



est. 1892



Tijmen Gores
521151

David Koevoets
501070

Stefan van der Linden
521166

Pilot-study: Het effect van elektrostimulatie in de eerste twaalf weken na een voorstekruisband-reconstructie

Gores, T., Koevoets, DJD., Linden, SB. van der. van
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, opleiding Fysiotherapie
uitgevoerd in opdracht van J. Kortekaas van Vitesse BV te Arnhem

Samenvatting

Introductie: Een ruptuur van de voorste kruisband (VKB) is een veel voorkomende blessure in de sport. In de ontwikkelde richtlijn voor de revalidatie na een VKB-reconstructie wordt elektrostimulatie aanbevolen bij een verminderde controle en aanspanning van de mm. quadriceps. Echter is er nog niet veel bekend over het vergroten van de kracht in de vroege fase met behulp van elektrostimulatie.

Doel: Het doel van deze pilot-study is een indruk te krijgen van het effect van elektrostimulatie, middels de RSQ1, op de kracht van de mm. quadriceps en de mate van de angst voor (sport specifiek) bewegen tijdens de eerste twaalf weken na een VKB-reconstructie. De aanbevelingen uit deze studie kunnen worden gebruikt voor een grotere vervolgstudie naar het effect van de RSQ1 bij de revalidatie na een VKB-reconstructie.

Materiaal en Methode: In het onderzoek zijn twee groepen van elk 3 proefpersonen met elkaar vergeleken: een RSQ1-groep en een controlegroep. Beide groepen zijn behandeld volgens de richtlijn voorste kruisband revalidatie van het Koninklijk Nederlands Genootschap voor de Fysiotherapie. Bij quadriceps dominante oefeningen (squat, squat lunge, leg extension) werd bij de RSQ1-groep aanvullend het elektrostimulatie-apparaat, RSQ1 aangesloten. De uitkomstmaten waren kracht van de mm. quadriceps in Newton gemeten met een Hand Held Dynamometer (Biometrics MicroFET™) en de mate van angst gescoord op een vragenlijst, de Photograph Series of Sport Activities After Anterior Cruciate Ligament- Reconstruction (PHOSA- ACLR). De uitkomstmaten werden op drie momenten gemeten. T0 (week 1 post OK), T1 (week 6 post OK) en T2 (week 12 post OK).

Resultaten: De kracht van de mm. quadriceps van het aangedane been was op moment T1 bij de RSQ1-groep bij alle drie de proefpersonen (367 ± 139.7) gemiddeld groter dan de controlegroep (320 ± 32.7). Op moment T2 was bij 2 proefpersonen uit de RSQ1-groep ($M=452$, $SD=135.1$) de kracht van de quadriceps gemiddeld groter dan de controlegroep (397 ± 11). Proefpersonen uit de RSQ1-groep hadden op T1 gemiddeld een lagere angst score (62 ± 23.2) dan de controlegroep (82 ± 13.7). Op T2 hadden de proefpersonen uit de RSQ1-groep gemiddeld een lagere angst score (44 ± 20.5) dan de controlegroep (48 ± 3.7). Deze vooruitgang in angst was significant ($P=0,05$). Daarnaast is er gebleken dat er geen correlatie is tussen de krachttoename in Newton en de angstafname op de PHOSA-ACLR ($P=0,188$). Tot slot is de gebruiksvriendelijkheid van de RSQ1 positief gebleken uit de vooraf opgestelde vragenlijst hierover.

Conclusie: Het gebruik van de RSQ1 heeft mogelijk een positieve invloed op de kracht van de quadriceps in de eerste weken na een reconstructie. Er is geen direct verband tussen de mate van angst, gemeten met de PHOSA-ACLR, en de kracht van de mm. quadriceps ($P = 0.188$). Wel kan, als gevolg van de toename van de kracht van de mm. quadriceps, een indirecte vermindering van angst voor sport specifieke bewegingen optreden. Verder onderzoek met een grotere steekproef zal uit moeten wijzen of de waarde van de RSQ1 in de eerste weken na een VKB-reconstructie significant is.

Sleutelwoorden: pilot-study, VKB (-reconstructie), elektrostimulatie, kracht van de quadriceps, angstafname, RSQ1

Introductie onderzoek

De voorstekruisband (VKB) is een ligament in de knie die zorgt voor passieve stabiliteit in de voorwaartse richting van het bovenbeen ten opzichte van het onderbeen (Nugteren, 2008). Wanneer de VKB scheurt kunnen er klachten ontstaan zoals: zwelling, verminderde kracht van de quadriceps en instabiliteit van de knie (KNGF, 2014). Een ruptuur van de VKB is een veel voorkomende, sport gerelateerde, aandoening. De hoogste incidentie voor een VKB-ruptuur ligt in de leeftijdscategorie van 16 tot 40 jaar (Prodomos et al., 2007). Per jaar loopt meer dan 3% van alle amateursporters een VKB-ruptuur op. Bij topsporters kan dit percentage oplopen tot 15% (Moses et al., 2012). Deze blessure komt het meeste voor bij sporten waarbij veel pivoterende bewegingen gemaakt worden zoals basketbal, voetbal, handbal en skiën (Moses et al, 2012). Om weer terug te komen op het functioneringsniveau van voor de VKB-ruptuur wordt er vaak een reconstructie van de VKB uitgevoerd. In Nederland werden in 2012 in totaal 8000 tot 9000 VKB-reconstructies uitgevoerd door middel van de fixatie techniek met de patellapees (bone-patellar tendon-bone graft) of de hamstring pees (hamstring graft) (KNGF, 2014). Deze structuren zullen uiteindelijk als nieuwe VKB gaan functioneren.

In de eerste fase (0-6 weken) na een VKB-reconstructie ervaren proefpersonen pijn, bewegingsbeperkingen en moeilijkheden in het dagelijks functioneren (zoals traplopen en wassen). Veel van bovengenoemde beperkingen worden veroorzaakt door spierzwakte en een verminderde passieve en actieve stabiliteit (Hewett et al., 2013). Een instabiel gevoel van de knie wordt veroorzaakt doordat, na een reconstructie, er nog niet direct mechanoreceptoren aanwezig zijn in de donorpees (Melnik, 2006) (Dhilion et al, 2011). De innervatie en ligamentisering, het omvormen van donorpees naar ligament, duurt in totaal drie jaar. Door ligamentisering van de donorpees, hamstring- of patellapees, kan de passieve stabiliteit grotendeels worden hersteld. Het fysiologische herstel van de nieuwe VKB is langer dan de voorgeschreven revalidatie van het KNGF, 9-12 maanden ten opzichte van 36 maanden (Nugteren, 2008) (KNGF, 2014).

Tijdens de revalidatie worden voorwaarden gecreëerd om terug te keren naar het functioneringsniveau van de knie van voor de ruptuur. Deze voorwaarden zijn: 1) Kracht van het aangedane been die vergelijkbaar is met de niet-aangedane zijde, 2) een normale actieve en passieve stabiliteit en 3) een normale range of motion van de knie (120 graden flexie en 0 graden extensie). Van deze voorwaarden is kracht van de quadriceps essentieel om een normale kniefunctie te krijgen. Zwakte van de mm. quadriceps is namelijk sterk gerelateerd aan abnormale patronen in dagelijkse handelingen zoals lopen en traplopen (Hewett et al, 2013).

Uit diverse onderzoeken blijkt dat de kracht van de quadriceps na de revalidatieperiode invloed kan hebben op de loopfunctie en de kans op een re-ruptuur na een reconstructie van de voorstekruisband. In een cross-sectionele studie van Lewek et al.(2002) naar de kracht van de mm.

quadriceps werd een sterke VKB-groep (kracht van de mm. quadriceps aangedane been >90% van het niet aangedane been) vergeleken met een zwakke VKB groep (kracht quadriceps <80% van het niet aangedane been). Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de zwakke VKB-groep een verminderde knie flexie en eindextensie had tijdens de loopcyclus (Lewek et al., 2002). Naast beperkingen in de knie flexie en extensie tijdens de loopcyclus leidt een verstoorde hamstrings/quadriceps ratio van het aangedane been tot een vergrote kans op een re-ruptuur van de VKB. De hamstring/quadriceps ratio dient namelijk minimaal 85% te zijn wanneer er weer gestart wordt met sporten waarvan pivoteren en springen deel uit maken. (Hewett et al., 2013).

Ondanks de intensieve revalidatie met een focus op het herstellen van de kracht van de quadriceps en hamstrings, houden veel proefpersonen nog een krachtsverschil van de mm. quadriceps tussen beide benen. Een mogelijke methode om dat krachtsverschil te bestrijden is de toepassing van elektrostimulatie die is gericht op het stimuleren van de aanspanning van de spier. De veronderstelling is dat de elektrostimulatie meer motorunits aanspreekt dan de reguliere revalidatie zonder elektrostimulatie. Het effect van elektrotherapie op diverse doelen zoals pijnvermindering en hydrops vermindering is in diverse onderzoeken bewezen (Feil et al, 2011, Kim et al 2010). Echter is de evidentie over het effect van elektrostimulatie op de kracht van de quadriceps nog gering (KNGF,2014). Daarnaast blijkt dat angst voor een re-ruptuur een belangrijke factor is waardoor patiënten niet terugkeren op het oude sport-niveau (Tripp et al, 2011) (Bauer et al, 2015). Mogelijk kan een toename in kracht (verkregen door elektrostimulatie) indirect bijdragen aan een mindere mate van angst voor een revisie en dus een grotere kans op terugkeer naar het oude niveau.

Feil et al (2011) hebben onderzoek gedaan naar het effect van elektrostimulatie tijdens de revalidatie na een VKB-reconstructie. In dit onderzoek werd voornamelijk naar de kracht van de mm. quadriceps gekeken in verschillende gewrichtshoeken van de knie. 131 proefpersonen werden verdeeld over 3 groepen. Eén groep werd behandeld met elektrostimulatie door middel van de Kneehab, waarbij een pasvorm met elektrodes (op een vaste locatie) om het bovenbeen werd gedaan. Een tweede groep kreeg ook elektrostimulatie toegediend, namelijk: middels de Polystim nerve stimulator, die door losse elektrodes op het bovenbeen werden geplakt. De derde groep was de controle groep en kreeg geen elektrostimulatie. Alle groepen kregen dezelfde oefentherapie gedurende 12 weken (3x per dag, 5 dagen in de week). De Kneehab groep haalde significant betere resultaten op de isometrische krachtmetingen van de mm. quadriceps en bij de single hop testen (<0.01) (Feil et al, 2011). Elektrostimulatie kan in de eerste weken van een revalidatie dus zinvol zijn voor het herstellen van kracht.

Een elektrostimulatie-apparaat dat mogelijk ook de kracht zou kunnen verbeteren tijdens de revalidatie na een VKB-reconstructie is de RSQ1. De RSQ1 is een elektrostimulatieapparaat en onderscheid zich door met twee stroomsignalen te werken. Eén hoog signaal om verbranding van de

huid tegen te gaan en de huidweerstand te verlagen. Het andere signaal zorgt voor de hoge veranderbare intensiteit. Doordat de huidweerstand wordt verlaagd door het hoge signaal worden de spieren extra gestimuleerd om op een hogere frequentie te kunnen trainen. Het apparaat wordt daarbij gebruikt tijdens de oefentherapie waarbij er getraind wordt op een persoonlijke NRS score van 8 (Numeric Rating Scale)(Physicare international, 2017). Ondanks dat de RSQ1 veel wordt gebruikt in Nederlandse fysiotherapie praktijken en in het profvoetbal bij onder andere, AFC Ajax, FC Utrecht en SV Vitesse, ontbreekt evidentie of het een effect heeft op het ontwikkelen van spierkracht.

Door het op dit moment ontbreken van voldoende evidentie, hebben de onderzoekers deze pilot-studie geïnitieerd, met als doel: een eerste indruk krijgen van het effect van de RSQ1 op de kracht van mm. quadriceps en angst voor bewegen na twaalf weken. Het effect wordt gemeten door twee groepen te vergelijken waarbij één groep (RSQ1-groep) wordt behandeld met de RSQ1 als toevoeging op de reguliere revalidatie en de andere groep (controlegroep) niet. Dit wordt gemeten op drie meetmomenten namelijk week 0 (T0), 6 (T1) en 12 (T2). Naast het effect van de RSQ1 wordt er met dit onderzoek gekeken of een onderzoek met een grotere onderzoeksgroep haalbaar is. Daarbij wordt de gebruiksvriendelijkheid van de RSQ1 ook als aanbeveling meegenomen.

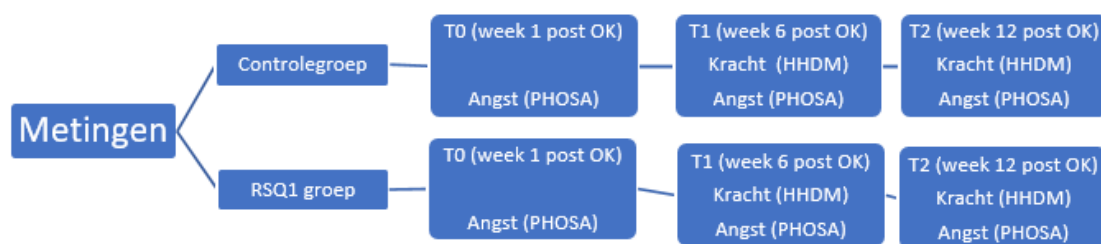
De onderzoekers verwachten dat de RSQ1-groep een grotere toename laat zien in de kracht van de mm. quadriceps en een indirecte afname van de angst als gevolg van de toename in kracht in vergelijking met de controlegroep.

Materiaal en methode

Studie-design

Er is gekozen voor een kwantitatief onderzoek in een pilot-setting. De kracht van de mm. quadriceps en de angst voor bewegen werd op 3 momenten gemeten, T0 (week 1 post-OK), T1 (week 6 post-OK) en T2 (week 12 post OK), zie figuur 1. Er werd gekeken of er een verschil in kracht van de mm. quadriceps en angst voor bewegen in de eerste 12 weken na een VKB-reconstructie was tussen de RSQ1-groep, en een controle groep. De RSQ1-groep ontving elektrostimulatie met de RSQ1 als toevoeging op de reguliere revalidatie volgens het KNGF Evidence Statement Revalidatie na een VKB-reconstructie (KNGF, 2014) en de controlegroep ontving alleen de reguliere revalidatie aan de hand van het KNGF Evidence Statement (zie figuur 1).

Het betreft een vooronderzoek om een eerste indruk te krijgen van het mogelijke effect van elektrostimulatie op de behandeling na een VKB- reconstructie. Aan het eind van de behandeling is een vragenlijst over de gebruiksvriendelijkheid van de RSQ1 afgenomen bij de patiënten van de RSQ1-groep. De uitkomst hiervan werd samengevoegd met de andere aanbevelingen voor een eventueel grotere vervolgstudie.



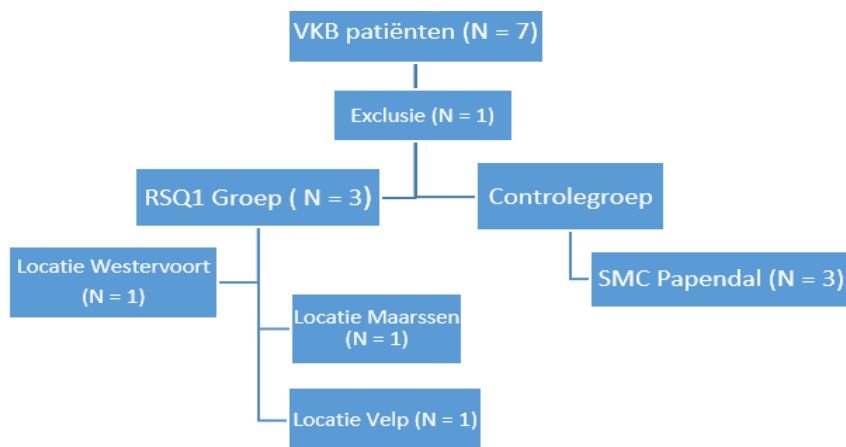
Figuur 1: Studiedesign

Medisch-Ethische Toetsing Commissie (METC)

Dit onderzoek is goedgekeurd door de wetenschapscommissie van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Goedkeuring van de regionale medische-ethische commissie was niet nodig, omdat proefpersonen enkel werden behandeld volgens regulier protocol (de richtlijn VKB-revalidatie van het KNGF). De RSQ1 is een behandelingsmethode die in de praktijk reeds wordt toegepast door hiervoor gecertificeerde therapeuten. In dit onderzoek werd de RSQ1 ook uitsluitend bediend door RSQ1 gecertificeerde therapeuten.

Proefpersonen

De steekproef bestond uit 7 Nederlandssprekende proefpersonen die een VKB-reconstructie hebben ondergaan. Uiteindelijk bestonden beide groepen uit drie proefpersonen, één proefpersoon is geëxcludeerd omdat deze gelijktijdig een meniscushechting heeft ondergaan. De leeftijd van de proefpersonen lag tussen 17 en 38 jaar. De proefpersonen in de RSQ1-groep zijn verkregen door mond-tot-mond reclame en werden, indien zij voldeden aan de in- en exclusiecriteria, door de onderzoekers zelf op de hoogte gesteld en uitgenodigd voor deelname. De proefpersonen in de RSQ1-groep werden behandeld in 1^{ste} lijnpraktijken in Velp, Westervoort en Maarssen. De drie proefpersonen uit de controlegroep zijn geïncludeerd bij Sport Medisch Centrum (SMC) Papendal te Arnhem. Proefpersonen die aan de inclusiecriteria voldeden, werden geïnformeerd en uitgenodigd om deel te nemen aan de studie. Na inclusie werden de proefpersonen door drie verschillende therapeuten behandeld. Wanneer zij akkoord waren met de voorwaarden van het onderzoek tekenden zij een informed consent. Bij minderjarigheid van de proefpersoon werd er ook een toestemmingsformulier ingevuld door de beide ouders of voogd. Een overzicht van verdeling van de groepen en proefpersonen is te vinden in figuur 2.



Figuur 2: Proefpersonen

In- en exclusiecriteria

In deze studie zijn de in- en exclusiecriteria van het Evidence Statement, die is opgesteld door het KNGF, voor de revalidatie na een VKB-reconstructie toegepast. In tabel 1 staan de in- en exclusiecriteria.

De onderzoekers hebben gekozen voor de inclusie van proefpersonen met een leeftijd van minimaal 16 jaar. De incidentie van VKB-rupturen is namelijk het grootst bij de leeftijd 16-40 jaar (Prodomos et al., 2007).

Proefpersonen die symptomen vertoonden van kraakbeen pathologie, zoals hydrops of een verminderde patella mobiliteit, graad III en IV werden in dit onderzoek geëxcludeerd vanwege een afwijkende behandeling ten opzichte van de reguliere behandeling. Ook werden allografts en synthetische grafts niet meegenomen in het onderzoek door gebrek aan evidentie voor deze reconstructie methodes. Wanneer proefpersonen gelijktijdig met de VKB-reconstructie een meniscushechting ondergingen werden deze geëxcludeerd. Dit omdat zij protocollair een onbelaste periode hebben van zes weken. Als laatste werden proefpersonen met een beperkte patella mobiliteit ten opzichte van het niet-aangedane been de eerste acht weken ook geëxcludeerd omdat dit kan duiden op een infrapatellair contractuur syndroom (KNGF, 2014).

Tabel 1: In- en exclusiecriteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
- Nederlands sprekend en begrijpend - VKB-reconstructie - Alle operatietechnieken - Alle soorten fixatietechnieken - Man en vrouw - Sporters en geen sporters - In combinatie met ligamentair letsel (mediaal collaterale ligament (MCL), lateraal collaterale ligament (LCL), achterste kruisband (AKB), posterolaterale hoek) graad A of B volgens de gradering van de International Knee Documentation Committee (IKDC); - ook ingeval van meniscectomie (eerder uitgevoerd of gelijktijdig); - VKB met en zonder meniscusschade bij proefpersonen met kraakbeenpathologie graad I of II volgens de gradering van de International Cartilage Repair Society (ICRS)	- Leeftijd <16 - Allografts en synthetische grafts - Ligamentair letsel graad C of D (Knie) - Meniscushechting (gelijktijdig uitgevoerd) - Kraakbeenpathologie graad III of IV (Knie) - Revisie van een VKB-graft - AKB-reconstructie

Controle-groep

De controle groep werd behandeld volgens het Evidence Statement voor revalidatie na een VKB-reconstructie van het KNGF (KNGF, 2014). Er werd voorgeschreven om twee keer per week te behandelen, met in elke behandeling een voorstel voor de uitvoering van drie oefeningen en één huiswerkoefening. De onderzoeksperiode was onderverdeeld in twee fasen. In de eerste vier weken van de revalidatie lag de focus op het vergroten van de mobiliteit en het vergroten van de controle over de mm. quadriceps. De volgende oefeningen werden in het opgestelde protocol in deze fase geadviseerd: heel slides, knee extension en isometrisch aanspannen van de quadriceps. In de 2^e fase (vier tot twaalf weken) lag de aandacht op het vergroten van de kracht van de onderste extremiteiten. De volgende oefeningen werden in deze fase geadviseerd: squat (opbouw in graden), lunges, side raises en calf raises. Het protocol was opgesteld om de vergelijkbaarheid tussen de 2 groepen te vergroten en te fungeren als leidraad voor de behandelend fysiotherapeut. In dit protocol werd per week een aantal oefeningen en huiswerkoefeningen beschreven. Het volledige protocol is te vinden in de bijlage van dit artikel.

RSQ1-groep

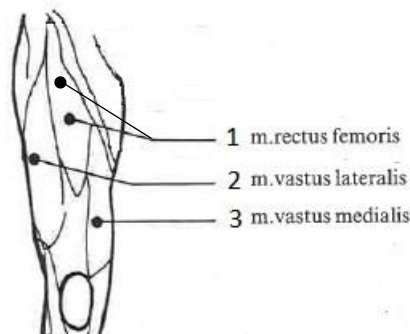
De proefpersonen in de RSQ1-groep kregen dezelfde reguliere behandeling volgens het Evidence Statement voor de behandeling na een VKB-reconstructie van het KNGF als de controle groep. Daarbij ontving de RSQ1-groep een extra toevoeging van elektrostimulatie middels de RSQ1. De elektrostimulatie werd toegepast tijdens de behandeling onder begeleiding van de RSQ1-gecertificeerde fysiotherapeut. Indien er geen RSQ1-gecertificeerde fysiotherapeut aanwezig was, namen de onderzoekers, tevens RSQ1 gecertificeerd, onder begeleiding van de behandelend fysiotherapeut de behandeling waar.

De RSQ1 werd aangesloten bij quadriceps dominante oefeningen (squat, lunges, isometrische aanspannen quadriceps) op de motorische prikkelpunten van de m. rectus femoris (twee elektroden), de m. vastus lateralis (één elektrode) en de vastus medialis (één elektrode). Figuur 3 geeft een visuele weergave van de motorische prikkelpunten van het bovenbeen.

De plakkers van de RSQ1 werden in de lengte aangelegd op het motorische prikkelpunt van de betreffende spier. Bij de m. rectus femoris werden twee plakkers gebruikt, één op het motorische prikkelpunt en één direct boven de al geplakte elektrode. De plakkers mogen gewoon op de huid worden geplakt zonder preparatie, de huid mag alleen niet vochtig zijn.

Bij aanvang van de oefening werd de RSQ1 aangezet, waarna de intensiteit werd opgedraaid tot NRS 8 van de proefpersoon (Zie kopje NRS). Vervolgens werd de oefening 4 sets van 15 herhalingen uitgevoerd. Na een set van 15 herhalingen is de proefpersoon geadapteerd aan de prikkel en werd de intensiteit opnieuw opgedraaid totdat de proefpersoon weer NRS 8 aangaf,

waarna de 2^{de} set van 15 herhalingen werd uitgevoerd. Na de 2^{de} set werd de stroomrichting omgedraaid. Vanuit ervaringen uit het werkveld is gebleken dat de negatieve elektrode prikkelender is, door dit omdraaien worden beide punten evenredig geprikkeld. Na het omdraaien van de stroomrichting werd de intensiteit weer opgedraaid tot NRS 8. Na de derde set van 15 herhalingen werd dit nog één maal herhaald. Na 4 sets van 15 herhalingen ging de proefpersoon verder met de volgende oefening.



Figuur 3: Motorische prikkelpunten. Het bolletje geeft het motorische prikkelpunt aan van de bijbehorende spier (Zutphen van, 2001)

NRS

De proefpersonen in de RSQ1-groep trainen met de RSQ1 op een NRS van 8. De NRS is afgeleid van de Numeric Pain Rating Scale (NPRS). De RSQ1 wekt geen pijn op maar een sensatie door de prikkeling van de spieren middels elektrostimulatie. Deze prikkeling moet dermate hoog zijn, omdat de ontwikkelaars van de RSQ1 denken dat er dan meer motor units worden aangesproken. Deze NRS wordt voorafgaand aan de oefening gevraagd en eventueel wordt de intensiteit bijgesteld om deze te bereiken voordat er met de oefening wordt gestart. Na elke set adapteert de patient waardoor na elke set de intensiteit verhoogd dient te worden.

Metingen

In dit onderzoek bekijken de onderzoekers het effect van RSQ1 op de kracht van de quadriceps en angst, na een VKB-reconstructie. Daarbij werd er een vragenlijst over de ervaringen van de RSQ1 bij de proefpersonen in de RSQ1-groep afgenomen. Er waren drie meetmomenten: T0 (week 1 post OK), T1 (week 6 post OK) en T2 (week 12 post OK).

De isometrische krachtmeting werd beiderzijds uitgevoerd, zowel aangedaan als het niet aangedane been. Deze meting werd uitgevoerd met de Hand Held Dynamometer (HHDM) (© 2015 Hoggan Health Industries, Utah). Dit meetinstrument is een valide meetinstrument voor het meten van de kracht, de uitkomstmaat is gegeven in Newton. De validiteit varieert van een Pearson Correlation Coëfficiënt van 0,57 tot 0,87. Het meten met een Hand Held Dynamometer liet een

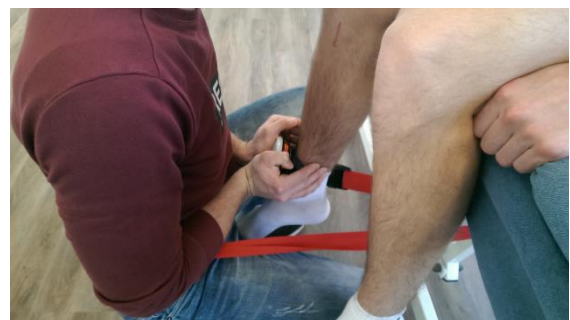
gemiddelde tot uitstekend relatie zien met een gefixeerde dynamometer voor de heup en knie (ICC's ≥ 70)(Mentiplay et al, 2015). Er is mede ook gekozen voor de HHDM omdat deze gemakkelijk te implementeren was in het onderzoek vanwege de vervoerbaarheid en toepasbaarheid van het apparaat.

Tijdens de meting van de kracht van de mm. quadriceps zat de proefpersoon op de behandelbank zonder rugleuning. De knieën van de proefpersoon waren hierbij in 90 graden flexie. De onderzoeker fixeerte zich aan de behandelbank met behulp van een fixatie band (nylonband met quick release sluiting), zie foto 1. Dit gebeurde aan de constructie van de bank ter hoogte van de enkel van de proefpersoon. De proefpersoon werd door een tweede onderzoeker op de schouders gefixeerd om compensatie te voorkomen. Deze compensatie uit zich namelijk meestal in het loskomen van de bank wanneer er extensiekracht van de knie wordt gevraagd. De onderzijde van de HHDM werd frontaal op de tibia, ter hoogte van de malleoli, geplaatst. Vervolgens werd de patiënt gevraagd maximale kracht te generen in de extensie beweging van de knie. De proefpersoon duwde gedurende 5 seconde zo hard mogelijk met het onderbeen tegen de HHDM. Deze meting werd drie maal uitgevoerd waarbij er een pauze was van 2 minuten tussen de kracht metingen (Morree, 2008). De meting waarbij de meeste kracht werd gegenereerd, uitgedrukt in Newton, werd meegenomen in het onderzoek.

Wanneer de waarde van één van de drie krachtmetingen te ver afweek van de andere twee pogingen. Wordt deze meting als foutief beschouwd en dus niet meegenomen. Een sterk afwijkende waarde kan mogelijk komen door teveel tegendruk van de onderzoeker, of teveel compensatie van de proefpersoon. Op figuur 4 en 5 is te zien hoe de krachtmeting werd uitgevoerd.



Figuur 4: Krachtmeting



Figuur 5: Krachtmeting

De proefpersoon zit op de bank met de heup en knieën in 90 graden. De onderzoeker links zit gefixeerd in een tractieband en houdt de HHDM tegen de tibia. De andere onderzoeker zit op de knieën achter de proefpersoon en geeft druk met eigen lichaamsgewicht op de schouders richting caudaal

De PHOSA-ACLR (Lankveld et al, 2017) werd afgenomen tussen de krachttesten door. De laatst genoemde is een recent ontworpen vragenlijst door de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. De metingen begonnen met het invullen van de PHOSA- ACLR en eindigden met de meting van de kracht van de mm. quadriceps (met uitzondering van T0).

De PHOSA-ACLR is een vragenlijst waarin angst voor schade gescoord werd aan de hand van afbeeldingen van 12 sport specifieke bewegingen. De proefpersonen moesten elke sport specifieke beweging die op de afbeeldingen werden afgebeeld scoren met een punt tussen 0 en 10. Het scoren van 0 punten is weinig angst voor schade, scoren van 10 punten is een hoge mate van angst. Deze scores werden door de onderzoekers opgeteld, met een maximum van 120 punten. De PHOSA-ACLR is een valide meetinstrument met een construct validiteit variërend tussen een score van $r=.59$ bij de TSK (Tampa Scale of Kinesiofobie) en een score van $r=.67$ bij de K-SES (Knee- Self Efficacy Scale). De internal consistency is daarnaast hoog (Cronbach's Alpha= .96)(Lankveld et al, 2016).

Als extra variabele zijn de ervaringen van het oefenen met RSQ1 aan de hand van een zelf opgestelde vragenlijst geëvalueerd. Hierbij werden er vragen afgenomen over de prikkeling van de RSQ1, het effect in de ogen van de proefpersoon op het herstel en vooruitgang, de combinatie van de RSQ1 met de oefeningen en of de proefpersonen er nogmaals mee behandeld zouden willen worden. Dit is gedaan met gesloten vragen (helemaal oneens – helemaal eens) en open vragen.

Analyse gegevens

Kracht van de mm. quadriceps

Bij de kracht van quadriceps is er gebruik gemaakt van diverse variabelen.

1. De kracht van de mm. quadriceps van het aangedane been in Newton (ratio).
2. De kracht van de mm. quadriceps van het niet aangedane been in Newton (ratio).

De kracht van de mm. quadriceps werd van de HHDM afgelezen in Newton, tot 1 cijfer achter de komma. Eerst bij het niet aangedane been en hierna bij het aangedane been. Van elke meting werd de hoogste krachtwaarde in Newton genoteerd op een score formulier. Deze waarden werden ingevoerd in Microsoft®- Word 2013 en Excel 2013.

3. Het percentage van kracht van de mm. quadriceps van het aangedane been ten opzichte van het niet aangedane been (nominaal)

Dit werd berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\text{percentage aangedane been tov niet aangedane been} = \frac{\text{kracht (in newton , aangedane been)}}{\text{kracht (in newton, niet aangedane been)}} \times 100$$

Angst voor schade bij sport specifieke bewegingen

4. De totaalscore van de angst voor schade bij sport specifieke handelingen door de PHOSA-ACLR vragenlijst.

Bij elk van de 12 afbeeldingen van een sport specifieke handeling werd er een score gevraagd van 0-10. De totale score op de PHOSA-ACLR vragenlijst voor de angst voor schade bij sport specifieke bewegingen werd opgeteld aan de hand van de score bij deze 12 afbeeldingen, de maximale score die behaald kon worden was 120 (ratio).

Statistische analyse

Beschrijvende statistiek

De resultaten van de verschillende parameters zijn door middel van de beschrijvende statistiek verwerkt waarbij Microsoft®- Word 2016 en Excel 2016 zijn gebruikt om de gegevens in grafieken en tabellen vorm te geven.

Toetsende statistiek

De analyse met toetsende statistiek is uitgevoerd met SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, Illinois, versie 23). Vanwege de kleine sample size is er geen normaal verdeling van de gegevens mogelijk. Er wordt daarom met non-parametrische toetsen gewerkt om de verschillen tussen de groepen en verschil in variabelen op T1 en T2 weer te geven. Voor de toetsende statistiek zijn een zestal vragen opgesteld om te toetsen.

- *Vraag 1: Is er een verschil in angst voor sport specifieke bewegingen op de meetmomenten T0, T1 en T2 in de controlegroep en in de RSQ1- groep?*

De angst is gemeten in ratio aan de hand van de totaalscore op de PHOSA-ACLR. Er was geen normale verdeling aanwezig bij deze gepaarde gegevens. Er werd getoetst met de Friedman toets. Uit de toets komt een significantie (P-waarde) die onder <0.05 moet zijn.

- *Vraag 2: Is er een verschil in angst voor sport specifieke bewegingen op meetmoment T2 vergeleken met T0 tussen beide groepen.*

De angst is gemeten in ratio aan de hand van de totaalscore op de PHOSA-ACLR. Er werd vergeleken tussen de groepen en is dus ongepaard en de gegevens zijn niet normaal verdeeld. Er is sprake van een kleine sample size en daarom is de Kolmonogorov-Smirnov toets gebruikt. Uit de toets komt een

Z-waarde (aantal standaarddeviaties van het gemiddelde) en significantie, een P-waarde die onder <0.05 moet zijn

- *Vraag 3a: Is er een verschil in kracht van de mm. quadriceps (in newton) van het aangedane been tussen T1 en T2 in de RSQ1-groep.*

De kracht is gemeten in Newton met een HHDM in ratio. Er werd gekeken binnen een groep en daarom is er een gepaarde toets genomen. De waarden zijn niet normaal verdeeld. Er is getoetst aan de hand van de Wilcoxon test. Uit de toets komt een Z-waarde (aantal standaarddeviaties van het gemiddelde) en significantie, een P-waarde die onder <0.05 moet zijn.

- *Vraag 3b: Is er een verschil in kracht van de mm. quadriceps (in newton) van het aangedane been tussen T1 en T2 in de controle groep.*

De kracht is gemeten in Newton met een HHDM in ratio. Er werd gekeken binnen een groep en daarom is er een gepaarde toets genomen. De waarden zijn niet normaal verdeeld. Er is getoetst aan de hand van de Wilcoxon test. Uit de toets komt een Z-waarde (aantal standaarddeviaties van het gemiddelde) en significantie, een P-waarde die onder <0.05 moet zijn.

- *Vraag 4a: Is er een verschil in kracht van de mm. quadriceps (in newton) van het aangedane been tussen de groepen op het meetmoment T1.*

De kracht is gemeten in Newton met een HHDM in ratio. Er werd vergeleken tussen de 2 groepen en daarom is een ongepaarde toets genomen. De gegevens zijn tevens niet normaal verdeeld. Er is getoetst aan de hand van de Mann Whitney U test. Uit deze toets komt een Mann U waarde en significantie, een P-waarde die onder <0.05 moet zijn.

- *Vraag 4b: Is er een verschil in kracht van de mm. quadriceps (in newton) van het aangedane been tussen de groepen op het meetmoment T2.*

De kracht is gemeten in Newton met een HHDM in ratio. Er werd vergeleken tussen de 2 groepen en daarom is een ongepaarde toets genomen. De gegevens zijn tevens niet normaal verdeeld. Er is getoetst aan de hand van de Mann Whitney U test. Uit deze toets komt een Mann U waarde en significantie, een P-waarde die onder <0.05 moet zijn.

Naast de verschillen tussen de groepen is ook een correlatie tussen de parameters kracht van de mm. quadriceps en de angst voor schade bij sport specifieke handelingen opgesteld. Om deze correlatie in beeld te brengen is er simple scatterplot gebruikt waarbij de kracht op de x-as en de angst voor sport specifieke bewegingen op de y-as werd gezet. Zie grafiek 3.

Daarbij is er een correlatie getoetst middels de Spearman Rho om te kijken of er een positief dan wel een negatief verband is tussen de mate van angst voor sport specifieke bewegingen en de kracht van de mm. quadriceps. Er wordt gekeken of er een significant verband is, de richting van het verband en de sterkte van het verband.

Resultaten

Proefpersonen

De onderzoekspopulatie bestond uit zes proefpersonen, waarvan er drie zijn ingedeeld in de RSQ1-groep en drie proefpersonen in de controlegroep. Tijdens deze pilot-study zijn er geen proefpersonen uitgevallen. In tabel 4 staan de demografische gegevens van de onderzoeksgroep schematisch weergegeven.

Tabel 2: Demografische gegevens

	RSQ1-Groep	Controle Groep
Man/Vrouw	M: 3 V: 0	M: 3 V: 0
Leeftijd (M ± SD)	17,3 ± 0,47 jaar	36,3 ± 1,24 jaar
Geopereerde been L/R	R: 2 L: 1	R: 3 L: 0
Reconstructietechniek	Hamstringgraft: 3	Hamstringgraft: 3

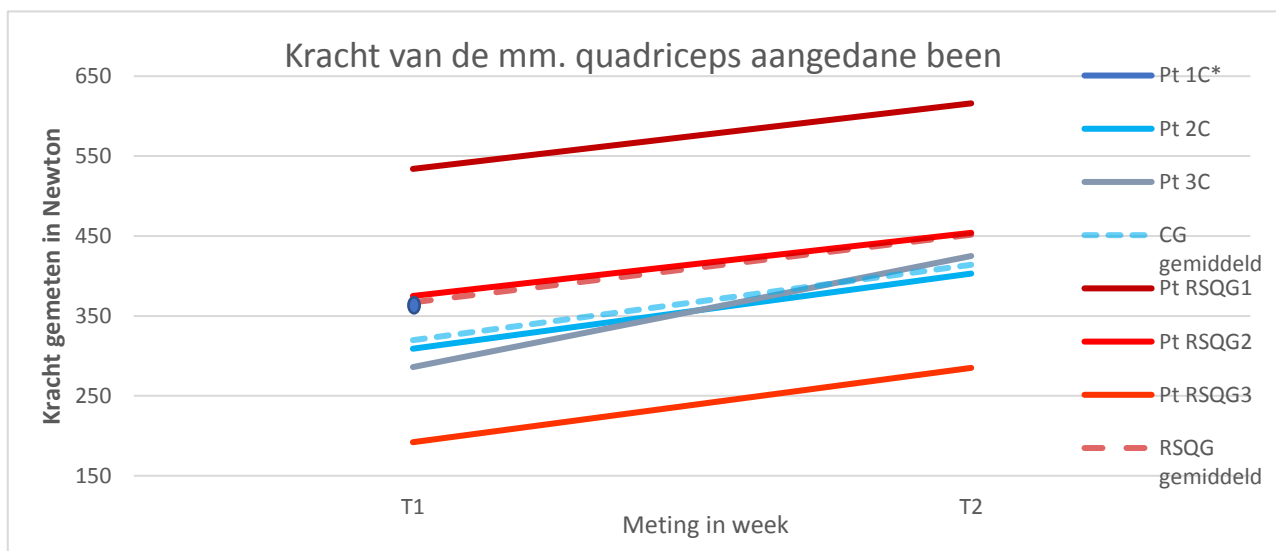
Kracht van de mm. quadriceps

De krachtmeting van de mm. quadriceps op moment T1 (6 weken post-OK) diende als baseline. Eén proefpersoon uit de controle groep (genaamd controlegroep1) heeft op T2 (12 weken post-OK) geen meting kunnen ondergaan vanwege pijnklachten aan het patellofemorale gewricht. De resterende vijf proefpersonen zijn gemeten volgens protocol.

Toename in Newton

De gemeten kracht van de mm. quadriceps bij de RSQ1-groep ($367 \pm 139,7$) was groter dan de quadricepskracht van de controlegroep ($320 \pm 32,7$) op T1. Dit bleef bij T2 waar de RSQ1-groep respectievelijk $452 (\pm 135,1)$ Newton gemiddeld scoorde waar de controlegroep $414 (\pm 11)$ Newton scoorde. Wanneer gekeken wordt naar de gemiddelde toename is bij de RSQ1-groep ook meer vooruitgang, namelijk 85 Newton toename in vergelijking met 77 Newton bij de controlegroep.

In grafiek 1 zijn alle proefpersonen individueel weergegeven, hiervoor is gekozen omdat er een grote spreiding is. De standaarddeviatie laat zien dat bij de RSQ1-groep een grote variatie zit in kracht van de mm. quadriceps. Er is namelijk één proefpersoon (534/616 Newton) die veel kracht heeft op beide meetmomenten maar ook een die veel minder kracht heeft opgebouwd (192/285). Bij de controlegroep is er minder spreiding, deze twee proefpersonen ontwikkelen zich bijna evenredig en komen op gelijke hoogte uit. Deze scores namelijk op T1 ongeveer gelijk (309/286 Newton) en dit veranderd niet op T2 (403/425 Newton)



Grafiek 1 Krachtstoename

* In de bovenstaande grafiek is Pt 1C niet meegenomen. De Pt had tijdens de krachtmeting in week 12 teveel patellofemorale klachten waardoor een krachtmeting niet uitgevoerd kon worden. De blauwe stip geeft weer wat Pt 1C op de eerste meting scoorde

Procentuele toename tussen T1 en T2

Voor de procentuele toenames van de kracht van de mm. quadriceps is het aangedane been als percentage berekend van het niet aangedane been (100%). Een overzicht is te zien in tabel 3.

In de controlegroep is opvallend dat beide proefpersonen, die zijn meegenomen in de analyse, in grote lijnen met elkaar overeenkomen. Beide proefpersonen hebben tussen T1 en T2 een procentuele toename van 19% in kracht van de mm. quadriceps van het aangedane been. In de RSQ1-groep zijn er grotere verschillen tussen de proefpersonen. In de RSQ1-groep hebben de proefpersonen een vooruitgang van 11%, 6% en 15% (Gemiddeld 11%).

Tabel 3: Procentuele kracht van de mm. quadriceps van het aangedane been ten opzichte van het niet aangedane been per proefpersoon

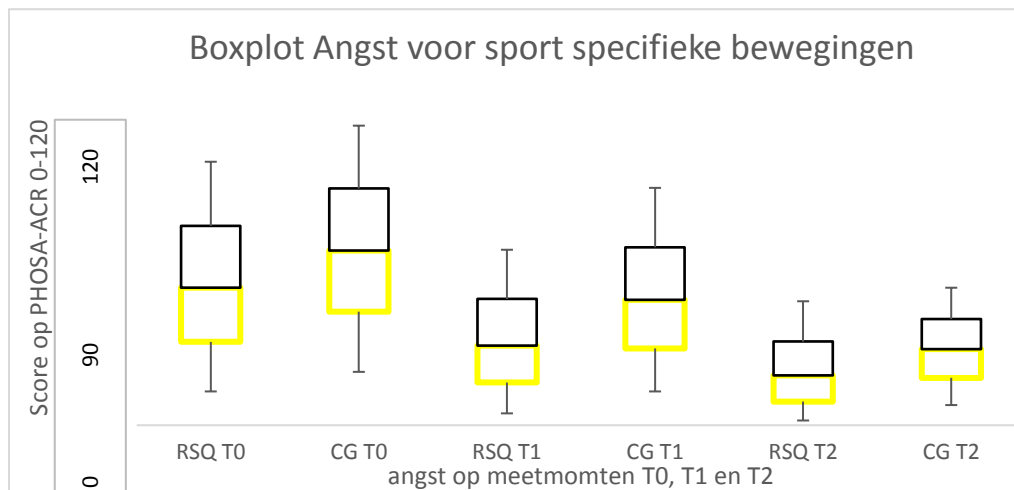
	Week 6		Week 12	
	Aangedaan	Niet aangedaan	Aangedaan	Niet aangedaan
Pt 1C	53%	100%	-	100%
Pt 2C	59%	100%	78%	100%
Pt 3C	45%	100%	64%	100%
Pt RSQ1-groep1	92%	100%	103%	100%
Pt RSQ1-groep2	75%	100%	81%	100%
Pt RSQ1-groep3	61%	100%	76%	100%

Angst

In de onderstaande boxplot (grafiek 2) staat schematisch de angstaffname gedurende de eerste twaalf weken van de revalidatie weergegeven. Er is een vergelijking gemaakt per meetmoment. Uit de boxplot is te zien dat de RSQ1-groep op T0, T1 en T2 gemiddeld een lagere angstscore heeft ($P=0,05$). De gemiddelde scores zijn in de boxplot met een gele kleur weergegeven.

Wanneer naar de individuele proefpersonen wordt gekeken scoren er vier van de zes proefpersonen op T0 100 punten of meer (max punten 120). Op T1 worden de eerste verschillen zichtbaar. Eén proefpersoon uit de controlegroep heeft nog een score van 100. Drie van de zes proefpersonen scoren tussen de 74 en 83. Twee proefpersonen zitten hieronder. Een uit de controlegroep scoort 67 punten, een uit de RSQ1-groep scoort 30 punten. Op T2 scoren vier van de zes proefpersonen tussen de 44 en 53 punten. Hierbij zijn er 2 uitzonderingen. Een proefpersoon uit de RSQ1-groep scoort 18 punten. Een tweede proefpersoon uit de RSQ1-groep scoort 68 punten.

Gemiddeld genomen scoort de RSQ1-groep op T2 44 punten (± 20.5) terwijl de controlegroep gemiddeld op 48 punten (± 3.69) komt. Dit betekent dat beide groepen gemiddeld een gelijkwaardige afname van de angst voor sport specifieke handelingen hebben.

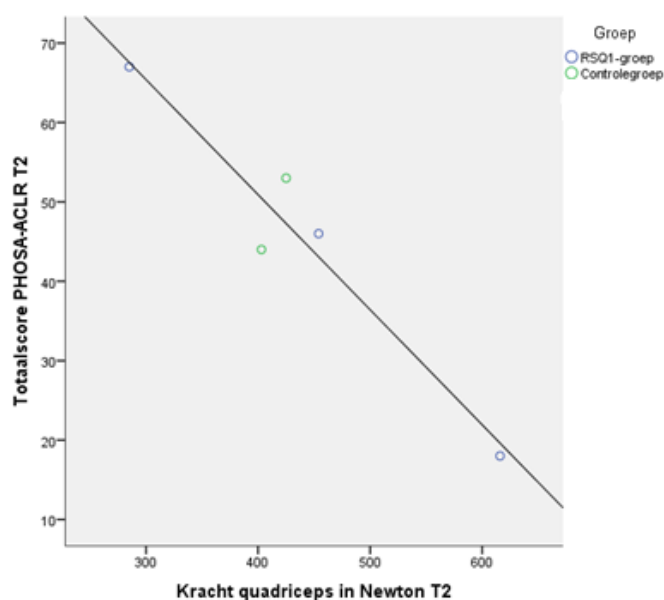


Grafiek 2: Angstafname in de tijd gedurende de eerste 12 weken van de revalidatie

Correlatie kracht-angst

In grafiek 3 staat de correlatie tussen de kracht en de angst op T2 weergegeven. Een proefpersoon uit de RSQ1-groep liet een grote kracht (616 Newton) en een lage angst (18 punten) zien.

Proefpersonen die hoger op de krachtmeting scoren, lieten niet altijd een mindere mate van angst zien. Een proefpersoon laat wel een hogere angstscore zien bij een mindere mate van kracht. Uit grafiek 3 en de berekende Spearman blijkt dat er geen directe significant verband ($P=0.188$) is tussen de mate van angst en de kracht van de mm. quadriceps.



grafiek 3: Correlatie kracht-angst

Gebruiksvriendelijkheid van de RSQ1

Er werd tijdens dit onderzoek ook gekeken naar de gebruiksvriendelijkheid van de RSQ1 bij de proefpersonen. Dit werd getoetst met een zelf ontworpen vragenlijst omtrent de ervaringen van de proefpersonen met de RSQ1. Een aantal opmerkingen uit de vragenlijst: de proefpersonen waren tevreden over de gecombineerde behandelingen, ervoeren geen klachten tijdens of na de training en vonden de RSQ1 passend bij de revalidatie. Alle proefpersonen zouden nogmaals behandeld willen worden met de RSQ1. De proefpersonen gaven aan wel te moeten wennen aan de prikkelingen, echter gedurende de behandelperiode werden de prikkelingen als minder onprettig ervaren. Voor een vervolg onderzoek zou dit betekenen dat proefpersonen het gebruik van de RSQ1 een toevoeging vinden. Wel moet rekening gehouden worden met de hoogte van de prikkeling. Een van de proefpersonen, een niet sporter, trainde op een lagere intensiteit dan de overige proefpersonen. Mogelijk kan dit van invloed zijn op de revalidatie.

Discussie

In deze pilot-study is gekeken naar het effect van de RSQ1 op de vooruitgang van de kracht van de mm. quadriceps bij de revalidatie na een VKB-reconstructie. Deze pilot-study is opgezet om een eerste indruk te krijgen van het effect van de RSQ1 en aanbevelingen te geven voor een grotere studie naar het effect van de RSQ1.

Voorafgaand aan deze pilot-study was het hoofddoel: een indruk krijgen van het effect van de RSQ1 op de toename van de kracht van de mm. quadriceps en de angstafname twaalf weken na een VKB-reconstructie.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de RSQ1-groep een grotere kracht van de mm. quadriceps kan generen, gemeten in Newton, zes weken na de operatie. Deze uitkomst blijkt uit de eerste cijfers waarbij de RSQ1-groep op meting T1 een grotere kracht heeft vergeleken met de controlegroep. Gemiddeld scoort de RSQ1-groep op T1 367 newton, daar waar de controlegroep op T1 gemiddeld 320 newton scoort van aangedane been. Op T2 blijft dit verschil bestaan waar RSQ1-groep gemiddeld 452 Newton($\pm 135,1$) scoort en de controlegroep 414 Newton (± 11). Wanneer er daarnaast gekeken wordt naar de gemiddelde toename van quadricepskracht in Newton van T1 naar T2 is het verschil niet groot maar in het voordeel van de RSQ1-groep, namelijk 85 om 77 Newton.

De grotere kracht op T1 van de RSQ1-groep ten opzichte van de controle groep is te verklaren doordat elektrostimulatie in de eerste fase kan zorgen voor motorische reactivering van de mm. quadriceps en het verminderen van atrofie als gevolg van de operatie (KNGF, 2014). Op T2 blijft de RSQ1-groep gelijkwaardig of sterker dan de controlegroep. Dit blijkt ook uit twee onderzoeken

waarbij het effect van elektrostimulatie in de vroege fase van de revalidatie is onderzocht. Uit onderzoek van Feil et al blijkt dat elektrostimulatie vooral in de eerste zes weken van de revalidatie krachtwinst oplevert. Bij de twaalf weken meting blijft de krachtwinst gelijk in vergelijking met de controlegroep. Het verschil tussen de groepen werd niet groter qua quadricepskracht (Feil et al, 2011).

In Japan is er ook onderzoek gedaan naar het effect van elektrostimulatie op de kracht van mm. quadriceps en de kuitspieren bij VKB-revalidanten. Dit werd vergeleken met een groep die geen elektrostimulatie ontving. Beide groepen ontvingen het reguliere revalidatieprogramma. De interventiegroep ontving daarbij elektrostimulatie op de mm. quadriceps en de mm. triceps surae met een lage frequentie van 20 Hz. De spierdikte van de vastus lateralis ($p = 0.0004$) en de kuitmusculatuur ($p = 0.016$) verbeterde significant in de eerste vier weken na de operatie terwijl de spierdikte in de controlegroep afnam. Daarbij kwam naar voren dat in de elektrostimulatiegroep een verbetering van de kracht van de extensie van de knie in 3 maanden significant ($p = 0.01$) in vergelijking met de controlegroep was. (Hasegawa, 2011).

Er is dus bewijs dat elektrostimulatie voornamelijk in de eerste weken van de VKB-revalidatie een vooruitgang oplevert. Deze vooruitgang in kracht zou mogelijk kunnen zorgen dat de patiënt eerder functioneel de knie kan gebruiken in het dagelijks leven. Denk hierbij aan lopen zonder krukken of fietsen. Het herstel en omvormingsproces van de kruisband blijft gelijk maar de patiënt kan eerder mobiel worden.

In beide groepen is gebleken dat er tijdens de twaalf weken interventie een grotere kracht van de mm. quadriceps is ontwikkeld. Toch zijn er in de groepen per individu verschillen waar te nemen. De controlegroep heeft een vergelijkbare kracht ten opzichten van elkaar. Opvallend is dat de kracht van de mm. quadriceps van beide proefpersonen toeneemt met 19% tussen T1 en T2, een proefpersoon uit de controlegroep werd niet meegenomen omdat op T2 geen meting is gedaan. In de RSQ1-groep zijn er grotere verschillen. Eén proefpersoon uit RSQ1-groep zat na zes weken op 92% kracht van zijn niet-aangedane been. Dit is te verklaren de revalidatie bij deze proefpersoon voorspoediger verliep dan de andere proefpersonen. Bij deze proefpersoon diende er ook afgeweken te worden van het protocol dat voorafgaand aan dit onderzoek was opgesteld. In de revalidatie bleek deze proefpersoon namelijk sneller te kunnen voldoen aan de criteria (willekeurige aanspanning quadriceps, geen pijn bij belaste oefeningen, goede wondheling) om naar fase twee (start krachtoefeningen) te gaan waardoor hij hier in de vijfde week aan begonnen is.

Dit was niet het geval bij één proefpersoon uit de RSQ1-groep, deze proefpersoon is in week 4 gestart met de RSQ1 behandeling. Toen er gestart werd met de behandeling was er een forse atrofie en verminderde aansturing van de mm. quadriceps aanwezig. Aan de hand van deze factoren zijn de lagere resultaten van de krachtmeting te verklaren.

Naast de kracht van de mm. quadriceps is er ook gekeken naar de angst gemeten met de PHOSA-ACLR. Uit de resultaten vanuit de PHOSA-ACLR hadden de 3 proefpersonen uit de controle groep en 1 proefpersoon uit de RSQ1-groep een score die bij elkaar lag (44 tot 53 punten). Een proefpersoon in de RSQ1-groep scoorde 68 punten. Bij één proefpersoon uit RSQ1-groep zijn er wel opvallende resultaten, de angstscore is bij deze proefpersoon veel lager dan bij overige proefpersonen. Het gemiddelde van de resterende vijf proefpersonen op week twaalf is 51,8 terwijl de score van een proefpersoon uit de RSQ1-groep 18 bedraagt. Dit verschil kan verklaard worden doordat deze proefpersoon een opvallend hoge kracht heeft en hierdoor meer vertrouwen heeft in zijn aangedane been, wat mogelijk effect heeft op de angstafname. Een andere patiënt had op T2 nog 68 punten maar ook een lage quadricepskracht.

In het onderzoek is gebleken dat er geen correlatie is tussen kracht en angst ($P=0,188$). Dit terwijl bepaalde uitkomsten hier wel op kunnen wijzen. Namelijk een proefpersoon met een kracht van 103% vergeleken met de niet-aangedane zijde had een angstscore op T2 van 18 punten. Waar in vergelijking met de vorige uitkomst een proefpersoon met een lage quadricepskracht een kracht had van 76% van het niet-aangedane been en een angstscore van 68 punten. Dit kan te verklaren zijn door een lage power, met een grotere sample size is dit verband mogelijk wel aan te tonen. In het onderzoek van Lentz et al is namelijk wel een duidelijkere relatie gevonden. In deze studie werden 73 proefpersonen die een VKB-reconstructie hebben ondergaan verdeeld in drie groepen. Dit gebeurde één jaar na de operatie. De groepen werden ingedeeld door een vragenlijst in te vullen over terugkeer naar het oude sportniveau. Wanneer de proefpersonen aangaven dat ze waren teruggekeerd op het oude niveau kwamen ze in de YRTS-group ($N=46$), wanneer ze nee antwoorden werden ze ingedeeld in de NRTS-group. Hier werd nog een onderscheid gemaakt tussen het niet terugkomen op het oude niveau door angst/vertrouwen of door andere opties namelijk pijn, zwelling, knie instabiliteit, spierzwakte of geen toestemming van de dokter om terug te keren op het oude niveau. De groep die aangaf dat angst of vertrouwen ervoor zorgde dat ze niet terugkeerde werd ingedeeld in de NRTS-Fear/Confidence subgroup ($N=14$) en de andere proefpersonen met een andere oorzaak in de NRTS-Other subgroup ($N=13$). Er waren twee meetmomenten op zes maanden en op één jaar na operatie. De YRTS-group bleek een significant hogere QSBW-score (quadricepskracht/lichaamsgewicht in lbs) te hebben dan de NRTS-Fear/Confidence group, namelijk op zes maanden ($P=0,02$) en op één jaar ($P=0,02$). Waarbij ook deze QSBW-score een significante relatie had met de IKDC-score (International Knee Documentation Committee) op zes maanden ($P<0,01$) en één jaar ($P<0,05$) (Lentz et al, 2015).

Deze uitkomsten laten duidelijke relaties zien tussen angst en een verminderde quadricepskracht, door een onderzoek met een grotere sample size is het mogelijk om dit verband beter te kunnen onderbouwen. Voor een vervolgonderzoek wordt aangeraden om minimaal in elke

groep 29 personen te includeren. Dit is gebleken uit de powerberekening gebaseerd op het onderzoek van Feil et al, waarbij er voor S is gekozen voor 0,36 Newton/Kg en bij de SD voor 0,31 Newton/Kg. Er wordt gekozen voor een powerberekening waarbij Newton per Kg wordt gebruikt, omdat dit het makkelijker maakt om proefpersonen te vergelijken. Door deze berekening worden variabelen zoals gewicht en lengte meer gereguleerd en uitgeschakeld.

Limitaties en sterke punten van deze pilot-study

In deze pilot-study is gebleken dat de RSQ1 mogelijk een positief effect kan hebben op de krachtstoename in de eerste 12 weken maar voornamelijk in de eerste 6 weken. Ondanks deze resultaten zijn er ook enkele limitaties en beperkingen die invloed kunnen hebben gehad op de uitkomsten. Zo is het voorgekomen dat de gecertificeerde RSQ1-therapeut niet aanwezig kon zijn bij de behandeling. Wanneer dit het geval was voerden de onderzoekers de behandeling uit. Dit bracht twee consequenties met zich mee, namelijk: geen onafhankelijke behandelaar, die geen belang had bij de uitkomsten van de metingen en een behandeling die werd uitgevoerd door de onderzoekers, die tevens RSQ1 gecertificeerd waren. Dit kan ervoor hebben gezorgd dat de resultaten zijn beïnvloed door sturende communicatie omtrent de RSQ1 en het trainen op een lagere of hogere intensiteit dan gebruikelijk. Bij elke behandeling was een gediplomeerd en geregistreerde fysiotherapeut aanwezig.

Doordat de inclusie van de RSQ1-groep langer duurde zijn de diverse proefpersonen in deze groep niet gelijktijdig begonnen met de RSQ1 behandeling tijdens de revalidatieperiode. Één proefpersoon uit de RSQ1-groep werd behandeld vanaf week 1, een proefpersoon uit de RSQ1-groep vanaf week 3 en een proefpersoon uit de RSQ1-groep vanaf week 4. Dit zorgde voor heterogeniteit van behandelduur waardoor de behandelresultaten kunnen verschillen in grootte van het behandel-effect. Daarnaast is het mogelijk dat de proefpersonen uit RSQ1-groep die eerder begonnen met de behandeling met de RSQ1 een verbeterde controle hebben over de mm. quadriceps. Dit zou kunnen leiden tot een vervroegde start met krachttraining.

Naast een verschil in behandelduur is de sample size te klein gebleken. Resultaten uit een onderzoek met een kleinere onderzoeksgroep zijn vaker berust op toeval, voor het bereiken van een significant verschil is er een powerberekening uitgevoerd, N=29 (zie onderbouwendocument).

Een sterk punt van deze pilot-study was dat de mate van angst werd gemeten met de PHOSA-ACLR vragenlijst. Dit is een uitkomstmaat die in diverse onderzoeken niet is meegenomen terwijl het belang van angst voor sport specifieke bewegingen steeds meer naar voren komt met het return to sport. Uit onderzoek van Tripp blijkt namelijk dat er een correlatie bestaat tussen angst voor een re-ruptuur en terugkeer naar sport (Tripp et al., 2011). Bauer et al beschrijft daarnaast dat

52% van de proefpersonen die niet terugkeert op het oude sport niveau angst heeft voor een re-ruptuur (Bauer et al., 2015). Dit geeft het belang aan van deze parameter en waarom de onderzoekers deze hebben meegenomen. Elektrostimulatie zou daar mogelijk indirect van invloed op kunnen zijn. Wanneer de kracht van het aangedane been toeneemt kan dat gepaard gaan met een afname voor angst omdat de proefpersonen meer vertrouwen in het aangedane been hebben. Daarnaast zorgt meer kracht voor meer controle over het aansturen van het been waardoor het instabiele gevoel afneemt (Tripp et al., 2011).

Om de vooruitgang van het aangedane been over de tijd te meten is er ook een preoperatieve meting nodig. Met een preoperatieve meting heb je tevens inzicht in het verschil tussen links en rechts. Op die manier heb je een beter overzicht waar je naar toe moet werken. In dit onderzoek is echter geen preoperatieve meting gedaan om een startpunt te bepalen voor de quadricepskracht. Dit zorgt ervoor dat de onderzoekers T1 als nulmeting voor de quadricepskracht hebben genomen. Door een preoperatieve meting niet mee te nemen is niet te bepalen of er preoperatief een verschil was tussen het aangedane been en het niet aangedane been en hoe groot dit verschil was. Dit zorgt voor resultaten waarvan de waarde moeilijk te bepalen is. Desondanks is er bij de RSQ1-groep wel een betere symmetrie verkregen tussen beide benen na twaalf weken.

De metingen die in dit onderzoek zijn uitgevoerd waren allen gestandaardiseerd waardoor dit onderzoek reproduceerbaar is. In het meetprotocol had elke onderzoeker een vaste taak en werd het volgens een vaste volgorde uitgevoerd. Dit zorgde voor valide, reproduceerbare en betrouwbare metingen die goed vergeleken konden worden met alle andere data. Dit geldt vooral voor de krachtmeting met de MicroFET™ Hand Held Dynamometer. Deze meting hebben de onderzoekers zo gestandaardiseerd mogelijk proberen te maken door een gesloten keten te creëren doormiddel van een fixatie met de fixatie band aan de behandelbank die de onderzoekers hebben gebruikt tijdens de meting, hierdoor werd de quadriceps geïsoleerd getest tijdens de krachtmeting. Deze meting is op elke meetlocatie haalbaar gebleken.

Aanbevelingen

Door de resultaten die mogelijk een positieve vooruitgang laat zien op de kracht van de mm. quadriceps raden de onderzoekers een vervolgonderzoek aan met een grotere sample size ($N > 29$ per groep) om significante verschillen aan te tonen tussen de groepen. Bij het vervolgonderzoek dienen wel een aantal criteria te worden gevolgd. Het vervolgonderzoek zou een RCT zijn waarbij de toewijzing van de interventie gerandomiseerd wordt, de proefpersonen en behandelaars geblindeerd zijn, er vergelijkbare groepen zijn (leeftijd, lengte, man/vrouw), een behandelmethode die, afgezien van de interventie, gelijk is, er een follow up mogelijk is van alle proefpersonen, selectieve publicatie en invloeden van belanghebbende zijn uitgesloten. Daarnaast bevelen de onderzoekers aan om een preoperatieve meting te doen om verschil in links en rechts inzichtelijk te maken. Ook een onafhankelijke therapeut per groep zou raadzaam zijn om zo de behandelingen zo gelijk mogelijk te houden. De uitkomstmaat zouden de onderzoekers aanpassen naar Newton per Kilogram, hiermee is de powerberekening ook uitgevoerd. Dit geeft een reëler beeld van de kracht doordat lichaamsvariabelen (gewicht/lengte) worden meegenomen in de beoordeling van de kracht.

Conclusie

In deze pilot-study lijkt er een positief effect gevonden te zijn van de RSQ1 op de kracht van de mm. quadriceps in de eerste 12 weken post OK. De drie proefpersonen uit de RSQ1-groep leken meer vooruitgang te boeken in de eerste 6 weken post OK ten opzichte van de controle groep. Het leek erop dat de RSQ1 geen effect had op de angst voor sportspecifieke bewegingen gemeten met de PHOSA-ACLR. Door de kleine steekproefgrootte zijn er geen significante resultaten gevonden tussen de RSQ1-groep en de controle groep. Conclusie van dit onderzoek is dan ook dat er een groter onderzoek moet worden opgezet met een grotere groep ($N = 29$) en aanpassingen in de meting om significante en betrouwbare resultaten te krijgen. Meetwaardes die de onderzoekers aanraden mee te nemen in een vervolg onderzoek zijn: lengte en lichaamsgewicht, het voorkeursbeen en een preoperatieve meting.

Dankwoord

De onderzoekers willen de proefpersonen die aan het onderzoek hebben deelgenomen bedanken. Daarnaast gaat er veel dank uit naar de fysiotherapeuten die de onderzoekers de mogelijkheid gaven om het onderzoek bij hen in de praktijk uit te voeren. Tot slot willen de onderzoekers de opdrachtgevers Jos Kortekaas, Sam van Ling en docentbegeleider Eefje Roelofsen bedanken voor hun begeleiding en input gedurende het onderzoek.

Bibliografie

- Bauer, M. B., Brian, T., Feeley, M. D., John, R., & Wawrzyniak, M. S. (2015). Factors Affecting Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review of the Current Literature. *The Physician and Sportsmedicine*, 71-79.
- Biau, D. J. (2009). "Patellar tendon versus hamstring tendon autografts for reconstructing the anterior cruciate ligament: a meta-analysis based on individual patient data.". *The American journal of sports medicine* 37.12, 2470-2478.
- Dauty, M., Tortellier, L., & Rochcongar, P. (2005, 7). Isokinetic and anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings or patella tendon graft: analysis of literature. *Int J Sports Med*, 599-606.
- Dhilon, M., & Prabhakar, S. (2011, 45). Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*, 294-300.
- Feil, S., Newell, J., Minogue, C., & Paessler, H. (2011). Superimposed Neuromuscular Electrical Stimulation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 6, 39.
- Flanigan, D., Everhart, J., & Pedroza, A. (2013, 29). Fear of Reinjury (Kinesiophobia) and Persistent Knee Symptoms Are Common for Lack of Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 1322-1329.
- Grassi, A., Zaffagnini, S., Muccioli, C. M., Neri, M. P., Villa, S. D., & Marcacci, M. (2016). After revision anterior cruciate ligament reconstruction, who returns to sport? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*.
- HAN. (2014). APA: Citeren en parafraseren. Retrieved maart 26, 2014, from specials HAN: <http://specials.han.nl/themasites/studiecentra/verwerken-en-delen/bronnen-vermelden/apa-normen-citeren-en-par/>
- Hasegawaa, S., Kobayashi, M., Arai, R., Tamaki, A., Nakamura, T., & Moritani, T. (2011). Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21, 622-630.
- Hewett, T. E. (2013). Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 41, 216-224.
- Jansen, P., & Laan, B. v. (2010). *Fysiotherapie is toekomstwerk*. Amersfoort: Meander Medisch Centrum.
- Kim, K., Croy, T., Hertel, J., & Saliba, S. (2010). Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *J. Orthop Sports Phys Ther*, 383-91.
- Klapour, A., & Murray, M. (2014, 3). Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res*, 20-31.
- KNGF. (2014). *Evidence Statement Voorstekruisband- reconstructie*. Houten: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie.
- Lankveld, W., Melick, N., Habets, B., Roelofs, E., Staal, B., & Cingel van, R. (2017). Measuring individual hierarchy of anxiety invoking sports related activities: Development and validation of the Photographic Series of Sports Activities for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (PHOSA-ACLR). *Under Review*, 25.
- Lentz, T., Zeppieri, G., George, S., Tillman, S., Moser, M., Farmer, K., & Chmielewski, T. (2015; 43). Comparison of Physical Impairment, Functional, and Psychosocial

- Measures Based on Fear of Reinjury/ Lack of Confidence and Return-to-Sport Status After ACL Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 2015.
- Lewek, M., Rudolph, K., Axe, M., & Synder-Macker, L. (2002). The effect of insufficient quadriceps strength on gait after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Biomechanics*, 17, 56-63.
- Mark, O. M. (2011). Pediatric anterior cruciate ligament reconstruction. *Musculoskeletal Medicine*, 37-44.
- McConkey, M., Bonasia, D., & Amendola, A. (2011, 4). Pediatric anterior cruciate ligament reconstruction. *Curr Rev Musculoskeletal Med*, 37-44.
- Melnyk, M., Faist, M., Gothner, M., Claes, L., & Friemert, B. (2007). Changes in Stretch Reflex Excitability Are Related to "Giving Way" Symptoms in Patients With Anterior Cruciate Ligament Rupture. *J Neurophysiol*, 97, 474-480.
- Mentiplay, B. F. (2015). Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand Held and Fixed Dynamometry and Validity Study. *PloS one*, 10.
- Morree, J. (2008). *Dynamiek van het menselijk bindweefsel*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Moses, B., & Orchard, J. (2012). Systematic review: Annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. *Res Sports Med*, 10.
- Nugteren, K., & Winkel, D. (2008). *Onderzoek en behandeling van de knie*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Physicare International bv. (2017, Februari 1). RSQ1. Retrieved from RSQ1: <http://www.rsq1.nl/?lang=nl>
- Poolman, R. A. (2007). Overlapping systematic reviews of anterior cruciate ligament reconstruction comparing hamstring autograft with bone-patellar tendon-bone autograft: why are they different. *The Journal of bone en joint surgery*, 1542-1552.
- Prodromos, C. C. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 23, 1320-1325.
- Richardson, A., Tokumura, S., Brusovanik, G., & Brown, D. (2010). *The Accelerated Recovery Performance (ARP) Trainer as a Method for Improving Rehabilitation Following ACL Reconstruction*. Honolulu, Hawaii: ARP Wave.
- Saris, D., Diericks, R., & Meuffels, D. (2011). *Richtlijn Voorste kruisbandletsel*. 's-Hertogenbosch: Nederlandse Orthopaedische Vereniging.
- Schmitt, L., Petero, M., & Hewett, T. (2012, 42). The Impact of Quadriceps Femoris Strenght Asymmetry on Functional Performance at Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 750-759.
- Tripp, D., Ebel-Lam, A., Stanish, W., Brewer, B., & Birchard, J. (August 2011). Fear of Reinjury, Negative Affect, and Catastrophizing Predicting Return to Sport in Recreational Athletes With Anterior Cruciate Ligament Injuries at 1 Year Postsurgery. *Sport, Exercise and Performance Psychology*, 39.
- van der Wees, P. H. (2012). Validity and responsiveness of the ankle function score after acute ankle injury. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 170-174.
- Verhaar, J., & Mourik, J. (2008). *Orthopedie*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Wilde, J., Bedi, A. M., & Altchek, D. W. (2014). Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports health* 6.6, 504-518.
- Williamson, A. &. (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*, 798-804.

- Wright, R., Preston, E., & Fleming, B. (2008). ACL reconstruction RehabilitationL A Systematic Review Part II. *J Knee Surg*, 21, 225-234.
- Yoo, J. B. (2010). A meta-analysis on the effect of neuromuscular training ont the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 824.
- Zutphen van, H. (2001). *Nederlands leerboek der fysische therapie in engere zin 1*. Houten: Springer Media B.V.

Bijlage

Tabel 6 behandelprotocol overzicht

Fase 1	Totaal 12 weken 30 min behandeling 2x per week					
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6
Tijdens behandeling						
Drie verplichte oefeningen	Knie heffen Heel slides Isometrische quadriceps aanspanning	knie heffen Heelslides Isometrische quadriceps aanspanning	calf raises in zit Neuromusculaire training 2 benen Isometrische aanspanning quadriceps	Squat 45-90 graden calf raises in zit Neuromusculaire training, 2 benen	Squat 30-90 graden Side raises Neuromusculaire training 2 benen	Squat 20-90 graden Side raises Neuromusculaire training 2 benen
2 oefeningen, eigen invulling	Bijvoorbeeld: actieve en passieve mobilisaties, lopen op instabiele ondergrond, etc.					
Thuis						
Huiswerk-Oefeningen (waarvan 1 verplicht, rest naar inzicht therapeut)	-Knee extension	-Knee extension	-Knee extension	-Squat 45-90	-Squat 30-90	-Squat 20-90

Fase 2	Totaal 12 weken 30 min behandeling 2x per week					
	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12
Tijdens behandeling						
Drie verplichte oefeningen	-Stiffed leg good morning -Side raises (dynaband) -Squat (evt 1 been)	-Calf raises -Side raises (dynaband) -Squat (evt 1 been/ gewicht)	-Stiffed leg good morning (gewicht) -squat lunge -Squat (evt 1 been/ gewicht)	-Calf raises (gewicht) -squat lunge -Squat (evt 1 been/ gewicht)	-Stiffed leg good morning (gewicht) -squat lunge -Squat (evt 1 been/ gewicht)	Neuromusculaire training -Neuromusculaire training bosuball -Squat (evt 1 been/ gewicht)
2 oefeningen, eigen invulling	Bijvoorbeeld: calf raises, lunges, actieve mobilisatie, etc.					
Thuis						
Huiswerk-Oefeningen (waarvan 1 verplicht, rest naar inzicht therapeut)	-Squat	-Squat	-squat lunge	-squat lunge	-Squat 1 been	-Squat 1 been