\pm$ 9.8	0,875
BMI (gem $\pm$ SD)		23.6 $\pm$ 2.9	22.8 $\pm$ 2.5	0,524
Spiermassa (percentage)		29.6 $\pm$ 4.1	27.2 $\pm$ 1.4	0,653
Vetpercentage (percentage)		32.4 $\pm$ 6.0	34.1 $\pm$ 4.0	0,576
Activiteit in minuten ***		191.11 $\pm$ 86.2	100 $\pm$ 96.6	0,058
Blessure geschiedenis****	11	7	4	0,006

*gem=gemiddelde ** SD=standaard deviatie ***activiteit in minuten: aantal minuten wekelijks besteed aan een fysieke(sport)activiteit, **** Blessure geschiedenis: aantal participanten waarbij sprake is van een voormalige blessures aan de onderste extremiteit

In tabel 4 zijn de gemiddelde veranderingen, T1 ten opzichte van T0, van de dynamische q-angle weergegeven voor beide benen. In beide groepen geeft deze verandering een verkleining van de dynamische q-angle weer. Zowel links als rechts is er geen significant verschil te zien, respectievelijk $p=0,495$ en $p=0,085$, wat betreft de effectiviteit van de interventiegroepen ten opzichte van elkaar.

Er is geen statistisch significante interactie gevonden tussen de subgroepen van het BMI (links: $p=0,510$, rechts: $p=0,311$), de spiermassa (links: $p=0,611$ en rechts: $p=0,380$) en de vetmassa (links: $p=0,390$ en rechts: $p=0,182$) in verhouding tot de dynamische q-angle bij T0. Zie tabel 1 in bijlage 7.

In tabel 5 is het aantal participanten met risico op blessures aan de onderste extremiteit weergegeven bij T0 en T1. De aanwezigheid van een risico op blessures, een grote q-angle ($\geq 20^\circ$) en/of een asymmetrie groter of gelijk aan 4 graden, is bij de KI afgenomen ($n=1$) in tegenstelling tot de toename ($n=1$) bij de LI.

Binnen de interventiegroepen is er een significante verkleining gevonden van de dynamische q-angle van het rechterbeen bij de KI, te weten $p=0,004$. Evenals beide benen in de loopgroep toonde het linkerbeen van de KI geen significant verschil aan.

Tabel 3 Verkleining dynamische q-angle KI ten opzichte van LI

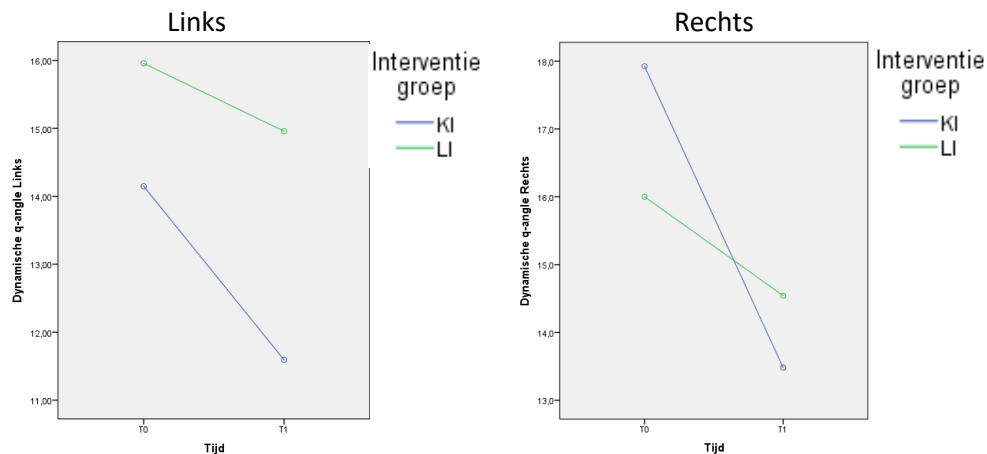
	Verkleining dynamische q-angle links	Verkleining dynamische q-angle rechts
Krachtinterventiegroep (gem* $\pm$ SD**)	2,56 $\pm$ 4,26	4,43 $\pm$ 3,41
Loopinterventiegroep (gem $\pm$ SD)	1,00 $\pm$ 4,93	1,47 $\pm$ 3,19
p-waarde	0,495	0,085

*gem=gemiddelde **SD= standaard deviatie

Tabel 5 Aantal participanten met risico op een blessure

	Krachtinterventiegroep		Loopinterventiegroep	
	T0	T1	T0	T1
Q-angle ≥ 20 graden	3	1 ↓	4	2 ↓
Asymmetrie q-angle ≥ 4 graden	5	3 ↓	2	4 ↑
Participanten met risico*	5	4 ↓	4	5 ↑

* Participanten die een q-angle ≥ 20 hebben bij één of beide benen en/of een verschil tussen de hoeken van beide benen vertonen van ≥ 4 graden



Figuur 4 Verandering gemiddelde dynamische q-angle T1 ten opzichte van T0

Hierbij gold voor de LI een p-waarde van 0,585 voor het linkerbeen en $p=0,235$ voor het rechterbeen. Het linkerbeen van de KI liet een waarde van $p=0,109$ zien. Figuur 4 geeft een grafische weergave van de gemiddelde dynamische q-angles voor beide interventies voor en na de interventieperiode.

Na subgroepering binnen de interventiegroepen op basis van BMI, spier- en vetmassa is er wederom een significant verschil gevonden wat betreft de verkleining van de dynamische q-angle van het rechterbeen in de krachtgroep onder de participanten met een normaal BMI, te weten $p=0,032$. Tussen de overige subgroepen is geen significant verband geconstateerd van de verkleining van de dynamische q-angle, zie tabel 2 in bijlage 7.

Discussie

Naar aanleiding van de hoge incidentie en prevalentie van sportblessures aan de onderste extremiteit en de bestaande kennis over de risicofactor van een vergrote dynamische q-angle is het achterhalen van een effectieve preventieve methode voor het verkleinen van deze q-angle noodzakelijk. In deze studie is een effectief gebleken krachtttrainingschema ter versterking van de heupabductoren en – exorotatoren vergeleken met een veelbelovende interventie waarbij de stapfrequentie verhoogd wordt ter verkleining van de grondreactiekrachten op de knie. Het doel van dit onderzoek was het achterhalen welke van deze interventies in acht weken het grootste effect heeft op het verkleinen van de dynamische q-angle en dus geadviseerd wordt ter preventie van blessures aan de onderste extremiteit.

Uit de statistische analyse is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen de effectiviteit van de KI ten opzichte van de LI op het verkleinen van de dynamische q-angle (links: $p=0,495$ en rechts: $p=0,085$). Wel is er een duidelijke verkleining van de dynamische q-angle in beide interventiegroepen zichtbaar, namelijk links $2,56^\circ$ (SD 4,26) en rechts $4,43^\circ$ (SD 3,41) bij de KI. Bij de LI was er een verschil zichtbaar van $1,00^\circ$ (SD 4,93) links en rechts $1,47^\circ$ (SD 3,19). Deze trend is het grootst bij de populatie die deelnam aan de KI en laat zelfs een significante verbetering van de dynamische q-angle zien in het rechterbeen ($p=0,004$). Zie tabel 2 in bijlage 7 voor specificaties. Hieruit volgt dat de nulhypothese is verworpen en de alternatieve hypothese is aangenomen. Er kan worden geconcludeerd dat KI effectiever is dan LI ter verkleining van de dynamische q-angle bij gezonde vrouwen tussen de 18-29 jaar die een sport beoefenen waar hardlopen een basis voor vormt. Om deze

reden wordt KI voor deze populatie geadviseerd ter verkleining van een risicofactor voor het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit.

Er is gebleken dat er bij de nulmeting geen significante interactie bestond tussen enerzijds het BMI, de spiermassa en het vetpercentage en anderzijds de grootte van de dynamische q-angle. Dit zou verklaard kunnen worden door het feit dat er te weinig participanten met een verhoogd BMI deelnamen en er mogelijk pas een verband tussen het BMI en de dynamische q-angle aangetoond kan worden vanaf een verhoogd BMI. Hetzelfde gold voor zowel de spiermassa als het vetpercentage waarbij de sample size binnen de subgroepen ontoereikend was om een mogelijke relatie te kunnen laten zien.

Verder is er gekeken naar het verschil in de dynamische q-angle bij T1 ten opzichte van T0 binnen de interventiegroepen waarbij deze zijn onderverdeeld in subgroepen op basis van de hierboven beschreven antropometrische gegevens. Er is een significant verschil aangetoond in de afname van de dynamische q-angle van het rechterbeen bij de KI in de subgroep met een normaal BMI ($p=0,032$). Vanwege het beperkte aantal participanten binnen de subgroepen ($n<5$) is er verder niet kunnen stratificeren en kunnen er geen harde adviezen volgen op basis van deze data.

Het aantal participanten dat volgens de literatuur onder de risicogroep valt (q-angle ≥ 20 graden) is afgenomen.^{7,8,12} Voor beide interventiegroepen geldt dat dit een afname is van $n=2$. Het totale aantal participanten met een risico is echter gelijk gebleven. Dit kan toegeschreven worden aan het feit dat de grootte van de q-angles ($\geq 20^\circ$) is afgenomen maar dat het aantal participanten met een asymmetrie in q-angles ($\geq 4^\circ$) is toegenomen. De trend van de vermindering in het aantal participanten met een risico als gevolg van een q-angle $\geq 20^\circ$ is voor beide interventies veelbelovend.

Het feit dat bij de KI het rechterbeen wel een significante verkleining van de dynamische q-angle laat zien en het linker been niet zou verklaard kunnen worden door het feit dat de krachttrainingsgroep veel hockeyspeelsters bevatte. Bij het beoefenen van deze sport wordt er met het linkerbeen uitgestapt wat erin zou kunnen resulteren dat het rechterbeen minder ontwikkeld is ten opzichte van het linkerbeen wanneer er wordt gekeken naar kracht en stabiliteit. Het rechterbeen kan hierdoor een groter trainingseffect hebben doorgemaakt.

Tot op heden is er geen onderzoek verschenen dat het effect van looptraining met de focus op het verhogen van de stapfrequentie ten opzichte van krachttraining voor de onderste extremiteit vergelijkt op het verkleinen van de dynamische q-angle. Wel zijn er onderzoeken beschikbaar die de interventies los van elkaar onderzoeken.

In dit onderzoek is een significant verschil aangetoond voor de verkleining van de dynamische q-angle van het rechterbeen na het ondergaan van de acht weken durende KI. Het onderzoek van Lek (2016) heeft echter een significante verbetering voor zowel het linker- als rechterbeen laten zien.¹⁵ Dit verschil zou verklaard kunnen worden door een uiteenlopende executie van de metingen en trainingen zoals in de methode is beschreven.

Het onderzoek van Pelzer et al. (2017) ondersteunt een systematisch gebruik van trainingsvariabelen als het aantal herhalingen, sets en pauze tussen de sets. Volgens dit onderzoek vormen deze variabelen de grootste trigger voor neuromusculaire adaptaties tijdens een korte periode van krachttraining.³⁴ Voor de KI is gebruik gemaakt van de systematische opbouw volgens het bewezen effectieve KRS systeem en zijn de toegepaste parameters daarmee optimaal. Pelzer et al. (2017) halen het onderzoek van Kok et al. (2009) aan waarbij vrouwen die op amateuristisch niveau sportten en

onbekend waren met krachttraining een negen weken durend krachttrainingsprogramma volgden met een trainingsfrequentie van drie trainingen per week. Dit onderzoek laat een grote verbetering van het 1RM zien, te weten 22-35%.³⁵ Dit resultaat is volgens Pelzer et al. toe te schrijven aan de langere trainingsperiode en -frequentie en de trainingsstatus van de onderzoekspopulatie. Hieruit zou de conclusie kunnen worden getrokken dat de KI een ander resultaat kan laten zien bij een getrainde onderzoekspopulatie. Het zou echter ook kunnen betekenen dat een interventie van langere duur en een hogere trainingsfrequentie betere resultaten teweeg kan brengen bij zowel getrainde als ongetrainde sporters. Verder onderzoek zou kunnen uitwijzen of het veranderen van deze variabelen een positief effect heeft op de resultaten van de KI. Uit onderzoek van Karni A. et al. (1998) blijkt dat het aanleren van een nieuwe motorische vaardigheid neurologische processen in gang zet die tot uren na de activiteit nog in werking zijn. Een kort durende trainingsperiode kan zelfs significante verbeteringen laten zien in de hersenactiviteit en lange termijn effecten initiëren. Het effect van training kan worden opgedeeld in 'snel' en 'langzaam' leren. De hypothese hierbij is dat 'snel' leren verantwoordelijk is voor het perfectioneren van processen en het optimaliseren van neurologische routes en 'langzaam' leren verantwoordelijk is voor veranderingen op de lange termijn.³⁶ Dit wekt de suggestie dat er met 8 weken al sprake is van een trainingseffect voor zowel de KI als LI. Een langere trainingsperiode zou echter de duur van dit effect kunnen verlengen en daarmee zijn preventieve functie nog beter kunnen vervullen.

Er is voornamelijk geen onderzoek verschenen dat de invloed van een looptraining waarbij beoogd wordt de stapfrequentie te verhogen door gebruik van een metronoom in relatie tot het verkleinen van de dynamische q-angle onderzoekt. Wel bestaan er onderzoeken die de relatie tussen het verhogen van de stapfrequentie en de krachten op de knie hebben onderzocht. Deze onderzoeken laten zien dat het verhogen van de stapfrequentie gepaard gaat met een significante vermindering van de krachten op de knie.^{3,18,19,32,33} Dit ondersteunt en verklaart de aangetoonde verkleining van de dynamische q-angle.

Kijkende naar de resultaten van dit onderzoek moeten een aantal beperkingen in acht worden genomen. Zo is het onderzoek toegepast op een beperkte sample size. Vanwege ethische overwegingen heeft er geen randomisatie wat betreft indeling voor de interventies plaatsgevonden, de participanten zijn op eigen voorkeur ingedeeld. Kijkend naar de verschillen tussen de interventiegroepen is er een significant verschil in de blessuregeschiedenis geconstateerd. Ook was er tussen de interventiegroepen een noemenswaardig niet significant verschil in het activiteitsniveau en de leeftijd zichtbaar. Dit kan de resultaten mogelijk hebben beïnvloed.

De nul- en eindmeting zijn voor de participanten niet op hetzelfde tijdstip afgenomen. Dit kan erin hebben geresulteerd dat met name de antropometrische gegevens niet volledig betrouwbaar zijn. Het mogelijke verschil in gegevens zal echter klein zijn waardoor de resultaten van de metingen voornamelijk een accuraat beeld schetsen van de status van de participanten.

Voor het afnemen van zowel de nul- als eindmeting is een vaste lijn aangehouden. Er is gebruik gemaakt van hetzelfde materiaal, de uitgangshouding van de participanten tijdens het meten van de statische q-angle was gelijk en de participanten zijn geïnstrueerd tot het dragen van hetzelfde schoeisel bij beide metingen.

De dynamische q-angle is middels videoanalyse bepaald door één onderzoeker omdat uit onderzoeken naar de betrouwbaarheid van deze meetinstrumenten is gebleken dat de

intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid hoger is dan de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Dit heeft geresulteerd in een betrouwbare analyse van de dynamische q-angle. Mogelijke meetfouten moeten in acht worden genomen.

Er is er bewust voor gekozen om de participanten tijdens het filmen van het looppatroon niet in te lichten over het beoogde doel van de video: het vaststellen van de dynamische q-angle. Dit om eventuele (on)bewuste aanpassingen in het looppatroon te voorkomen.

De loopband bevond zich naast een raam. Doordat het filmen van het looppatroon van de participanten op verschillende tijdstippen van de dag heeft plaatsgevonden was er sprake van wisselende lichtinval. Ook de kwaliteit en met name de resolutie van de gebruikte camera's moet in acht worden genomen. Deze aspecten zouden voor een minder betrouwbare analyse van de dynamische q-angle kunnen hebben gezorgd.

Het vaststellen van de dynamische q-angle met gebruik van een loopband was voor de participanten niet de meest functionele setting. In een ideale situatie zou de dynamische q-angle gemonitord moeten worden in een sportsetting die specifiek is voor de sport van elke participant. De keuze voor het gebruik van een loopband is echter vanuit een onderzoeksperspectief het meest praktisch.

Om het vaststellen van de dynamische q-angle voor elke participant toch zo specifiek mogelijk te maken is er voor gekozen om de participanten op eigen voorkeursnelheid te laten lopen, ervan uitgaande dat deze loopsnelheid het meest wordt toegepast tijdens het beoefenen van de eigen sport. Het verschil in voorkeursnelheid tussen de participanten kan er echter wel in hebben geresulteerd dat er sprake is geweest van verschillende grondreactiekrachten op de knie die daarmee een verschil in grootte van de dynamische q-angle in de hand kan werken. Bontekoning laat echter zien dat de loopsnelheid onafhankelijk is van de stapfrequentie, bij een hogere snelheid blijft deze gelijk maar worden de stappen groter.³⁷ Hieruit kan geconcludeerd worden dat het lopen op verschillende voorkeursnelheden geen invloed hoeft te hebben gehad op het valgiseren van het kniegewricht bij de participanten. Er is daarnaast bewust gekozen om de participanten bij T1 wederom de eigen voorkeursnelheid in te laten stellen om voor elke participant een zo functioneel mogelijke setting te waarborgen.

Om bias te voorkomen is ervoor gekozen om blinding toe te passen tijdens de analyse van de dynamische q-angle. Op de filmfragmenten was enkel het onderlichaam van de participant zichtbaar. Deze filmfragmenten werden genummerd waardoor de beoordelaar geblindeerd werd tijdens de videoanalyse.

De participanten voerden de krachtraining uit onder begeleiding van één van de onderzoekers die afwisselend de begeleiding verzorgden. Middels een gepersonaliseerd schema was de begeleider te allen tijde op de hoogte van de accurate trainingsintensiteit per participant. Om te zorgen dat de oefeningen op dezelfde wijze uitgevoerd en gecorrigeerd werden is er een schema gemaakt, ondersteund met afbeeldingen, om discrepantie te voorkomen.

De trainingen zijn niet op vaste tijden gegeven, de momenten konden per week verschillen met als gevolg een trainingsprikkel die soms één dag en soms 4 dagen uit elkaar kon liggen. De volgorde van de oefeningen bij de KI stond vanwege praktische redenen niet vast. Om deze reden kan de opbouw in intensiteit beïnvloed zijn. Hierbij kan er gedacht worden aan het uitvoeren van een oefening aan het begin of juist het einde van de training waardoor deze het ene moment wel in intensiteit

verhoogd kon worden en de andere keer niet als gevolg van voorvermoeidheid. Dit resulteerde erin dat de toename in intensiteit per participant, per training en per oefening kon verschillen.

Het verhogen van de intensiteit van een oefening vond stapsgewijs plaats maar was wegens het beschikbare materiaal niet altijd optimaal. Dit kwam met name tot uiting bij de exorotatie oefening voor de heup. Bij deze oefening waren de stappen voor gewichtstoename te groot. Middels losse gewichten in de vorm van dumbbells en/of gewichtsschijven is er een beter passende opbouw geïmproviseerd.

De participanten trinden onder begeleiding waarbij maximaal twee participanten tegelijk aan het trainen waren. Hierdoor was er veel aandacht voor de uitvoering van de oefeningen en het bijstellen van de intensiteit waar nodig. Als gevolg kon er bij elke training een optimale trainingsprikkel gegeven worden. Aan het effectief bewezen krachttrainingsprogramma is één oefening toegevoegd op basis van positieve ervaringen van de opdrachtgever. De mogelijkheid bestaat dat deze toevoeging de resultaten al dan niet positief heeft beïnvloed.

Daar waar de krachtraining goed controleerbaar was vanwege de constante begeleiding was dit bij de looptraining niet mogelijk. De intervalloop op de metronoom vond individueel plaats. De begeleider gaf waar mogelijk advies en/of correcties aan de participanten. De participanten liepen zelfstandig in en rondom een plantsoen. Dit betekent dat er tijdens het lopen geen garantie was dat de participanten daadwerkelijk 180 maal per minuut hun voeten aan de grond zetten.

Het looptrainingsschema was een intervalschema voor beginners. Enkele participanten waren echter niet in staat om dit schema met 180 passen per minuut vol te houden omdat deze beperkt werden door het uithoudingsvermogen. Dit kan erin geresulteerd hebben dat er gelopen werd op een lagere stapfrequentie dan beoogd.

Alle participanten voldeden bij het missen van twee trainingen nog aan de criteria voor inclusie in de resultaten. Dit kon betekenen dat een participant twee weken lang maar één keer in de week een training volgde of een hele week niet aanwezig was. Het aanscherpen van deze criteria naar het missen van maximaal twee niet opeenvolgende trainingen zou mogelijk een beter effect opleveren wanneer de reversibiliteit van trainen in acht genomen wordt.³⁰

Gezien de populatie is verder onderzoek gewenst om de gevonden resultaten te kunnen generaliseren. Hierbij kan worden gedacht aan de grootte maar ook diversiteit van de onderzoekspopulatie. Daarnaast zou het voor toekomstig onderzoek interessant zijn om het effect van de acht weken durende interventieprogramma's op lange termijn in kaart te brengen. Ook zou onderzoek naar het verlengen van de interventieperiode van meerwaarde kunnen zijn. Of het effect op lange termijn resulteert in een vermindering van de prevalentie en incidentie wat betreft sportblessures aan de onderste extremiteit moet nog blijken. Verder onderzoek is geïndiceerd om over deze vraagstukken een uitspraak te kunnen doen.

Dit onderzoek laat een veelbelovende verkleining zien van de dynamische q-angle voor beide interventies. Aangezien de KI ondanks de beperkte sample size een grotere verkleining en zelfs bij één been een significant verschil laat zien geniet deze interventie de voorkeur. De meerwaarde van deze interventie is gebleken en kan in de praktijk in de vorm van een fysieke training worden ingezet bij sporten waar hardlopen de basis voor vormt. Deze interventie kan preventief worden ingezet bij gezonde vrouwen tussen de 18-29 jaar om een risicofactor voor het ontstaan van blessures aan de onderste extremiteit te verkleinen. Dit niet alleen ten gunste van de sporter zelf maar ook om in de toekomst maatschappelijke kosten te kunnen drukken.

Bibliografie

- ¹ VeiligheidNL. (2015, april). Cijferfactsheet sportblessures algemeen 2013 [13 paragrafen]. *VeiligheidNL* Beschikbaar: <https://www.veiligheid.nl/sportblessures/kennis/cijfers-over-sportblessures>.
- ² Worp, M. P. van der, Haaf, D. S. M. ten, Cingel, R. van, Wijer, A. de, Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., Staal, B. (2015). Injuries in Runners; A Systematic Review on Risk Factors and Sex Differences. *PLoS ONE*, 10(2), 1-18.
- ³ Allen, D. J., Heisler, H., Mooney, J., Kring, R. (2016). The effect of step rate manipulation on foot strike pattern of long distance runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(1), 54-63.
- ⁴ Murphy, D. F., Connolly, D. A. J., Beynnon, B. D. (2003). Risk factors of lower extremity injury: a review of the literature. *Brittish Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13-29.
- ⁵ Miljko, M., Grle, M., Kozul, S., Kolobarić, M., Djak, I. (2012). Intercondylar notch width and inner angle of lateral femoral condyle as the risk factors for anterior cruciate ligament injury in female handball players in Herzegovina. *Collegium antropologicum*, 36(1), 195-200.
- ⁶ Acevedo, R. J., Rivera-Vega, A., Miranda, G., Micheo, W. (2014). Anterior Cruciate Ligament Injury: Identification of Risk Factors and Prevention Strategies. *Current Sports Medicine Reports*, 13(3), 186-191.
- ⁷ Rauh, M. J., Koepsell, T. D., Rivara, F. P., Rice, S. G., Margherita, A. J. Quadriceps Angle and Risk of Injury Among High School Cross-Country Runners. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37(12), 725-733.
- ⁸ Livingston, L. A. (1998). The Quadriceps Angle: A Review of the Literature. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 28(2), 105-109.
- ⁹ Park, H. S., Wilson, N. A., Zhang, L. Q. (2008). Gender differences in passive knee biomechanical properties in tibial rotation. *Journal of Orthopaedic Research*, 26(7), 937-944.
- ¹⁰ Nilstad, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., Steffen, K. (2014). Risk Factors for Lower Extremity Injuries in Elite Female Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 42(4), 940-948.
- ¹¹ Jacobs, C. A., Uhl, T. L., Mattacola, C. G., Shapiro, R., Rayens, W. S. (2007). Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 76-83.
- ¹² Heiderscheit, B. C., Hamill, J., Caldwell, G. E. (2000). Influence of q-angle on lower extremity running kinematics. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 30(5), 271-278.
- ¹³ Cashman, G. E. (2012). The Effect of Weak Hip Abductors or External Rotators on Knee Valgus Kinematics in Healthy Subjects: A Systematic Review. *Journal of sport rehabilitation*, 21(3), 273-284.
- ¹⁴ Heiderscheit, B. C., Hamill, J., Caldwell, G. E. (2000). Influence of q-angle on lower-extremity running kinematics. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 30(5), 271-278.

- ¹⁵ Lek, K. (2015). Invloed op de dynamische q-angle door kracht training en core stability: een pilot study.
- ¹⁶ Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Lloyd Ireland, M., Johnson, R. J., Kibler, B., Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., Wojtys, E. M. (2000). Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: Risk Factors and Prevention Strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8, 141-150.
- ¹⁷ Souza, R. B. (2016). An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 27(1), 217-236.
- ¹⁸ Heiderscheit, B.C., Chumanov, E. S., Michalski, M. P., Wille, C. M., Ryan, M. B. (2012). Effects of Step Rate Manipulation on Joint Mechanics during Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 296-302.
- ¹⁹ Bontekoning, Y. (2014) Hardloopplessures; wat is wetenschappelijk onderzocht en onderbouwd? *De Medische Voet*, 16-19.
- ²⁰ Lenhart, R. L., Smith, C. R., Vignos, M. F., Kaiser, J., Heiderscheit, B. C., Thelen, D. G. (2015). Influence of step rate and quadriceps load distribution on patellofemoral cartilage contact pressures during running. *Journal of Biomechanics*, 48(11), 2871-2878.
- ²¹ Chumanov, E. S., Wille, C. M., Michalski, M. P., Heiderscheit, B. C. (2012). Changes in muscle activation patterns when running step rate is increased. *Gait and Posture*, 36(2), 231-235.
- ²² Schubert, A. G., Kempf, J., Heiderscheit, B. C. (2014). Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 6(3), 210-217.
- ²³ Lieberman, D. E. (2012). What we can learn about running from barefoot running: an evolutionary medical perspective. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(2), 63-72.
- ²⁴ Talma, H., Chinapaw, M. J., Bakker, B., HiraSing, R. A., Terwee, C. B., Altenburg, T. M. (2013). Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obesity Reviews*, 14(11), 895-905.
- ²⁵ Moral-Muñoz, J. A., Esteban-Moreno, B., Arroyo-Morales, M., Cobo, M. J., Herrera-Viedma, E. (2015). Agreement between face-to-face and free software video analysis for assessing hamstring flexibility in adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2661-2665.
- ²⁶ Damsted, C., Nielsen, R. O., Larsen, L. H. (2015). Reliability of video-based quantification of the knee- and hip angle at foot strike during running. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 147-154.
- ²⁷ Damsted, C., Larsen L. H., Nielsen, R. O. (2015). Reliability of video-based identification of footstrike pattern and video time frame at initial contact in recreational runners. *Gait and Posture*, 42(1), 32-35.
- ²⁸ Magee, D. J. Orthopedic Physical Assessment. Philadelphia: Saunders; 2002. p. 847-849.

- ²⁹ Hein, E. (2011) Het kracht revalidatie systeem (KRS©). *KRACHTtraining*, 26, 5-8.
- ³⁰ De Morree, J. Jongert, M. W. A., van der Poel, G. Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2011.
- ³¹ Razali, M. M., Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- ³² Heiderscheit, B. C. et al. (2011). Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 296-302.
- ³³ Hobara, H. et al. (2012). Step frequency and lower extremity loading during running. *International Journal of Sports Medicine*, 33(4), 310-313.
- ³⁴ Pelzer, T., Ullrich, B., Pfeiffer, M. (2017). Periodization effects during short-term resistance training with equated exercise variables in females. *European Journal of Applied Physiology*, 117(3), 441-454.
- ³⁵ Kok, L., Hamer, P. W., Bishop, D. J. (2009). Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 1797–1807.
- ³⁶ Karni A. et al. (1998). The acquisition of skilled motor performance: Fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, colloquium paper*, 95, 861-868.
- ³⁷ Bontekoning, Y.M. (2016). Hardlooptechniek analyse en instructie als interventie bij blessures. Bijscholing KNGF. 4-35.

Bijlage 1: Informatiebrief en informed consent

Informatiebrief betreffende participatie aan preventietraining ter verkleining van de dynamische q-angle.

Geachte mevrouw,



Als onderdeel van de Bachelor Fysiotherapie aan de Hanzehogeschool Groningen wordt u deze preventietraining aangeboden waarbij er een dataverzameling plaatsvindt. Uw deelname hieraan wordt gevraagd.

De achtergrond

Vanuit verschillende onderzoeken is gebleken dat het aantal sportblessures aan het onderlichaam de afgelopen jaren is gestegen. Een bewezen risicofactor voor het ontstaan van een groot aantal van deze blessures is een vergrote dynamische q-angle.

De q-angle is de hoek tussen de heup en de knie. Zie figuur 1. De dynamische q-angle is deze hoek gemeten tijdens het uitvoeren van een activiteit, in dit geval tijdens het hardlopen.

Aangezien een vergrote dynamische q-angle een risicofactor vormt voor het ontstaan van blessures aan het onderlichaam is het van groot belang om te achterhalen wat hier ter preventie aan gedaan kan worden. In de afgelopen jaren is middels onderzoek een krachttrainingsschema ontwikkeld wat deze dynamische q-angle lijkt te verkleinen. Naast het toepassen van een krachttrainingsschema heeft ook looptraining met de focus op het verhogen van de stapfrequentie een veelbelovend effect op het verkleinen van deze hoek.

Voor de trainingen die wij aanbieden is het de bedoeling dat er twee groepen vrouwelijke participanten worden gevormd (u bent vrij in de keuze voor loop- of krachttraining) die elk gedurende een periode van acht weken gaan participeren aan één van deze bewezen effectieve trainingsvormen.

Voor het starten van deze trainingsperiode zal er een nulmeting plaatsvinden waarbij naast het verkrijgen van uw fysieke gegevens middels een videoanalyse gemeten wordt wat uw dynamische q-angle tijdens het hardlopen is. Een tweede meting zal plaatsvinden na de trainingsperiode.

De verzamelde data zal anoniem gebruikt worden.

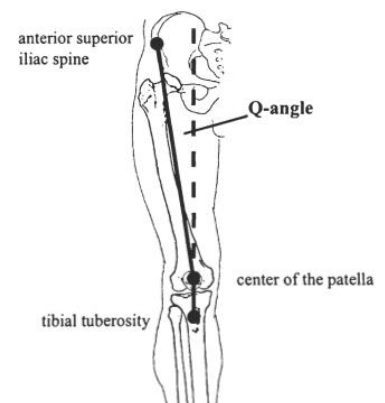
Door deel te nemen aan de preventietrainingen verkleint u mogelijk het risico op het ontstaan van blessures aan het onderlichaam.

Voor deelname hoeft u enkel toestemming te geven dat uw data (anoniem) gebruikt mogen worden.

De metingen en uw rol daarin

Voor aanvang van de trainingen zal u gevraagd worden langs te komen in de praktijk Construction Fysiotherapie, aan het Damsterdiep te Groningen. Hier zal de nulmeting plaatsvinden.

Voor het meten van de q-angle zullen een aantal herkenningspunten (in de vorm van stickers en stiften) op uw benen worden geplaatst en tijdens het hardlopen op de loopband zal de beweging van uw benen gefilmd worden. Daarnaast zullen er een aantal kleine fysieke metingen worden gedaan



Figuur 1- Q angle

zoals uw lengte en gewicht. Alle informatie vanuit de metingen zal anoniem gebruikt worden. De metingen zullen na 8 weken worden herhaald.

De krachtraining wordt twee maal per week voor maximaal twee participanten tegelijk onder begeleiding aangeboden zal inclusief de warming-up, cooling-down en het krachtschema in totaal een uur in beslag nemen. De trainingen zullen plaatsvinden in de fysiotherapie praktijk. De looptraining wordt twee maal per week in het Noorderplantsoen gegeven en neemt per training een uur tijd in beslag.

Toestemming

Door bijgevoegd formulier te ondertekenen, geeft u toestemming mee te willen doen aan de preventietrainingen. U geeft toestemming tot het verzamelen van uw data en bent zich ervan bewust dat deze informatie alleen door de betrokkenen van de preventietrainingen ingezien wordt. Bij het uitdragen naar de buitenwereld wordt anonimiteit gewaarborgd.

Ook na ondertekenen behoudt u het recht zich op ieder moment, zonder opgave van reden, uw deelname te stoppen. Deelname is volledig vrijwillig en op eigen risico.

Voor vragen kunt u contact opnemen met Loes Kievitsbosch. Contactinformatie is hieronder weergegeven.

Hopende op uw medewerking,

Loes Kievitsbosch en Fleur Timmerman

Contact: loeski@hotmail.com

Toestemmingsformulier participatie aan preventietraining ter verkleining van de dynamische q-angle.

Ik heb de informatie brief gelezen. Ik heb, waar nodig, meer vragen kunnen stellen. Al mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord. Ik heb voldoende tijd gehad om te beslissen wel of niet mee te doen.

Ik ben me ervan bewust dat deelname volledig vrijwillig en op eigen risico is en dat ik op ieder moment kan beslissen mijn deelname, zonder opgave van reden, in te trekken.

Ik ben me ervan bewust dat de betrokkenen bij de preventietrainingen mijn informatie kunnen inzien.

Ik geef toestemming tot gebruik van mijn data zodat het doel van de trainingen, zoals beschreven in de informatie brief, nagestreefd kan worden.

Ik wil meedoen aan de preventietrainingen.

Naam participant:

Handtekening:

Datum : __ / __ / __

Hierbij verklaar ik dat ik de participant volledig heb geïnformeerd over de preventietrainingen.

Indien er belangrijke zaken of veranderingen zijn waarvan de participant op de hoogte gesteld dient te worden, zal ik hem/haar zo snel mogelijk hiervan op de hoogte stellen.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Bijlage 2: Vragenlijst participanten nulmeting

Nummer participant:

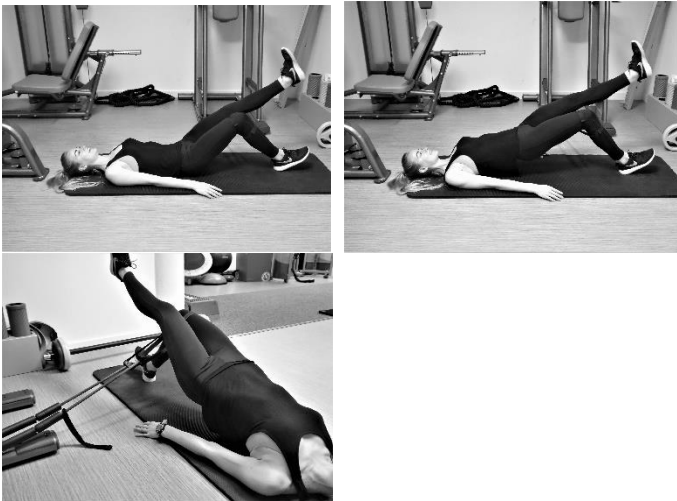
Leeftijd (in jaren)		
Lengte (in centimeters)		
Gewicht (in kilogrammen)		
BMI (in kilogram/meter ²)		
Vetpercentage		
Spiermassa (in percentage)		
Visceraal vet		
Momenteel blessure	Ja ☐ <i>Waar</i> <i>Hoe lang al klachten</i> <i>In behandeling bij een arts/fysiotherapeut/anders</i>	Nee ☐
Eerdere blessures	Ja ☐ <i>Waar</i> <i>Hoe lang en hoe vaak</i> <i>Behandeld door een arts/fysiotherapeut/anders.</i>	Nee ☐
Sport		
Team		
Trainingsdagen		
Duur training(en)		
Positie		
Andere fysieke activiteiten/trainingen	Ja ☐ <i>Wat</i> <i>Hoe vaak</i> <i>Hoe lang</i>	Nee ☐
Op de hoogte willen worden gebracht van de resultaten	Ja ☐	Nee ☐
Email		

Vookeurssnelheid na 5 minuten lopen		
Stapfrequentie op voorkeurssnelheid (30 seconden tellen, maal twee)		
Dynamische q-angle	Links	Rechts

Bijlage 3: Krachttrainingsschema

Oefening	Uitvoering en aandachtspunten
Squat	<i>Uitvoering</i>  Gebruik dynaband voor neuromusculaire feedback (rode dynaband: medium rek) <i>Aandachtspunten</i> - Gewicht op de middenvoet - Voorspanning op de core-musculatuur - Squat tot 90 graden knieflexie
Split squat	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Voorspanning op de core-musculatuur - Achterste knie blijft net boven de grond/aanraking van de grond zonder gewicht neming

Exorotatie	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Voorspanning core-musculatuur - Geen sprake van compensatie door uitgangshouding aan te passen - Tijd van excentrische aanspanning > concentrische aanspanning
Abductie	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Tijd van excentrische aanspanning > concentrische aanspanning
Planking	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Voorspanning core-musculatuur (hierdoor neutrale houding van de wervelkolom)

	- Benen worden gestrekt opgetild waarbij de hoogte van optillen minimaal is
Eenbenige deadlift	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Voorspanning core-musculatuur (hierdoor neutrale houding van de wervelkolom) - Standbeen in lichte flexie - Bij terugkomen blijft het gewicht op het standbeen waardoor er geen gewicht neming van het te bewegen been plaatsvindt
Eenbenige brug	<i>Uitvoering</i>  <i>Aandachtspunten</i> - Voorspanning core-musculatuur - Standbeen: tenen maken geen contact met de grond - Contralaterale been: in geëxtendeerde positie in het verlengde van het standbeen - Het matje wordt tijdens de oefening enkel aangeraakt met de voet van het standbeen, de boven rug, schouders en armen. De billen mogen de grond niet raken.

Crab walk

Uitvoering



Aandachtspunten

- Er wordt tussen de pionnen heen en weer gelopen waarbij het heen en weer lopen telt als één herhaling.
- Gedurende één herhaling wordt er in de squat houding gebleven
- De elastieken blijven op spanning: voeten staan op schouderbreedte en er worden kleine stapjes gezet
- Het achterste been plaatst de voet actief naast de voorste voet waarbij er tegenkracht wordt gegeven aan het elastiek

Bijlage 4: Opbouw trainingsintensiteit krachtraining

Oefeningen Krachtraining

- | | |
|----------------|-----------------------|
| 1) Squat | 5) Eenbenige deadlift |
| 2) Split Squat | 6) Plank |
| 3) Abductie | 7) Eenbenig bruggetje |
| 4) Exorotatie | 8) Crabwalks |

Schema 1: Opbouw intensiteit oefening 1, 2, 3, 4

Training	Trainingsdoel	Intensiteit	Sets x HH*
1	Uitleg + aanleren techniek. Submaximaaltest voor bepaling 1RM	1 ^{ste} set geen gewicht/licht gewicht 2 ^{de} set op inschatting van +/- max 10 HH	1 ^{ste} set 15 HH 2 ^{de} set submaximaal test
2-4	Uithoudingsvermogen	50% van 1RM**	3 x 15 (3 ^{de} set maximaal 15 correct uitgevoerde HH)
5-8	Hypertrofie	60-70% van 1RM	3 x 12 (3 ^{de} set maximaal 12 correct uitgevoerde HH)
9-12	Hypertrofie	70-80% van 1RM	3 x 8 (3 ^{de} set maximaal 8 correct uitgevoerde HH)
13-16	Maximaal kracht	80-90% van 1RM	3 x 5 (3 ^{de} set maximaal 5 correct uitgevoerde HH)

*HH: herhalingen **1RM: 1 Repetitive Maximum

Schema 2: Opbouw intensiteit oefening 5, 6, 7, 8

Oefening	Sets x HH	Opbouw in intensiteit
5	3 x 10	Db* van 3 kg** – 4 kg – 5 kg – 6 kg – 7 kg – 8 kg – 9 kg – 10 kg – 11 kg – 12 kg (Kb***) – kleine barbell (12,5 kg) – kleine stang + 2,5 kg – 16 kg (Kb) – kleine barbell + 5 kg – 20 kg (Kb)
6	5 sets	30sec planken/30sec rust – 35/25 – 40/20 – 45/15 – 40/20 + 5 kg (schijf op de rug) – 40/20 + 7,5 kg – 40/20 + 10 kg
7	3 x 15	1. DB medium**** (dubbel) 2. Afstand vergroten (meer rek op elastiek) 3. DB strong***** (dubbel) 4. Afstand vergroten (meer rek op elastiek) 5. Gewicht toevoegen (schijf op bekken: 2,5 – 5 – 10 – 15 kg)
8	1, 2 of 3 sets	1. 1x(2x3m) 2x PRB low***** 2. 2x(2x3m) 2x PRB low 3. 3x(2x3m) 2x PRB low 4. 3x(2x4m) 2x PRB low 5. 3x(2x5m) 2x PRB low 6. 3x(2x6m) 2x PRB low 7. 3x(2x7m) 2x PRB low 8. 3x(2x7m) 2x PRB medium***** 9. 3x(2x7m) 2x PRB high*****

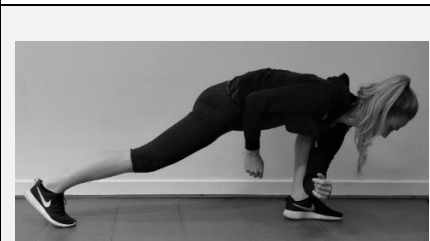
*Db: Dumbell **kg: kilogram ***Kb: Kettlebell ****DB medium: licht rode Dyna Band ***** donker rode Dyna Band *****PRB low: rode Pure Resistance Band *****PRB medium: groene Pure Resistance Band ***** zwarte Pure Resistance Band

Bijlage 5: Looptrainingsschema

Oefeningen bewustwording lichaamshouding en foutieve looptechnieken

OEFENING	UITVOERING	TOELICHTING
1	Hakken lopen	Ervaren gewichtsverdeling op de voet
2	Tenen lopen	
3	Hardlopen met hoofd in extensie	Ervaren van onjuiste positie hoofd "" ""
4	Hardlopen met hoofd in flexie	
5	Hardlopen met hoofd neutrale positie	
6	"Zwaar" lopen	Ervaren passieve loop (lang grondcontact)
7	Op hete kolen lopen	Ervaren actieve loop (kort grondcontact)
8	Verbeteren actieve armzwaai	Bewustwording foutieve en correcte armzwaai
8.1	Overdreven armzwaai (voor, achter en beide)	
8.2	Van gestrekte armen naar steeds verder gebogen tot minimale range of motion	
8.3	Armen doorzwaaien tot handen boven het hoofd	Verbeteren ontspannen schouders
8.4	Foutieve bewegingen afwisselen met goede bewegingen	Ervaren van het effect van de armzwaai
	<i>Voorbeelden foutieve armzwaai:</i> - Gestrekte armen - Gebogen armen en geforceerd achter het lichaam gehouden - Armen in bokshouding - Lopen zonder armzwaai - Opgetrokken schouders - Lopen met borstbeen naar voren	
8.5	Lopen met 1 arm stil (omhoog of zijwaarts statische houding)	

Invulling warming-up en cooling down		
Warming up	10 min	Loop ABC c.a. 200 m - 50 m huppelen - 50 m knieheffen - 50 m hakken/bil - 50 m huppelen Dynamische stretch (10 uitval passen per been, zie volgende pagina voor uitvoering)
Cooling down	10 min	400 meter rustig uitlopen Dynamische stretch

Dynamische stretch	Vooraanzicht	Zijaanzicht
Stap 1: Knie naar de borst		
Stap 2: Uitvalspas		
Stap 3: Elleboog ipsilaterale zijde richting mediale zijde van de voet		
Stap 4: Beweeg de tenen van de voorste voet omhoog		
Stap 5: Doorstappen en opnieuw beginnen bij stap 1, ditmaal met de andere knie		

Invulling LI per training

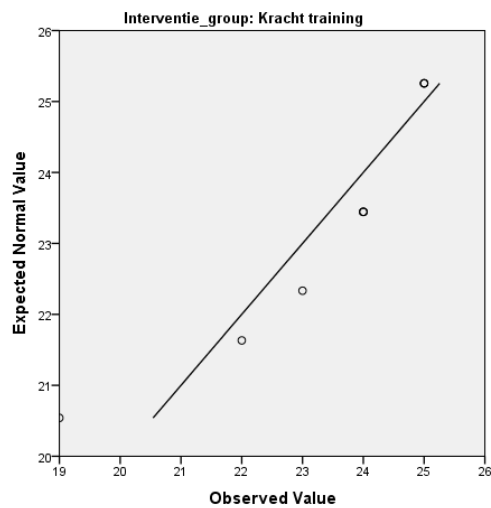
	Training 1	Training 2	Training 3	Training 4
Warming up*	X	X	X	X
Bewustwording houding	X	X	X	X
Armzwaai op metronoom (stilstand)	X	X	X	X
Lopen op metronoom (op de plaats)	X	X	X	X
Hardlopen op metronoom	2x4 min lopen 2x2 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen	2x4 min lopen 2x2 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen	2x8 min lopen 2x3 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen	2x6 min lopen 2x2 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen
Cooling down**	X	X	X	X

	Training 5	Training 6	Training 7	Training 8
Warming up*	X	X	X	X
Bewustwording houding	X	X	-	-
Armzwaai op metronoom (stilstand)	X	X	X	X
Lopen op metronoom (op plaats)	X	X	X	X
Hardlopen metronoom	2x10 min lopen 2x3 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen	2x8 min lopen 2x2 min wandelen 2x3 min lopen 2x2 min wandelen	10 min lopen 2 min wandelen 13 min lopen	2x13 min lopen 3 min wandelen
Cooling down**	X	X	X	X

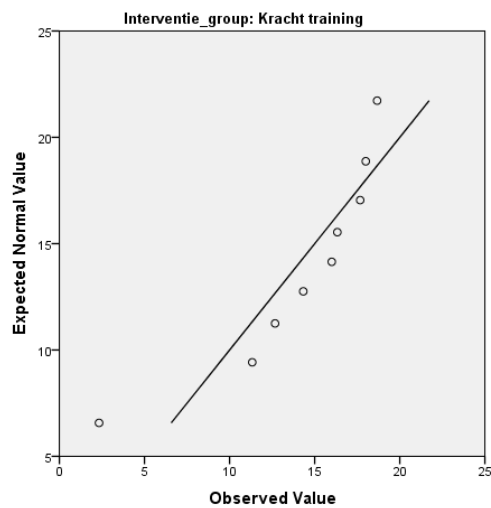
	Training 9	Training 10	Training 11	Training 12
Warming up*	X	X	X	X
Bewustwording houding	-	-	-	-
Armzwaai op metronoom (stilstand)	X	X	X	X
Lopen op metronoom (op plaats)	X	X	X	X
Hardlopen metronoom	10 min lopen 2 min wandelen 15 min lopen	2x15 min lopen 3 min wandelen	10 min lopen 2 min wandelen 20 min lopen	2x20 min lopen 5 min wandelen
Cooling down	X	X	X	X

	Training 13	Training 14	Training 15	Training 16
Warming up*	X	X	X	X
Bewustwording houding	-	-	-	-
Armzwaai op metronoom (stilstand)	X	X	X	X
Lopen op metronoom (op plaats)	X	X	X	X
Hardlopen metronoom	10 min lopen 2 min wandelen 25 min lopen	15 min lopen 5 min wandelen 25 min lopen	4 x 10 min lopen	4 x 10 min lopen
Cooling down**	X	X	X	X

Bijlage 6: Q-Q plots



Figuur 1 Q-Q Plot normaalverdeling leeftijd KI



Figuur 2 Q-Q plot normaalverdeling dynamische q-angle links KI

Bijlage 7: Resultaten

Tabel 1 Invloed van antropometrische gegevens op grootte van dynamische q-angle

	Links		Rechts	
	Dynamische q-angle (gem* ± SD**)	p-waarde	Dynamische q-angle (gem ± SD)	p-waarde
BMI		0,510		0,311
Normaal (n=12)	14,47 ± 5,2		16,11 ± 5,8	
Overgewicht (n=5)	16,26 ± 4,1		19,20 ± 4,8	
Spiermassa		0,611		0,380
Gemiddeld (n=15)	15,64 ± 3,9		17,47 ± 5,4	
Hoog (n=2)	10,17 ± 11,1		13,67 ± 7,5	
Vetmassa		0,390		0,182
Gemiddeld (n=9)	14,74 ± 6,0		14,78 ± 3,71	
Hoog(n=6)	13,89 ± 2,2		18,89 ± 7,41	
Zeer hoog(n=2)	19,50 ± 4,9		21,50 ± 1,17	

Tabel 2 Relatie tussen antropometrische gegevens en dynamische q-angle bij T1 en T0

	Dynamische q-angle links (gem* ± SD**)		p-waarde	Dynamische q-angle rechts (gem ± SD)		p-waarde
	Nulmeting	Eindmeting		Nulmeting	Eind meting	
Krachtintervantiegroep	14,15 ± 5,07	11,59 ± 4,87	0,109	17,92 ± 5,73	13,48 ± 3,93	0,004
Normaal BMI (n=6)			0,43			0,032
Verhoogd BMI (n=3)			0,10			0,16
Spiermassa normaal (n=7)			0,23			0,08
Spiermassa hoog (n=2)			0,50			0,24
Vetmassa normaal (n=5)			0,25			0,13
Vetmassa hoog (n=3)			0,46			0,06
Vetmassa zeer hoog (n=1)			x			x
Loopinterventiegroep	15,96 ± 4,87	14,96 ± 5,82	0,585	16,00 ± 5,54	14,54 ± 5,35	0,235
Normaal BMI (n=6)			0,19			0,47
Verhoogd BMI (n=2)			0,08			0,53
Spiermassa normaal (n=8)			0,59			0,24
Vetmassa normaal (n=4)			0,31			0,49
Vetmassa hoog (n=3)			0,92			0,43
Vetmassa zeer hoog (n=1)			x			x

*gem=gemiddelde **SD=standaarddeviatie

X= test niet mogelijk vanwege sample size