

21-7-2016

Verandering in kracht van kniemusculatuur door krachttraining bij patiënten met totale knieprothese

Auteurs:

Marm van, R.J.P. (0752037)

Nijst, B.K.J.F. (1311441)

Steeghs, K.J.W.A. (1301101)

Wawer, M. (1305352)

Begeleiders:

Beoordelaar 1: Dr. R.G.J. Marcellis

Beoordelaar 2: Dr. A.F. Lenssen

Faculteit Gezondheid en Techniek,

Opleiding Fysiotherapie

Zuyd Hogeschool, Heerlen

Zuyd **ZU**
Hogeschool **YD**

 **Maastricht UMC+**

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch
mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van Zuyd Hogeschool

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Samenvatting.....	5
1. Inleiding	6
2. Methode	11
2.1 Onderzoeksdesign	11
2.2 Populatie	11
2.3 Meetinstrumenten en uitkomstmaten	12
2.4 Procedure	13
2.4.1 Meetmomenten	13
2.4.2 Interventie	14
2.5 Data analyse	16
2.6 Feasibility.....	16
3. Resultaten.....	18
3.1 Persoonskenmerken	18
3.2 Veranderingen in de isokinetische PT	20
3.3 Veranderingen in de KOOS-scores.....	23
3.4 Veranderingen in de RAND-36 scores	25
3.5 Feasibility.....	27
4. Discussie	29
4.1 Vraagstelling en literatuur.....	29
4.1.1 Krachttraining	29
4.1.2 Feasibility.....	30
4.2 Sterke en zwakke punten	31
4.3 Aanbevelingen	32
4.4 Conclusie.....	32
Literatuurlijst.....	33
Bijlagen	38
Bijlage 1 – Normgegevens Freedson	38
Bijlage 2 – Meetinstrumenten	39
Bijlage 3 – Protocol van basislijn- en nameting	49
Bijlage 4 – Protocol interventie	55

Voorwoord

Deze scriptie is het eindproduct van onze Bachelor of Science in Fysiotherapie aan de Zuyd Hogeschool te Heerlen en de afsluiting van een acht maanden durende onderzoeksperiode in het Maastricht Universitair Medisch Centrum (MUMC+).

Dit onderzoek beschrijft een pilotstudie naar de verandering in de kracht van de knie-extensoren en knieflexoren door krachttraining, drie tot zes maanden na het plaatsen van een totale knieprothese. Het uitvoeren van deze studie op de afdeling Fysiotherapie en Orthopedie van een academisch ziekenhuis in Nederland was voor ons het meest uitdagende sluitstuk van deze studie. Daarnaast leek het ons interessant om voor het eerst een fysiotherapeutische interventie in het kader van de wetenschap te onderzoeken.

Wij bedanken onze scriptiebegeleiders dr. R.G.J. Marcellis en dr. A.F. Lenssen en de afdeling Fysiotherapie en Orthopedie van het MUMC+ voor de professionele begeleiding en ondersteuning tijdens dit traject. Daarnaast prijzen wij de bereidheid van de proefpersonen om mee te werken aan ons onderzoek. Zonder hun medewerking hadden wij dit onderzoek niet kunnen uitvoeren. In het bijzonder danken wij onze lieve vrienden en familie voor hun enorme steun, enthousiasme en motiverende woorden.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Rick van Marm, Branco Nijst, Koen Steeghs, Miriam Wawer
Zuyd Hogeschool, Heerlen juni 2016

Samenvatting

Doel: in dit onderzoek werd de verandering in kracht na krachttraining bij patiënten met een totale knieprothese (TKP) drie maanden tot en met één jaar postoperatief geanalyseerd. Daarnaast werden de mate van functioneren van de knie en de kwaliteit van leven bij deze patiëntencategorie in kaart gebracht. Een ander doel was het beschrijven van de feasibility van dit onderzoek en de interventie.

Methode: in deze prospectieve pilot studie werd gebruik gemaakt van een pre-post design zonder controlegroep. De proefpersonen ondergingen een zes weken durende krachttraining waarin de knie-extensoren en knieflexoren twee keer per week werden getraind. Voor en na de interventie werd de isokinetische peak torque (PT) van de knie met de Biodex System Pro 3 dynamometer gemeten en werden de KOOS en RAND-36 afgenomen.

Resultaten: in deze studie zijn zes proefpersonen gemeten. Alle proefpersonen toonden een vooruitgang in de isokinetische PT van de knie-extensoren en knieflexoren en een daling van het krachttkort ten opzichte van een gezonde populatie. Vijf van de zes proefpersonen gingen vooruit op de totale KOOS-score. Bij de RAND-36 gingen vier van de zes proefpersonen vooruit. De aanwezigheid bij de interventie was hoog, de meeste proefpersonen waren tevreden over de invulling van de krachttraining en er vonden tijdens de training geen ongelukken plaats.

Discussie: krachttraining van de kniemusculatuur lijkt een positieve verandering in de isokinetische PT van de knie-extensoren en knieflexoren en een daling van een krachttkort ten opzichte van een gezonde populatie te weeg te brengen. Bovendien bestaat het vermoeden dat er een verband is tussen de vooruitgang in isokinetische PT en de verbetering van functioneren in het alledaagse leven. Naast deze vooruitgangen lijkt een krachttrainingsprogramma haalbaar voor patiënten met een TKP. Bovenstaande bevindingen dienen met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, gezien de kleine onderzoekspopulatie en het ontbreken van een controlegroep. Hierdoor is verder onderzoek noodzakelijk.

1. Inleiding

In de periode 2007 tot en met 2013 kregen in Nederland 113.092 mensen een totale knieprothese (TKP)¹, waarbij de gemiddelde leeftijd rond de 65 jaar lag.^{2,3} De meest voorkomende reden voor het plaatsen van een TKP is gonartrose, gevolgd door posttraumatische afwijkingen, osteonecrose en maligniteiten.⁴ Ook een bewegingsbeperking en/of een ernstig afwijkende stand van de knie, die beperkingen met zich meebrengen in het dagelijks functioneren, kunnen een indicatie vormen voor het plaatsen van een TKP.⁴⁻⁶ Of een prothese bij gonartrose geplaatst wordt, is afhankelijk van de ervaren pijn, het niveau van functioneren en de levensverwachting van de patiënt.⁵

Het doel van de operatie is pijnvermindering, vermindering van subjectieve belemmeringen in dagelijkse activiteiten en verbetering van de bewegingsuitslag van de knie-extensie.^{5,7} Ondanks deze positieve gevolgen van een TKP is een volledig herstel van de postoperatieve spierkracht naar het niveau van gezonde proefpersonen echter zeldzaam.⁸⁻¹² Dit postoperatieve krachtttekort kan veroorzaakt worden door pre- en postoperatieve zwakte en atrofie van de knie-extensoren op basis van disuse, de beschadiging of zelfs doorsnijding van omliggend weefsel tijdens de operatie en de beperkingen in het herstel van de spieren vanwege de eerder genoemde hogere leeftijd van de TKP-patiënt.¹¹⁻¹⁴ Een krachtttekort van de kniemusculatuur heeft een negatieve invloed op de kniestabiliteit tijdens het staan, lopen, traplopen en het opstaan vanuit een stoel.¹⁵

In de onderstaande studies is het krachtttekort na het plaatsen van een TKP en de gevolgen voor de activiteiten van de patiënt inzichtelijk gemaakt. Er zijn legio onderzoeken die een krachtttekort van de knie-extensoren en knieflexoren vanaf één maand tot en met enkele jaren na het plaatsen van een TKP constateerden. Zo stelden Stevens-Lapsley et al.¹² één maand postoperatief bij 30 TKP-patiënten een krachtttekort van 51,6% (standaarddeviatie [SD]±18,9) vast in de m. quadriceps en een krachtttekort in de m. hamstrings van 48,4% (SD ±20,8) in vergelijking met de preoperatieve kracht. Aangezien ook de preoperatieve spierkracht op basis van disuse verminderd bleek, kan dit een onderschatting zijn van het daadwerkelijke probleem.^{8,11,14} Dit zou kunnen duiden op een nog groter krachtttekort van de bovenbeenspieren na een TKP. Mizner et al.¹⁶ vertoonden overeenkomstige resultaten met betrekking tot dit postoperatieve krachtttekort van de m. quadriceps. Drie maanden na de operatie constateerden Vuorenmaa et al.¹⁷ bij 43 personen een krachtttekort in de m.

quadriceps van het geopereerde been van 48% (betrouwbaarheidsinterval [BI] 30% - 66%) in vergelijking met de preoperatieve kracht. Vanaf zes maanden postoperatief beschreef Stevens-Lapsley et al.¹² dat de kracht van de m. quadriceps 24,4% ($p=0,008$) lager is in vergelijking met het niet-geopereerde been en 38,5% ($p<0,001$) lager is in vergelijking met een gezonde populatie. De kracht van de knieflexoren bleek ook 40,6% ($p<0,001$) lager dan een gezonde populatie. Andere studies rapporteerden overeenkomstige resultaten na zes en tien maanden.^{18, 19} Vervolgens bleek uit de studie van Rossi et al.²⁰ dat één jaar postoperatief het geopereerde been bij 13 proefpersonen een spierkracht had van 77% (BI 65% - 86%) van het niet-geopereerde been voor zowel knie-extensie als knieflexie. Meerdere studies beschreven vergelijkbare resultaten over het krachtttekort na één jaar.^{21, 22} Tenslotte waren er enkele studies die ruim één jaar na het plaatsen van een TKP een krachtttekort in de bovenbeenspieren hebben waargenomen.^{11, 23} Zo onderzochten Rossi et al.²³ 16 maanden ($SD \pm 6,62$) na de operatie dat de spierkracht van de onderste extremiteit significant lager was vergeleken met het niet-geopereerde been ($p=0,007$) en met een gezonde controlegroep ($p<0,001$).

Bovendien laten Rossi et al.²³ zien dat een krachtttekort in de kniemusculatuur bij patiënten met een TKP gevolgen kan hebben voor functionele activiteiten zoals lopen, traplopen en opstaan uit een stoel. Meerdere studies beschreven vergelijkbare resultaten met betrekking tot het verband tussen een krachtttekort van de bovenbeenspieren en de functionele activiteiten.^{15, 19, 24} Ook hadden TKP-patiënten met een verminderde kracht een slechtere balans met als gevolg een hoger valrisico, moeite met het opstaan uit een stoel en een mindere snelheid bij het lopen en traplopen.^{15, 19, 24} Zo constateerde Walsh et al.¹⁰ een afgenomen loopsnelheid tussen de 13%-17% bij een wandeltempo (vrouwen liepen gemiddeld 1,17 [$SD \pm 0,05$] m/s en mannen 1,31 [$SD \pm 0,05$] m/s) en een afname van 17%-18% bij een hoger wandeltempo (vrouwen liepen gemiddeld 1,36 m/s [$SD \pm 0,1$] en mannen 1,53 m/s [$SD \pm 0,06$]) bij TKP-patiënten met een verminderde kracht. Bovendien werd een verminderde snelheid van 43% bij vrouwen en 51% bij mannen tijdens het traplopen vastgesteld, waarbij al deze activiteiten vergeleken zijn met een gezonde controlegroep. Daartegenover heeft een grotere kracht in de kniemusculatuur bij patiënten met een TKP verband met een betere uitvoering van klinimetrie die gebaseerd zijn op functionele activiteiten, zoals de Timed-Up and Go-test (TUG) en

Stair-Climbing-test (SCT), de Zes-Minuten-Wandeltest (6MWT) en gunstigere scores op kniefunctie vragenlijsten.^{13, 21}

Ondanks de vele onderzoeken naar een krachttekort van de kniemusculatuur en een beperking in functionele activiteiten is nog te weinig bekend over de revalidatie bij mensen met een TKP.²⁴⁻²⁶ Wel blijkt uit de literatuur dat krachttraining effect is voor het verbeteren van de spierkracht van de knie-extensoren bij TKP-patiënten.^{18, 27, 28} Over het effect van krachttraining op de knieflexoren is echter minder literatuur bekend. Het onderzoek van Valtonen et al.²⁸ is een van de weinige onderzoeken die laat zien dat weerstandstraining in het water effectief is voor het verbeteren van de kracht van de knieflexoren bij TKP-patiënten. Ondanks deze positieve resultaten over krachttraining bestaat geen consensus over het feit of een progressieve krachttraining van de kniemusculatuur een positief effect heeft op het verbeteren van functionele activiteiten na een TKP. Aan de ene kant vonden Jakobsen et al.²⁹ geen significant verschil in verbetering van de functionele prestaties tussen twee groepen met en zonder progressieve krachttraining. Het onderzoek van Skoffier et al.²⁶ vertoonde vergelijkbare resultaten met betrekking tot de effectiviteit van krachttraining op functionele activiteiten. Aan de andere kant stelden meerdere onderzoeken een matig tot groot effect vast van een krachttraining bij TKP-patiënten ter verbetering in kracht en uitvoering van functionele activiteiten. Zo constateerden Petterson et al.³⁰ een matig tot groot positief effect van progressieve krachttraining voor de quadricepskracht (effect size $d=0,63$), de TUG ($d=0,69$), de Zes-Minuten-Wandeltest (6MWT, $d=0,70$) en de SCT ($d=0,86$) in vergelijking met gewone therapie. Meerdere studies toonden vergelijkbare resultaten met betrekking op de relatie tussen krachttraining en functionele activiteiten.^{31, 32}

Verder bestaat er weinig duidelijkheid over de type therapie en de juiste dosis om een revalidatie na een TKP te standaardiseren. Zo onderzochten Silva et al.³³ de dosis-respons relaties van de trainingsvariabelen ‘intensiteit’, ‘omvang’, ‘frequentie’ en ‘duur van het trainingsprogramma’. De resultaten toonden aan dat vele combinaties van de trainingsvariabelen resulteerden in een krachtstoename. Alleen de duur van de totale training toonde echter een significant effect op de kracht waardoor deze richtlijnen vooralsnog ontoereikend lijken. In de systematische review van Bemt et al.³⁴ en in de studie van Ciolac et al.³⁵ zijn echter specifieke richtlijnen opgesteld voor het verbeteren van de spierkracht bij ouderen. Aangezien de gemiddelde leeftijd van een TKP-patiënt rond de 65 jaar ligt kan wellicht rekening

worden gehouden met deze richtlijnen bij TKP patiënten.^{2,3} Beide studies raden aan minimaal 6 tot en met 12 weken twee keer per week 30 tot en met 45 minuten de spierkracht te trainen. Waarbij een programma van 12 weken de voorkeur heeft boven een programma van zes weken. Verder wordt aangeraden gebruik te maken van fitness apparatuur, dynamisch te trainen over de gehele bewegingsuitslag en met een beginnende intensiteit van 60% van de 'one repetition maximum' (1RM). De 1RM is het maximale gewicht dat een persoon één keer kan verplaatsen.³⁶ De trainingsintensiteit werd in beide studies met vijf tot tien procent verhoogd indien adaptie is bereikt.^{34,35}

Tenslotte bestaat er onenigheid over wanneer te starten met krachttraining na een TKP. Zo bleek een vroegtijdig postoperatief begin (een week tot en met twee maanden) met krachttraining een positief effect te hebben op de uiteindelijke kracht van de kniemusculatuur en het activiteitsniveau. Hierdoor namen de proefpersonen eerder in spierkracht toe en werden de activiteiten sneller hervat dan in de controlegroepen die later begonnen met krachttraining.³⁷⁻³⁹ In tegenstelling tot bovenstaande onderzoeken hebben Moffet et al.³¹ gekozen om twee maanden postoperatief te starten met krachttraining, omdat in deze subacute fase van de genezing kniepijn, effusie en bewegingsbeperkingen geen belemmerende factoren meer zijn. Op basis van het mechanische en functionele weefselherstel, waarmee tijdens de revalidatie rekening gehouden moet worden, kan echter met krachttraining gestart worden vanaf drie maanden postoperatief. Zo is drie maanden postoperatief het mechanische herstel goed vooruitgegaan waardoor in de integratiefase het functionele herstel, dus de integratie van het nieuw gevormde bindweefsel in het centrale zenuwstelsel, op de voorgrond staat. Hierbij ligt het accent op geleidelijke opbouw van belastende activiteiten.⁴⁰

Samenvattend blijkt uit bovenstaande onderzoeken dat na het plaatsen van een TKP een spierkrachttkort in de knie-extensoren en knieflexoren resteert en belemmeringen in activiteiten blijven bestaan. Daarnaast is nog weinig bekend over het effect van krachttraining op de kracht van de knieflexoren en de verbetering in functionele activiteiten, het type therapie en dosis voor de revalidatie na een TKP. Wel is bekend dat zowel een vroeg (één week tot en met twee maanden) als later (vanaf twee maanden) begin met progressieve krachttraining van de bovenbeenspieren met een matige tot hoge intensiteit effectief blijkt voor de verbetering in spierkracht.

Het doel van deze studie is daarom het onderzoeken van de verandering in kracht van de knie-extensoren en knieflexoren door krachttraining bij TKP-patiënten drie tot twaalf maanden postoperatief. Het subdoel is het onderzoeken van veranderingen van functionele vaardigheden en de kwaliteit van leven door middel van krachttraining. Daarnaast wordt de feasibility van de studie en de krachttraining onderzocht, voordat mogelijk een randomised controlled trial (RCT) wordt gestart.

Bovengenoemde aspecten leiden tot volgende vraagstelling:

“Wat is de verandering in kracht van de knie-extensoren en knieflexoren bij patiënten met een primaire totale knieprothese drie tot en met twaalf maanden na de operatie met een krachtttekort van deze musculatuur van meer dan 20% gemeten met de Biodex System Pro 3 dynamometer vergeleken met normwaarden van een gezonde populatie na een zes weken durende krachttraining?”

2. Methode

2.1 Onderzoeksdesign

In deze prospectieve pilotstudie werd gebruik gemaakt van een pre-post design zonder controlegroep. De verandering in kracht van de knie-extensoren en knieflexoren na een zes weken durende krachttraining werd geanalyseerd bij patiënten met een primaire TKP en een krachtttekort van 20% in deze musculatuur drie tot en met twaalf maanden na de operatie. Dit krachtttekort werd gemeten met de Biodex System Pro 3 dynamometer en vergeleken met normwaarden van een gezonde populatie. Daarnaast werd de feasibility van de studie en de interventie onderzocht, voordat een grootschalige RCT wellicht gestart kan worden. Het doel was in totaal acht proefpersonen te meten. Dit aantal werd gebaseerd op de beschikbare weken voor werving en selectie, de duur van de totale training en het aantal personen dat tussen drie en twaalf maanden postoperatief voor een controle naar het MUMC+ kwam.

2.2 Populatie

De proefpersonen werden door de onderzoekers tijdens het spreekuur van de kniepolikliniek op de afdeling Orthopedie van het MUMC+ in het bijzijn van een orthopeed geworven. Om geïnccludeerd te worden dienden de patiënten een primaire TKP te hebben, tussen de 3 en 12 maanden postoperatief te zijn en een relevante hulpvraag te hebben op het gebied van fysiek functioneren zoals problemen met lopen, traplopen en opstaan uit een stoel. Daarnaast dienden de patiënten een krachtttekort te hebben van de knie-extensoren en knieflexoren in het geopereerde been van meer dan 20% van de isokinetische peak torque (PT) in vergelijking met een gezonde populatie uit de studie van Freedson et al.⁴¹ (bijlage 1). De PT is het maximale piekmoment uitgedrukt in newtonmeter (Nm) en werd gemeten met behulp van de Biodex System Pro 3 dynamometer. Dit meetinstrument meet de isokinetische PT van de knie-extensoren en knieflexoren onder hoeksnelheden van 60°/s en 180°/s. Indien er sprake was van een krachtttekort van meer dan 20% bij de knie-extensoren en knieflexoren bij 60°/s en/of 180°/s werden de proefpersonen geïnccludeerd. Geëxcludeerd werden proefpersonen met een cognitieve beperking die het opvolgen van instructies of het invullen van vragenlijsten onmogelijk maakten.²⁹

⁴² Ook ongecontroleerde cardiovasculaire aandoeningen en andere ernstige

comorbiditeiten die een actieve krachttraining verhinderden en waarvoor specifieke revalidatie noodzakelijk was, vielen onder de exclusiecriteria.^{29, 35, 42} Bovendien dienden de patiënten de Nederlandse taal te beheersen in verband met het invullen van vragenlijsten.^{43, 44}

2.3 Meetinstrumenten en uitkomstmaten

De primaire uitkomstmaat isokinetische PT werd op gestandaardiseerde wijze gemeten met de Biodex System Pro 3 dynamometer (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA). Dit meetinstrument meet de isokinetische PT tijdens het extenderen en flecteren van de knie. De isokinetische PT werd met hoeksnelheden van 60°/s en 180°/s gemeten en bestond uit een set van vijf herhalingen bij 60°/s en een set van tien herhalingen bij 180°/s (bijlage 2). De Biodex System Pro 3 dynamometer is een betrouwbaar en valide meetinstrument dat tevens wordt gezien als de gouden standaard voor het meten van de isokinetische PT tot hoeksnelheden van 300°/s.⁴⁵ Aangezien in dit onderzoek steeds onder de 300°/s gemeten werd, mag men er vanuit gaan dat de metingen betrouwbaar en valide zijn.

De secundaire uitkomstmaat niveau van functionele activiteiten met betrekking tot de knie werd gemeten met de vragenlijst Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS; bijlage 2). De KOOS bestaat uit vijf domeinen waaronder pijn, symptomen, functioneren in het algemene dagelijkse leven (ADL), functioneren in de vrije tijd en sport en knie gerelateerde kwaliteit van leven. De scoring van de categorieën wordt gedaan door middel van een 5-punts Likertschaal. De score varieert van 0 tot en met 100, waarbij '0' extreme knieproblemen en '100' geen problemen indiceert. De totale score werd berekend door het gescoorde aantal punten te delen door het maximaal te scoren punten en getransformeerd naar een 100-puntsschaal. Een hogere score duidt op een hoger niveau van functionele activiteiten met betrekking tot de knie. De Nederlandse versie van de KOOS is een geschikte vragenlijst voor patiënten met een TKP met een goede interne consistentie en een matige construct validiteit met een cronbach's alpha en een interclasscorrelatiecoëfficiënt die beide boven 0,70 liggen voor alle subcategorieën.^{4, 46} Het minimaal klinisch relevante verschil (Engels: minimal clinically important difference, MCID) in punten is 16,7 voor de categorie pijn, 10,7 voor de categorie symptomen, 18,4 voor functioneren in het alledaagse leven, 12,5

voor functioneren in de vrije tijd en sport en 15,6 voor kniegerelateerde kwaliteit van leven.⁴⁷ Voor de totale KOOS-score is geen MCID bekend.

Voor het meten van de secundaire uitkomstmaat kwaliteit van leven werd de RAND-36 vragenlijst (bijlage 2) gebruikt, die de ervaren gezondheid of de gezondheid gerelateerde kwaliteit van leven inventariseert en evalueert. De RAND-36 bevat de domeinen fysiek functioneren, sociaal functioneren, rolbeperkingen door fysieke problemen, rolbeperkingen door emotionele problemen, mentale gezondheid, vitaliteit, pijn, algemene gezondheidsbeleving en gezondheidsverandering. De itemsscores worden gesommeerd tot schaalscores en getransformeerd naar een 100-puntsschaal. De totale score werd berekend door het gescoorde aantal punten te delen door het maximaal te scoren punten en getransformeerd naar een 100-puntsschaal. Deze scores worden dusdanig getransformeerd dat hogere scores duiden op een betere kwaliteit van leven. De RAND-36 is een geschikte vragenlijst om de kwaliteit van leven bij mensen met een TKP te meten en is een betrouwbaar, valide en sensitief meetinstrument om de ervaren gezondheidstoestand in kaart te brengen.^{4, 44,}
⁴⁸ Het MCID voor alle categorieën is 10 punten.⁴⁹ Voor de totale RAND-36 score is geen MCID bekend.

2.4 Procedure

Voor de start van de metingen werd aan iedere proefpersoon het doel van het onderzoek en de testprocedure volledig uitgelegd. Hieronder worden eerst de meetmomenten en daarna de interventie besproken.

2.4.1 Meetmomenten

Voorafgaand aan de krachtmeting op de Biodex System Pro 3 dynamometer fietsten de patiënten vijf minuten op een fietsergometer om de spieren voor te bereiden op de krachtinspanning.⁴¹ Na deze warming-up dienden de proefpersonen conform het meetprotocol plaats te nemen op de stoel van de Biodex System Pro 3 dynamometer (bijlage 3). De isokinetische PT-waarden werden vergeleken met normgegevens afkomstig uit de studie van Freedson et al.⁴¹ waardoor een krachtttekort van meer dan 20% vastgesteld kon worden. Tevens golden deze PT-waarden als basislijnmeting waarmee de verandering in kracht na afloop van de interventie geëvalueerd konden worden. Nadat de proefpersonen op basis van een krachtttekort werden geïncludeerd, werden de volgende demografische gegevens verzameld: geslacht, leeftijd in jaren,

lengte in meters, gewicht in kilogram, body mass index (BMI) in kg/m², zijde van de TKP en de tijd na een TKP in maanden. Lengte werd gemeten met behulp van een stadiometer van SECA (model 2401714009). De proefpersoon diende blootsvoets met de hielen, billen en het hoofd tegen de muur te staan. Het gewicht werd gemeten met een geijkte weegschaal van SECA (model 7017021094). De proefpersoon diende zich niet te ontkleden met uitzondering van de jas en het schoeisel. Wel werd de proefpersoon gevraagd de broekzakken leeg te maken en zich van accessoires (portemonnee, mobiele telefoon, horloge en sleutelbos) te ontdoen. De BMI werd berekend door het gewicht te delen door de lengte in het kwadraat. Vervolgens vond de basislijnmeting van de KOOS en de RAND-36 plaats. Na de basislijnmetingen vond eenmalig een X-RM test plaats van het geopereerde been voor iedere afzonderlijke krachtoefening in het trainingsprogramma, zijnde de leg press, de leg extension en de leg curl.^{50, 51} De X-RM test is een veelgebruikte manier om de 1RM te schatten. Gekozen werd voor de X-RM test aangezien de 1RM test vaak niet praktisch uitvoerbaar is.⁵² Tijdens een X-RM test werd gebruik gemaakt van een Holten-diagram, waarbij op grond van het aantal herhalingen met een submaximaal gewicht een schatting van de 1RM berekend kan worden (bijlage 3).⁵³ Op deze manier werd de juiste weerstand bepaald voor de interventie.⁵² Na de gehele zes weken durende interventie werd een nameting gedaan van de primaire en secundaire uitkomstmaten op dezelfde manier als de basislijnmeting. De demografische gegevens en de X-RM test werden niet opnieuw gemeten. Het protocol van de basislijnmeting en de nameting is opgenomen in bijlage 3. Ook werden direct na de nameting enkele open vragen gesteld met betrekking tot de feasibility van dit onderzoek en de training.

2.4.2 Interventie

Tijdens de interventie werd twee keer per week 30 tot en met 45 minuten onder supervisie van een onderzoeker getraind met een rustperiode van minimaal 48 uur tussen de trainingssessies, dit gold ook voor de tijd tussen de basislijnmeting en de eerste training. De totale duur van het trainingsprogramma was zes weken waarin 12 trainingen werden afgewerkt. Indien een proefpersoon een training miste, werd deze indien mogelijk ingehaald. Tevens werd de reden van de gemiste training genoteerd en meegenomen in de feasibility van dit onderzoek. Een proefpersoon mocht

maximaal twee trainingen missen gedurende het traject. Indien dit aantal werd overschreden, werd de proefpersoon gezien als een dropout.

Tijdens de warming up werd de proefpersoon gevraagd op een comfortabel tempo gedurende vijf minuten op een fietsergometer te fietsen. De weerstandstraining bestond uit drie krachtoefeningen: de leg press, de leg extension en de leg curl. Iedere krachtoefening werd uitgevoerd met één been per set, waarbij met ieder been drie sets van 10 herhalingen werden uitgevoerd. Tijdens de uitvoering werd aangegeven dat de beweging over de gehele bewegingsuitslag en op een gecontroleerde manier uitgevoerd diende te worden. De concentrische beweging werd in twee seconden uitgevoerd en de excentrische beweging in drie seconden.^{30, 34} In de eerste sessie werd met elk been gestart op 60% van de 1RM van de geopereerde knie. Het niet-geopereerde been werd op dezelfde intensiteit als het geopereerde been getraind om een verdere discrepantie tussen beide benen te voorkomen. De mate van spiervermoeidheid, inspanning en de belastingsgraad werden vastgesteld met behulp van de Borgschaal. De Borgschaal is een 10-puntschaal met scoren van 0 (geen inspanning) tot en met 10 (absolute maximale inspanning; bijlage 4).⁵⁴ De Borgschaal werd telkens direct na de derde set van het geopereerde been afgenomen. Een score van 6 op de Borgschaal komt overeen met een inspanning die als ‘zwaar’ wordt ervaren en tevens bij een gezonde oudere populatie geassocieerd wordt met 60% van de 1RM.⁵⁵ Het gewicht werd met 5% van de 1RM verhoogd als de ervaren inspanning van het geopereerde been onder de 6 op de Borgschaal werd gescoord. Indien de kleinst mogelijke verhoging in gewicht van de krachtapparatuur groter was dan 5% van de 1RM, werden eerst de herhalingen van 10 naar 12 en vervolgens naar 15 herhalingen verhoogd. Mits de proefpersoon in de laatste set met 15 herhalingen op de Borgschaal onder 6 scoorde, werd het gewicht met de kleinst mogelijke stap verhoogd. Na deze verhoging werden weer de gebruikelijke 10 herhalingen aangehouden. Als de score boven 6 werd gescoord, werd het gewicht noch verhoogd noch verlaagd.^{34, 55}

Tijdens de cooling down was de proefpersoon vrij om tussen verschillende knie belastende spelvormen te kiezen zoals badminton, basketbal en tafeltennis of lopen op een loopband. Hierbij werd toegezien op de juiste intensiteit van de cooling down, zodat het lichaam beter afvalstoffen kon afvoeren en zo weer op het niveau van rust kon komen.⁵² Het protocol van de interventie is opgenomen in bijlage 4.

2.5 Data analyse

De demografische gegevens geslacht, leeftijd, lengte, gewicht, BMI, zijde van TKP en de tijd na een TKP werden met beschrijvende statistiek beschreven. De gegevens geslacht en de zijde van de TKP werden op een nominale schaal beschreven in de vorm man/vrouw en links/rechts en werden uitgedrukt in absolute aantallen (N). De overige demografische gegevens werden op een ratioschaal beschreven aan de hand van absolute getallen (n), de mediaan (Me) en interkwartielafstanden (Eng: Interquartile Range, IQR). De verandering van de isokinetische PT-waarden werden geanalyseerd met behulp van beschrijvende statistiek door de gegevens van de basislijnmeting en de nameting met elkaar te vergelijken, zowel in absolute als relatieve veranderingen. Daarnaast werd de isokinetische PT van de basislijnmeting en de nameting vergeleken met de normwaarden van Freedson et al.⁴¹ De verandering in scores van de KOOS en de RAND-36 werden geëvalueerd met behulp van beschrijvende statistiek. Voor de categoriescores van de KOOS en RAND-36 werd de MCID gehanteerd en voor de totaalscores werden absolute en relatieve veranderingen beschreven. Voor het analyseren en verwerken van deze gegevens werd gebruik gemaakt van het programma SPSS, versie 22.0 voor Windows (IBM® SPSS® Statistics version 22.0).

2.6 Feasibility

Een ander doel was het beschrijven van de feasibility van dit onderzoek en de interventie om te bepalen of een grootschalige RCT naar het effect van krachttraining bij patiënten met een primaire TKP met een krachttekort haalbaar is. Data met betrekking tot de werving en selectie werd verzameld door te noteren hoeveel mensen een afspraak hadden op de kniepolikliniek, hoeveel mensen in aanmerking kwamen voor het onderzoek en hoeveel mensen daadwerkelijk deelnamen aan het onderzoek. Dit werd weergegeven in absolute getallen. Bovendien werd geregistreerd wat de redenen van exclusie of geen deelname waren. De aanwezigheid werd bijgehouden met een aanwezigheidslijst en berekend door het werkelijke aantal sessies te delen door het afgesproken aantal sessies (N=12) en te vermenigvuldigen met 100%. Bij afwezigheid werd naar de reden gevraagd. Verder werd geregistreerd of de werkelijke beschikbaarheid van de trainingslocaties overeenkwam met de vooraf geplande beschikbaarheid en de tijdstippen waarin de proefpersonen konden trainen. Ook werden eventuele ongelukken, valincidenten tijdens de interventie en

blesures en toename van klachten ten gevolge van de training geregistreerd en beschreven. Verder werden de ervaringen en meningen van de proefpersonen in kaart gebracht. Nagegaan werd of zij de interventie voldoende uitdagend en interessant vonden om 12 trainingssessies gedurende zes weken te volgen en of zij onderdelen wilden toevoegen aan de interventie of juist weg zouden laten. Daarnaast werd gevraagd of de proefpersonen ook deel zouden nemen indien de interventie vergoed moest worden via de aanvullende zorgverzekering voor fysiotherapie en of de proefpersonen ook deel zouden nemen indien zij de interventie zelf moesten bekostigen. Hierbij werd uitgegaan van de kosten van één individuele zitting reguliere eerstelijns fysiotherapie tussen de €29,00 en €35,00, waardoor de totale interventie tussen de €348,00 en €420,00 zou kosten.^{56, 57}

3. Resultaten

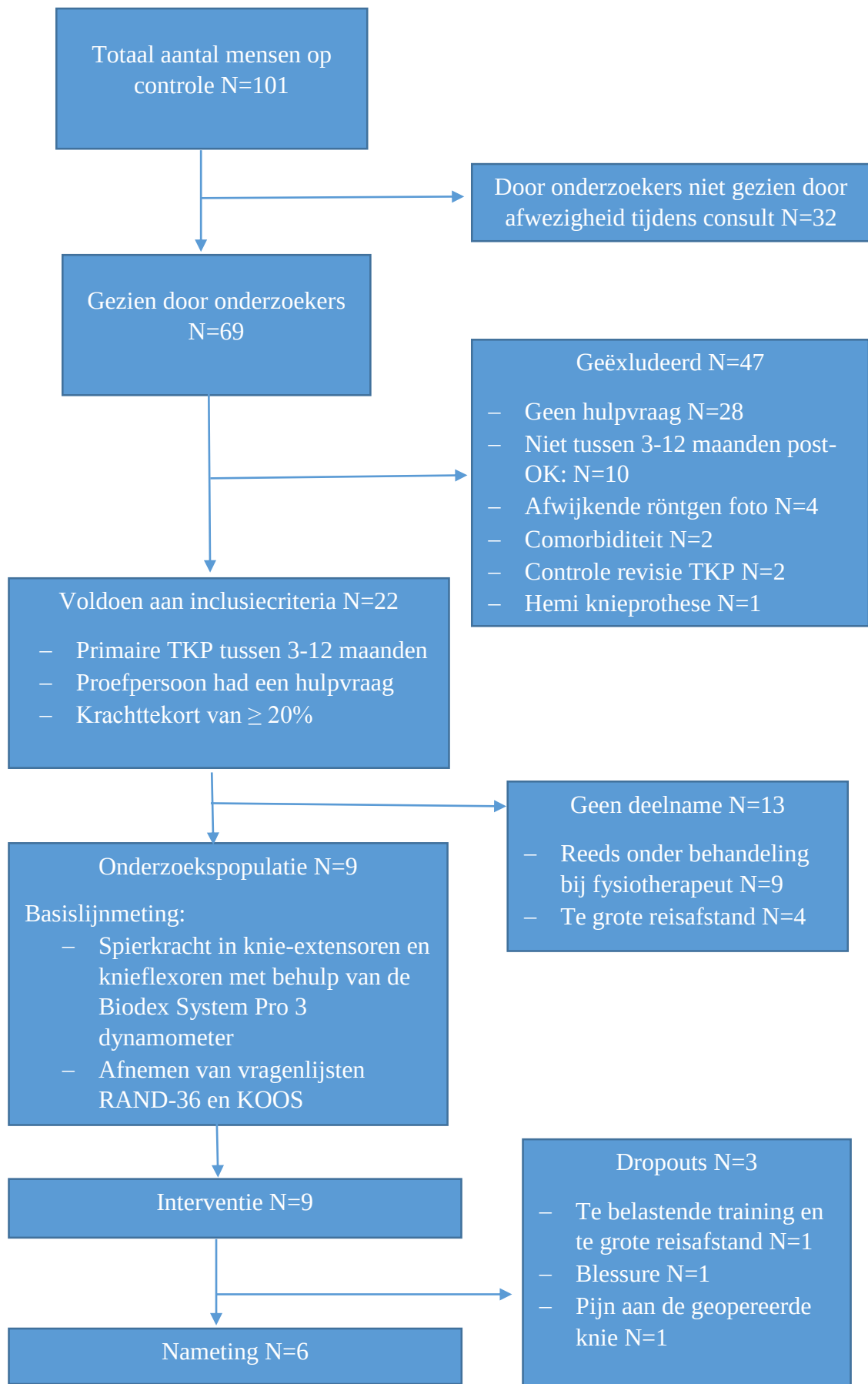
3.1 Persoonskenmerken

In de periode vanaf januari 2016 tot en met juli 2016 werden 101 mensen bij de kniepolikliniek van het MUMC+ gezien. Hiervan werden negen primaire TKP-patiënten geworven voor de krachttraining. Drie proefpersonen waren tijdens de zes weken durende trainingsperiode gestopt, zie figuur 1 en paragraaf 3.5 voor meer informatie omtrent de werving en selectie. De demografische kenmerken van de zes proefpersonen worden weergegeven in tabel 1. De populatie bestond uit drie mannen en drie vrouwen met een mediane leeftijd van 64,5 jaar, een mediane lengte van 1,72m, een mediaan gewicht van 80,5kg en een mediane BMI van 29,8kg/m². Vier proefpersonen hadden een TKP aan de linkerzijde en twee proefpersonen aan de rechterzijde. Bovendien waren drie proefpersonen drie maanden postoperatief en drie proefpersonen zes maanden postoperatief.

Tabel 1, *persoonskenmerken*

	<i>Geslacht (M/V)</i>	<i>Leeftijd (jaar)</i>	<i>Lengte (m)</i>	<i>Gewicht (kg)</i>	<i>BMI (kg/m²)</i>	<i>TKP zijde</i>	<i>Tijd na TKP (maanden)</i>
PP 1	V	57	1,65	83,4	30,6	Links	3
PP 2	M	68	1,84	77,5	22,9	Links	3
PP 3	M	68	1,79	90,0	28,9	Links	6
PP 4	V	68	1,56	76,0	31,2	Rechts	6
PP 5	M	59	1,78	108,0	34,1	Rechts	3
PP 6	V	61	1,59	48,0	19,0	Links	6
Me	-	64,5	1,72	80,5	29,8	-	4,5
IQR	-	9	0,20	20,3	6,8	-	3

Data worden weergegeven in absolute getallen (n). PP = proefpersoon; Me = mediaan; IQR = interkwartielafstand, M= man; V= vrouw; BMI = Body Mass Index.



Figuur 1, stroomdiagram voor de werving en selectie van proefpersonen

3.2 Veranderingen in de isokinetische PT

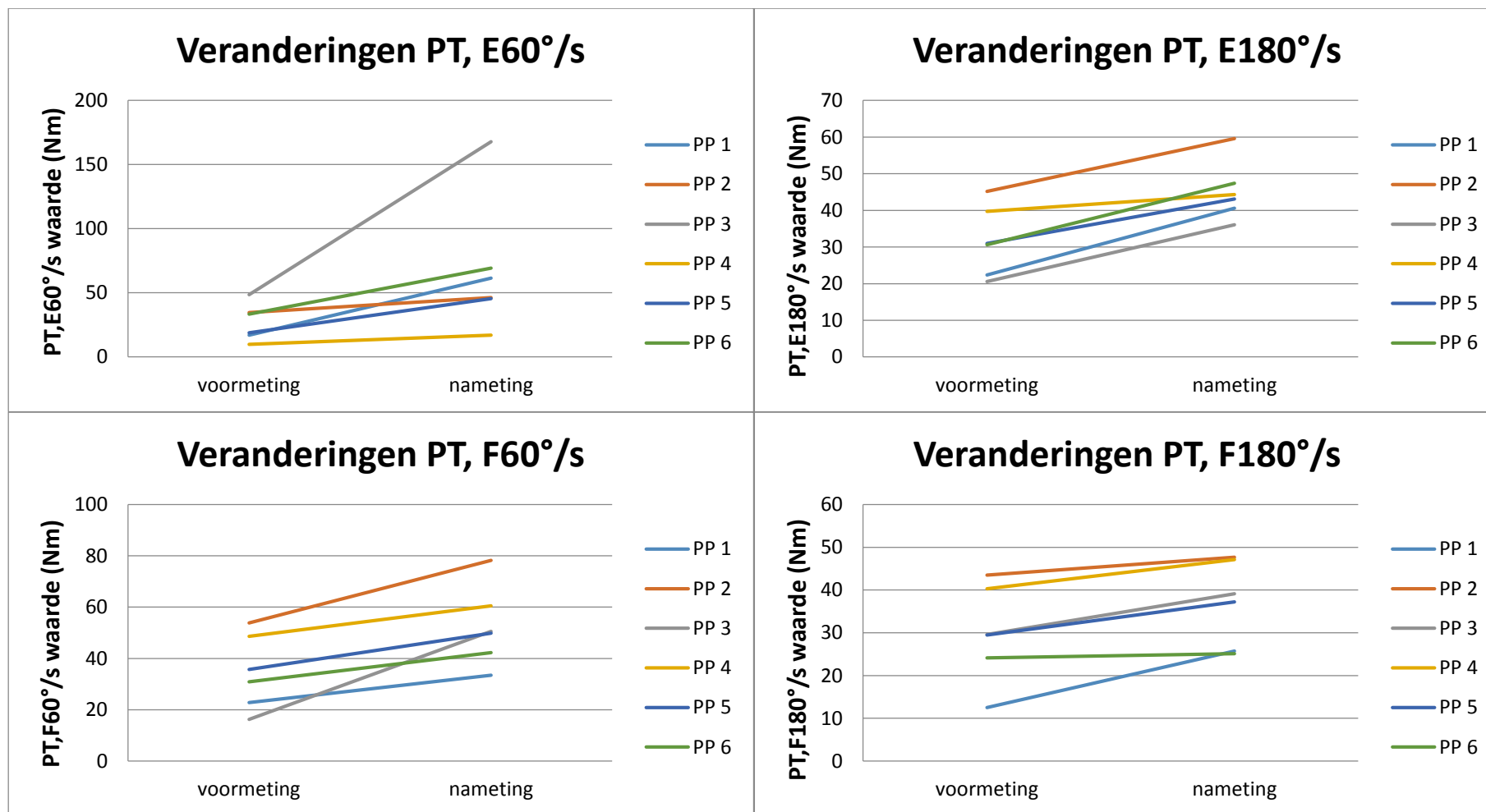
Bij alle proefpersonen verbeterde de isokinetische PT van de knie-extensoren gemeten bij een hoeksnelheid van 60°/s (Me:53,9%, range 17,0 – 167,8) en 180°/s (Me:47,0%; range 11,6 – 81,3). Verder verbeterde de isokinetische PT van de knieflexoren gemeten bij een hoeksnelheid van 60°/s (Me:42,5%; range 24,5 – 212,3) en 180°/s (Me:21,5%; range 6,2 - 105,6) bij alle proefpersonen. In tabel 2 en figuur 2 zijn de individuele veranderingen weergegeven.

Voorafgaand aan de interventie hadden alle proefpersonen een krachtttekort groter dan 20% bij de isokinetische PT van de knie-extensoren bij een hoeksnelheid van 60°/s en vijf van de zes personen bij een hoeksnelheid van 180°/s. Alle proefpersonen hadden vooraf een krachtttekort groter dan 20% bij de isokinetische PT van de knieflexoren bij een hoeksnelheid van 60°/s en vijf van de zes personen bij een hoeksnelheid van 180°/s. Na de interventie hadden alle proefpersonen een krachtttekort groter dan 20% bij de isokinetische PT van de knie-extensoren gemeten bij een hoeksnelheid van 60°/s en drie van de zes proefpersonen bij een hoeksnelheid van 180°/s. Vijf van de zes personen hadden een krachtttekort groter dan 20% bij de isokinetische PT van de knieflexoren gemeten bij een hoeksnelheid van 60°/s en vijf van de zes personen bij een hoeksnelheid van 180°/s (tabel 2).

Tabel 2, individuele veranderingen van de isokinetische PT van de knie-extensoren en knieflexoren bij 60°/s en 180°/s

		Proefpersoon							
		1	2	3	4	5	6	Me	IQR
PT, E60°/s (Nm)	t ₀	27,8	74,7	28,9	57,7	41,5	48,4	41,5	24,7
	t ₁	44,9	109,3	77,4	67,5	60,4	81,9	72,5	32,2
	Δ	17,1	34,6	48,5	9,8	18,9	33,5	26,2	22,8
	$\Delta\%$	61,5	46,3	167,8	17,0	45,5	69,2	53,9	55,5
	KFr t ₀ %	-73,8	-56,6	-83,2	-45,6	-75,9	-54,3	-70,2	21,6
	KFr t ₁ %	-57,6	-36,5	-55,0	-36,3	-64,9	-22,7	-45,8	21,3
PT, E180°/s (Nm)	t ₀	22,4	45,2	20,6	39,7	31,0	30,6	34,1	20,0
	t ₁	40,6	59,6	36,1	44,3	43,1	47,4	43,7	11,0
	Δ	18,2	14,4	15,5	4,6	12,1	16,8	15,0	6,9
	$\Delta\%$	81,3	31,9	75,2	11,6	39,0	54,9	47,0	49,9
	KFr t ₀ %	-44,0	-50,3	-77,4	-0,8	-65,9	-23,5	-47,2	42,4
	KFr t ₁ %	1,5	-34,5	-60,3	10,8	-52,6	18,5	-16,5	63,4
PT, F60°/s (Nm)	t ₀	22,8	53,8	16,2	48,6	35,7	30,9	30,9	27,0
	t ₁	33,5	78,2	50,6	60,5	49,8	42,3	50,2	24,8
	Δ	10,7	24,4	34,4	11,9	14,1	11,4	13,0	15,7
	$\Delta\%$	46,9	45,4	212,3	24,5	39,5	36,9	42,5	54,5
	KFr t ₀ %	-67,0	-52,0	-85,5	-29,6	-68,1	-55,2	-61,1	16,1
	KFr t ₁ %	-51,4	-30,2	-54,8	-12,3	-55,5	-38,7	-45,1	24,6
PT, F180°/s (Nm)	t ₀	12,5	43,5	29,6	40,3	29,5	24,1	24,1	16,7
	t ₁	25,7	47,7	39,1	47,1	37,2	25,6	38,2	19,4
	Δ	13,2	4,2	9,5	6,8	7,7	1,5	7,3	6,0
	$\Delta\%$	105,6	9,7	32,1	16,9	26,1	6,2	21,5	35,4
	KFr t ₀ %	-67,9	-39,6	-58,9	3,3	-59,0	-38,2	-49,3	20,8
	KFr t ₁ %	-34,1	-33,8	-45,7	20,8	-48,3	-34,4	-34,3	11,9

Data worden weergegeven in absolute getallen (n). Me = mediaan; IQR = interkwartielafstand. PT,E60°/s en PT,E180°/s = isokinetische PT van de knie-extensoren bij 60°/s en 180°/s ; PT,F60°/s en PT,F180°/s = isokinetische PT van de knieflexoren bij 60°/s en 180°/s; t₀ = basislijnmeting; t₁ = nameting; Δ = veranderingen van PT; $\Delta\%$ = relatieve veranderingen van PT uitgedrukt in procenten (%), KFr t₀% = verschil in percentage van de kracht tov gezonde populatie Freedson bij de basislijnmeting uitgedrukt in procenten; KFr t₁% = verschil in percentage van de kracht tov gezonde populatie Freedson bij de nameting uitgedrukt in procenten.



Figuur 2, individuele veranderingen in isokinetische PT van de knie-extensoren en knieflexoren gemeten bij hoeksnelheden van 60°/s en 180°/s

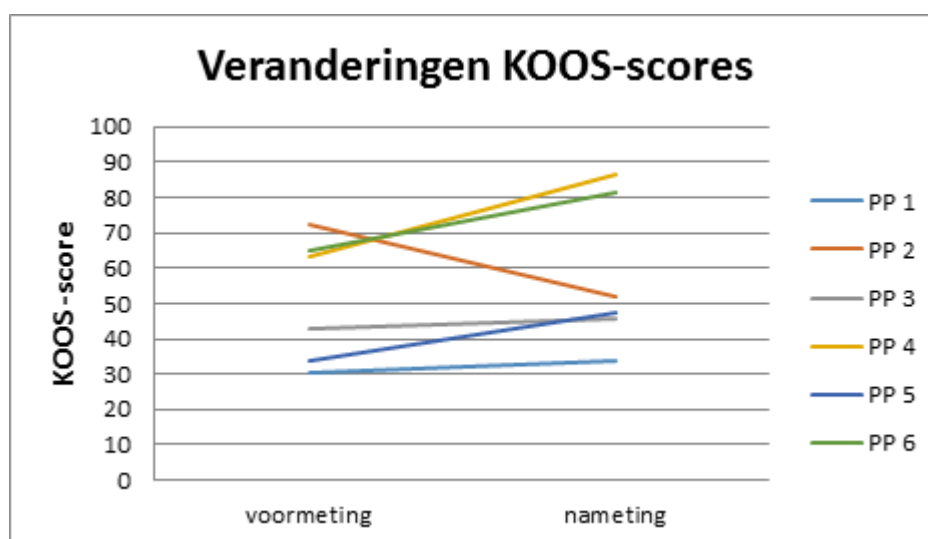
3.3 Veranderingen in de KOOS-scores

Gebaseerd op het MCID waren in de categorie pijn (MCID: 16,7) drie van de zes proefpersonen verbeterd. Twee proefpersonen waren stabiel gebleven en één proefpersoon was verslechterd. In de categorie symptomen (MCID: 10,7) waren drie van de zes proefpersonen vooruitgegaan en drie proefpersonen niet veranderd. Bij de categorie functioneren in het dagelijkse leven (MCID: 18,4) was de score bij één van de zes proefpersonen verbeterd, en waren bij vijf proefpersonen de scores stabiel gebleven. In de categorie functioneren in de vrije tijd en sport (MCID: 12,5) ging één van de zes proefpersonen vooruit, veranderden drie proefpersonen niet en twee gingen achteruit. Tenslotte waren in de categorie knie gerelateerde kwaliteit van leven (MCID: 15,6) twee van de zes proefpersonen verbeterd en vier proefpersonen niet veranderd. De totale score van de vragenlijst KOOS verbeterde bij vijf van de zes proefpersonen en was bij één proefpersoon achteruitgegaan. In tabel 3 en figuur 3 zijn de individuele veranderingen weergegeven.

Tabel 3, individuele veranderingen in de KOOS-scores

Proefpersoon		1	2	3	4	5	6	Me	IQR
Pijn (MCID: 16,7)	t ₀	38,9	97,2	44,4	63,9	47,2	69,4	55,6	33,3
	t ₁	41,7	66,7	72,2	91,7	55,6	100,0	69,5	41,7
	Δ	2,8	-30,5	27,8	27,8	8,4	30,6	18,1	34,0
	$\Delta\%$	7,2	-31,4	62,6	43,5	17,8	44,1	30,7	51,2
Symptomen (MCID: 10,7)	t ₀	35,7	75,0	64,3	75,0	46,4	53,6	59,0	31,3
	t ₁	42,9	67,9	78,6	82,1	75,0	92,9	76,8	23,2
	Δ	7,2	-7,1	14,3	7,1	28,6	39,3	10,8	27,7
	$\Delta\%$	20,2	-9,5	22,2	9,5	61,6	73,3	21,2	59,8
Functioneren dagelijkse leven (MCID: 18,4)	t ₀	44,1	89,7	44,1	89,7	30,9	100,0	66,9	51,5
	t ₁	33,8	76,5	50,0	98,5	54,4	98,5	65,5	52,6
	Δ	-10,3	-13,2	5,9	8,8	23,5	-1,5	2,2	23,5
	$\Delta\%$	-23,4	-14,7	13,4	9,8	76,1	-1,5	4,2	46,0
Functioneren vrije tijd/ sport (MCID: 12,5)	t ₀	0,0	55,0	40,0	45,0	10,0	45,0	42,5	40,0
	t ₁	10,0	10,0	0,0	90,0	5,0	40,0	10,0	48,8
	Δ	10,0	-45,0	-40,0	45,0	-5,0	-5,0	-5,0	60,0
	$\Delta\%$	-	-81,8	-100,0	100,0	-50,0	-11,1	-50,0	135,4
Knie- gerelateerde KvL (MCID: 15,6)	t ₀	37,5	43,8	25,0	43,8	37,5	56,3	40,7	12,6
	t ₁	37,5	37,5	25,0	68,8	43,8	75,0	40,7	36,0
	Δ	0,0	-6,3	0,0	25,0	6,3	18,7	3,2	21,9
	$\Delta\%$	0,0	-14,4	0,0	57,0	16,8	33,2	8,4	42,8
Totale KOOS-score	t ₀	31,2	72,1	43,6	63,5	34,4	64,9	53,6	33,1
	t ₁	33,2	51,7	45,2	86,2	46,7	81,3	49,2	40,3
	Δ	2,0	-20,4	1,6	22,7	12,3	16,4	7,2	21,9
	$\Delta\%$	6,4	-28,3	3,7	35,8	35,7	25,3	15,9	40,0

Data worden weergegeven in absolute getallen (n). Me = mediaan; IQR = interkwartielafstand; KvL= Kwaliteit van leven; t₀ = basislijnmeting; t₁ = nameting; Δ = veranderingen van de KOOS score; $\Delta\%$ = relatieve veranderingen van de KOOS score uitgedrukt in procenten (%).



Figuur 3, individuele veranderingen in de KOOS-scores

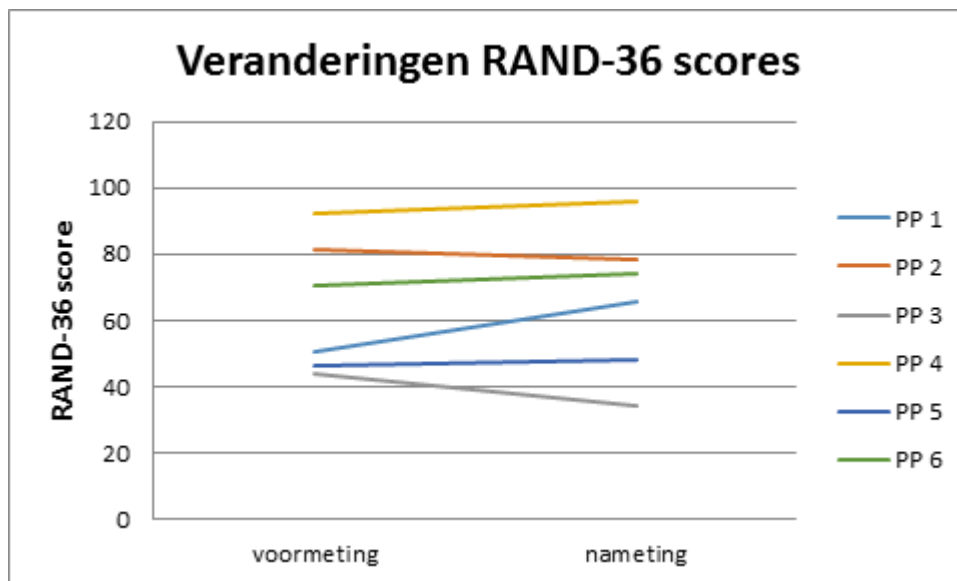
3.4 Veranderingen in de RAND-36 scores

Op basis van het MCID (10 punten voor alle categorieën) waren in de categorie fysiek functioneren twee van de zes proefpersonen verbeterd en vier proefpersonen waren niet veranderd. In de categorie sociaal functioneren was de score bij één van de zes proefpersonen vooruitgegaan, bij één proefpersonen stabiel gebleven en waren de scores bij vier proefpersonen achteruitgegaan. Binnen de categorie rolfunctioneren (fysiek probleem) was de score bij één van de zes proefpersonen verbeterd en bij vijf proefpersonen stabiel gebleven. Vervolgens waren in de categorie rolfunctioneren (emotioneel probleem) twee van de zes proefpersonen vooruitgegaan, drie niet veranderd en was één proefpersoon achteruitgegaan. In de categorie mentale gezondheid waren vijf van de zes proefpersonen gelijk gebleven en was één proefpersoon verslechterd. In de categorie vitaliteit waren bij vier van de zes proefpersonen de scores vooruitgegaan, bij één proefpersoon stabiel gebleven en bij één proefpersoon verminderd. Daarnaast waren drie van zes proefpersonen in de categorie pijn positief veranderd, twee proefpersonen waren niet veranderd en één proefpersonen was achteruitgegaan. In de categorie algemene gezondheidsbeleving waren twee van de zes proefpersonen verbeterd, drie niet veranderd en was één verslechterd. Tenslotte waren de scores in de categorie gezondheidsverandering bij vier van zes proefpersonen verbeterd, bij één proefpersoon gelijk gebleven en bij één proefpersoon verminderd. De totale score van de RAND-36 vragenlijst verbeterde bij vier van de zes proefpersonen en verslechterde bij twee proefpersonen. De individuele scores zijn weergegeven in tabel 4 en figuur 4.

Tabel 4, individuele veranderingen in de RAND-36 scores

		Proefpersoon						Me	IQR
		1	2	3	4	5	6		
Fysiek functioneren	t ₀	40,0	90,0	0,0	85,0	25,0	90,0	62,5	71,3
	t ₁	45,0	90,0	15,0	95,0	25,0	85,0	65,0	68,8
	Δ	5,0	0,0	15,0	10,0	0,0	-5,0	2,5	12,5
	$\Delta\%$	12,5	0,0	-	11,8	0,0	-5,6	0,0	15,0
Sociaal functioneren	t ₀	37,5	100,0	87,5	100,0	75,0	100,0	93,8	34,4
	t ₁	50,0	75,0	25,0	100,0	62,5	62,5	62,5	37,5
	Δ	12,5	-25,0	-62,5	0,0	-12,5	-37,5	-18,8	46,9
	$\Delta\%$	33,3	-25,0	-71,4	0,0	-16,7	-37,5	-20,9	54,3
Rolfunctioneren (fysiek probleem)	t ₀	25,0	75,0	25,0	100,0	0,0	75,0	50,0	62,5
	t ₁	25,0	75,0	50,0	100,0	0,0	75,0	62,5	62,5
	Δ	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3
	$\Delta\%$	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0
Rolfunctioneren (emotioneel probleem)	t ₀	33,0	100,0	100,0	100,0	100,0	67,0	100,0	41,5
	t ₁	100,0	100,0	33,0	100,0	100,0	100,0	100,0	16,8
	Δ	67	0,0	-67,0	0,0	0,0	33,0	0,0	58,3
	$\Delta\%$	203,0	0,0	-67,0	0,0	0,0	49,3	0,0	104,5
Mentale gezondheid	t ₀	72,0	88,0	52,0	100,0	84,0	64,0	78,0	30,0
	t ₁	80,0	96,0	56,0	100,0	80,0	48,0	80,0	43,0
	Δ	8,0	8,0	4,0	0,0	-4,0	-16,0	2,0	15,0
	$\Delta\%$	11,1	9,1	7,6	0,0	-5,0	-25,0	3,8	19,6
Vitaliteit	t ₀	40,0	95,0	15,0	100,0	30,0	55,0	47,5	70,0
	t ₁	50,0	90,0	50,0	85,0	55,0	85,0	70,0	36,3
	Δ	10,0	-5,0	35,0	-15,0	15,0	30,0	12,5	38,8
	$\Delta\%$	25,0	-5,3	233,3	-15,0	50,0	54,5	37,5	106,3
Pijn	t ₀	55,0	49,0	67,0	74,8	22,0	78,0	61,0	33,4
	t ₁	55,0	78,0	14,3	90,0	22,4	100,0	66,5	72,1
	Δ	0,0	29,0	-52,7	15,2	2,4	22,0	8,8	36,9
	$\Delta\%$	0,0	59,2	-78,7	20,3	1,8	28,2	11,1	55,6
Algemene gezondheids-beleving	t ₀	75,0	85,0	45,0	90,0	55,0	55,0	65,0	33,8
	t ₁	90,0	80,0	40,0	95,0	40,0	65,0	72,5	51,3
	Δ	15,0	-5,0	-5,0	5,0	-15,0	10,0	0,0	18,8
	$\Delta\%$	20,0	-5,9	-11,1	5,6	-27,2	18,2	-0,2	33,8
Gezondheids-verandering	t ₀	75,0	50,0	0,0	75,0	25,0	50,0	50,0	56,3
	t ₁	100,0	25,0	25,0	100,0	50,0	50,0	50,0	75,0
	Δ	25,0	-25,0	25,0	25,0	25,0	0,0	25,0	31,3
	$\Delta\%$	33,3	-50,0	-	33,3	100,0	0,0	33,3	91,7
Totale RAND-36 score	t ₀	50,3	81,3	43,5	91,6	46,2	70,4	60,4	38,4
	t ₁	66,1	78,7	34,3	96,1	48,3	74,5	70,3	38,3
	Δ	15,8	-2,6	-9,2	4,5	2,1	4,1	3,1	11,6
	$\Delta\%$	31,4	-3,2	-21,1	4,9	4,5	5,8	4,7	19,9

Data worden weergegeven in absolute getallen (n). Me = mediaan; IQR = interkwartielafstand; t₀ = basislijnmeting; t₁ = nameting; Δ = veranderingen van de RAND-36 score; $\Delta\%$ = relatieve veranderingen van de RAND-36 score uitgedrukt in procenten (%).



Figuur 4, individuele veranderingen in de RAND-36 score.

3.5 Feasibility

In de periode van 4 januari tot en met 2 juni zijn er in totaal 115 controles bij de kniepolikliniek in het MUMC+ geweest. Aangezien er 14 personen twee afspraken hadden in deze periode, waren er 101 verschillende personen. Doordat personen tijdens de kniepolikliniek bij orthopeden op consult kwamen waar geen onderzoekers aanwezig waren, werden 32 personen niet gezien. In totaal werden 69 personen gezien door de onderzoekers, waarvan 47 geëxcludeerd werden. Van de 47 personen hadden 28 geen hulpvraag, 10 waren ten tijden van het consult niet 3 tot 12 maanden postoperatief, bij vier personen toonde de röntgenfoto een afwijkende stand van de TKP, twee personen hadden een comorbiditeit waardoor ze niet aan krachttraining konden doen, twee personen kwamen voor een controle voor een TKP revisie en één persoon had een hemi knieprothese. Van de 69 personen voldeden 22 aan de inclusiecriteria, hiervan werden uiteindelijk 9 proefpersonen geïncludeerd. De overige 13 personen wilden na inclusie niet deelnemen, omdat ze in behandeling waren bij een andere fysiotherapeut (N=9) of vanwege een te grote reisafstand (N=4). Drie proefpersonen zijn tijdens de interventie gestopt. Eén uitvaller stopte na de zevende training, omdat het reizen en de training lichamelijk te belastend werden. De tweede uitvaller stopte na de tiende training vanwege klachten in de m. quadriceps aan de zijde van de TKP. Het vermoeden bestaat bij de patiënt dat de interventie hiervan de oorzaak is. De derde uitvaller moest na acht trainingen stoppen

vanwege pijn in de geopereerde knie die ontstond na de derde training van de interventie. Zie figuur 1 voor de complete flowchart voor de werving en selectieprocedure.

De aanwezigheid van de negen proefpersonen was 86,1% (range 33,3% - 100%). De aanwezigheid van de zes proefpersonen die de interventie afgemaakt hadden was 100%. De werkelijke beschikbaarheid van de trainingslocaties kwam overeen met de vooraf geplande beschikbaarheid. Alle proefpersonen konden trainen op de tijden waarop de trainingslocatie beschikbaar was. Bij twee proefpersonen die de gehele training doorliepen, verergerden tijdens het trainingsprogramma de klachten aan het niet-geopereerde been dat aan artrose onderhevig was. Deze klachten bestonden uit toename in pijn, stijfheid en crepitaties. Eén proefpersoon gaf pijnklachten aan de zijkant van de knie aan. Deze nevenpathologieën waren al voor het starten van de interventie aanwezig. Eén proefpersoon is gestopt vanwege een pijnklachten in de m. quadriceps die tijdens de trainingsperiode ontstond. De exacte oorzaken van bovenstaande toenames in klachten is niet bekend. Valincidenten en ongelukken hebben zich niet voorgedaan.

De zes proefpersonen die alle trainingen en de nameting voltooid hadden, vonden de interventie voldoende uitdagend en interessant om gedurende zes weken te volgen. Twee proefpersonen zouden meer afwisseling willen in de krachtapparatuur, maar begrepen dat dit vanwege het doen van onderzoek was gestandaardiseerd. Eén persoon zou graag minimaal 20 minuten willen lopen na de krachttraining, ook al behoorde het lopen tot de cooling down. De andere vijf proefpersonen zouden niks aan de interventie willen toevoegen of weglaten. Alle zes de proefpersonen zouden ook willen deelnemen aan het onderzoek indien de gehele de 12 trainingen vergoed moesten worden via de aanvullende zorgverzekering. Eén van de zes personen zou de 12 trainingen ook zelf betalen ervan uitgaande dat de trainingen tussen de €348,00 en €420,00 zouden kosten.

4. Discussie

In de onderstaande paragraaf wordt antwoord gegeven op de vraagstelling “*Wat is de verandering in kracht van de knie-extensoren en -flexoren bij patiënten met een primaire totale knieprothese met een krachtttekort van deze musculatuur van meer dan 20% vergeleken met normwaarden van een gezonde populatie na een zes weken durende krachttraining drie tot en met twaalf maanden na de operatie, gemeten met de Biodex System Pro 3 dynamometer?*”. Verder wordt besproken welke veranderingen optreden op het gebied van activiteiten en participatie met behulp van de vragenlijsten KOOS en RAND-36 en wordt ingegaan op de feasibility van deze studie en de krachttraining.

4.1 Vraagstelling en literatuur

Bij de beantwoording van de vraagstelling wordt eerst aandacht geschonken aan de krachttraining en de relatie met de uitkomstmaten en de vergelijking met andere literatuur. Daarna zullen de uitkomsten van de feasibility besproken en vergeleken worden met andere literatuur.

4.1.1 Krachttraining

De resultaten in deze studie toonden bij alle proefpersonen een vooruitgang van de isokinetische PT van knie-extensoren en knieflexoren gemeten bij een hoeksnelheid van 60°/s en 180°/s. Ondanks deze toenames in PT-waarden toonde het merendeel van de proefpersonen nog altijd een krachtttekort ten opzichte van een gezonde populatie. Verder bestaat het vermoeden dat er een verband is tussen de vooruitgang in isokinetische PT en de vooruitgang van het functioneren in het alledaagse leven, aangezien het merendeel van de proefpersonen een vooruitgang vertoonde op de KOOS-scores. Op de RAND-36 waren geen consistente veranderingen geconstateerd.

Uit andere literatuur blijkt ook dat krachttraining met behulp van een leg extension en leg press effectief is voor het verbeteren van de spierkracht van de m. quadriceps bij patiënten met een TKP.^{13, 27, 28} Over het effect van krachttraining met behulp van fitnessapparatuur op de kracht van de m. hamstrings bij TKP-patiënten is in de literatuur weinig bekend. Wel hebben Valtonen et al.⁵⁸ onderzoek gedaan naar het effect van weerstandstraining in het water van de onderste extremiteit bij

patiënten met een TKP, wat effectief bleek te zijn voor het verbeteren van de kracht van zowel m. quadriceps als de m. hamstrings. Daarnaast bestaat er volgens meerdere studies een verband tussen de verbetering in kracht en de verbetering in functionele activiteiten bij TKP-patiënten.^{27, 59} Zo constateerden Silva et al.¹¹ dat een verbetering van kracht in het geopereerde been leidt tot een hogere score op de Knee Society Score (KSS, een ziekte specifieke vragenlijst die het stoornisniveau en activiteitsniveau van de knie in kaart brengt) en een verbetering in functionele activiteiten zoals lopen, traplopen en opstaan uit een stoel. Dit komt overeen met de resultaten uit deze studie waarin er een vermoeden bestaat dat een verbetering in kracht gepaard gaat met een verbetering van het activiteiten niveau. In tegenstelling tot deze studie toonden meerdere studies aan dat een toename in kracht van het geopereerde been leidt tot een verbeterde kwaliteit van leven.^{60, 61} Zo toonde Mizner et al.⁶² aan dat verbetering in kracht door middel van krachttraining leidt tot een verbetering in kwaliteit van leven. Deze discrepantie is wellicht te verklaren door de kleine steekproef in deze studie waardoor de resultaten lastig te generaliseren zijn voor een grotere populatie.

4.1.2 Feasibility

De bevindingen suggereren dat het haalbaar is om met een grootschalige RCT te onderzoeken wat het effect van krachttraining is op de knie-extensoren en knieflexoren bij patiënten met een TKP tussen de 3 en 12 maanden postoperatief. De aanwezigheid van de proefpersonen was hoog en de meeste proefpersonen waren tevreden met de huidige invulling van de krachttraining en vonden het interessant genoeg om deze zes weken lang te volgen. De proefpersonen zouden ook deelnemen indien de interventie vergoed moest worden via de aanvullende zorgverzekering. Van de drie dropouts kon één dropout vanwege verergerde comorbiditeiten en de reisafstand niet meer deelnemen. Bij navraag bleken de toenames aan klachten niet door de krachttraining te komen, waardoor geen relatie getrokken kan worden met de interventie. Twee dropouts zijn gestopt vanwege knieklachten in de geopereerde knie waardoor een mogelijke link gelegd kan worden tussen toename in klachten en de gekozen interventie. Volgens Van Bemt et al.³⁴ is krachttraining door middel van krachtapparaten bij ouderen echter veilig in de uitvoering. Bovendien zijn de proefpersonen duidelijk geïnstrueerd om rustige gecontroleerde bewegingen te maken en de intensiteit is door middel van de X-RM meting en de Borgschaal

afgestemd op het individu. Twee van de zes proefpersonen ervoeren een klachtentoe name aan de niet-geopereerde artrotische knie, terwijl uit onderzoek juist blijkt dat oefentherapie op de korte termijn de pijn in een artrotische knie vermindert en het fysiek functioneren verbetert, zowel bij een krachttraining met hoge als lage intensiteit.^{63, 64} Ook Jakobsen et al.³⁷ constateerde dat een progressieve krachttraining bij TKP patiënten haalbaar en veilig is.

4.2 Sterke en zwakke punten

Het in kaart brengen van de feasibility is een sterk punt van het onderzoek. Zo zijn nu gegevens bekend over de werving en selectie binnen het MUMC+, de therapietrouw en de interventie en kunnen aanbevelingen worden gemaakt voor toekomstig onderzoek. Hierdoor kan een RCT naar het effect van krachttraining bij primaire TKP-patiënten, drie tot twaalf maanden postoperatief beter worden uitgevoerd. Bovendien geldt de Biodex System Pro 3 dynamometer als de gouden standaard voor het meten van isokinetische PT-waarden van de knie-extensoren en knieflexoren.⁴⁵ Samen met het gestandaardiseerde protocol waarmee de proefpersonen zijn gemeten leidde dit tot betrouwbare en valide resultaten. Nog een sterk punt is het onderzoeken van de verandering in kracht van de knieflexoren bij patiënten met een TKP, waardoor er nu aanwijzingen zijn dat bij deze patiëntengroep de kracht in de knieflexoren kan toenemen met behulp van fitnessapparatuur. Een zwak punt is de kleine steekproef (N=9) waardoor de resultaten minder betrouwbaar zijn en geen statistische significante veranderingen konden worden waargenomen. Daarnaast is het huidige onderzoeksdesign (prospectieve pilotstudie met een pre-post design zonder controlegroep) minder betrouwbaar, waardoor geen causaliteit tussen de interventie en de veranderingen aangetoond kon worden. Verder is het denkbaar dat de proefpersonen die een toename van de reeds bestaande klachten in de niet-geopereerde knie ervoeren, de nameting van de KOOS hebben gebaseerd op de klachten in deze knie. Hierdoor kan een mogelijke relatie tussen een krachttoename in het geopereerde been en een verbetering in functionele activiteiten in diezelfde knie worden onderschat.

4.3 Aanbevelingen

Ten eerste wordt aanbevolen de huidige resultaten verder te onderzoeken met een grotere populatie en een RCT design. Ook wekelijks overleg voeren met de betrokken partijen die verantwoordelijk zijn voor de werving en selectie van proefpersonen is van belang. Ook zouden toekomstige studies zich kunnen focussen op vergelijkbare diagnoses met een primaire TKP (bijvoorbeeld TKP-revisies, hemi knieprothese en bilaterale TKP's). Door bovengenoemde redenen kan een betere werving van proefpersonen ontstaan en sneller een grotere populatie gerealiseerd worden. Verder blijkt uit de resultaten dat het krachtttekort na zes weken training ten opzichte van een gezonde populatie afneemt. De PT stijgt echter niet genoeg om het krachtttekort op te heffen. Daarom zou men langer durende krachtsinterventies kunnen uitvoeren en het effect op de kracht en het krachtttekort bij TKP-patiënten in kaart kunnen brengen. Verder onderzocht deze studie alleen de verandering in isokinetische PT, KOOS en RAND-36 na een zes weken durende krachtinterventie. Aanvullend op de huidige uitkomstmaten kan voor een 6MWT of SCT gekozen worden zodat een vooruitgang in functionele activiteiten objectiever in kaart gebracht kan worden. Gezien de resultaten zou een praktische aanbeveling zijn TKP-patiënten te adviseren deel te nemen aan postoperatieve krachtttrainingsprogramma's. Verder zou in groepsverband getraind kunnen worden, aangezien individuele begeleiding minder efficiënt en bovendien duurder is (o.a. door de ruimtebezetting en loonkosten). Tenslotte zou deze interventie verbeterd kunnen worden door in de toekomst proefpersonen oefeningen aan te bieden die ze ook zelfstandig thuis kunnen uitvoeren.

4.4 Conclusie

Samengevat, de resultaten van deze pilotstudie toonden positieve vooruitgangen van de isokinetische PT en een daling van een krachtttekort ten opzichte van een gezonde populatie na het volgen van een zes weken durende krachtttraining. Verder is er een vermoeden dat een mogelijk verband bestaat tussen de vooruitgang in isokinetische PT en het functioneren in het alledaagse leven. Naast deze vooruitgangen is aangetoond dat het krachtttrainingsprogramma veilig en haalbaar is voor patiënten met een TKP. Bovenstaande bevindingen dienen echter met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, met in acht name van de beperkingen van deze pilotstudie. Hierdoor is verder onderzoek geïndiceerd.

Literatuurlijst

1. Van Steenberghe LN, Denissen GAW, Spooren A, et al. More than 95% completeness of reported procedures in the population-based Dutch Arthroplasty Register: External validation of 311,890 procedures. *Acta Orthop*. 2015;86(4):498-505.
2. Wengler A, Nimptsch NU, Mansky T. Hip and knee replacement in Germany and the USA: analysis of individual inpatient data from German and US hospitals for the years 2005 to 2011. *Dtsch Arztebl Int*. 2014;111(23-24):407-16.
3. Verra WC, Van den Boom LGH, Jacobs W, et al. Retention versus sacrifice of the posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty for treating osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;10:CD004803.
4. De Waal Malefijt MC, Gaasbeek RDA, Koëter S, et al. (2014) *Concept Richtlijn Totale Knieprothese versie 20 mei 2014* [online]. Beschikbaar: <https://zorggroepfel.nl/downloads-public/Conceptrichtlijn-Totale-Knieprothese.pdf> [2016, 7 oktober].
5. Peter WFH, Jansen MJ, Bloo H, et al. KNGF-richtlijn Artrose heup-knie, Verantwoording en toelichting. [online]. Beschikbaar: <https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/richtlijnen/richtlijnen/artrose-heup-knie-2010/downloads-artrose-heup-knie> [2016, 7 oktober]
6. Hamelynck KJ. De totaleknieprothese; van indicatie tot complicatie. *Ned Tijdschr Genees*. 1998;142:2030-4.
7. Nelissen RGH, Rozing PM. Goede 10-jaarresultaten na gecementeerde totale kniearthroplastiek. *Ned Tijdschr Genees*. 1992;136:1206-10
8. Huang CH, Cheng CC, Lee YT, et al. Muscle strength after successful total knee replacement: a 6- to 13-year followup. *Clin Orthop Relat R*. 1996(328):147-54.
9. Ritter MA, Thong AE, Davis KE, et al. Long-term deterioration of joint evaluation scores. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(3):438-42.
10. Walsh M, Woodhouse LJ, Thomas SG, et al. Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther*. 1998;78(3):248-58.
11. Silva S, Shepherd EF, Jackson WO, et al. Knee strength after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2003;18(5):605-11.
12. Stevens-Lapsley JE, Balter JE, Kohrt W.M. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat R*. 2010;468(9):2460-8.
13. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, et al. Early quadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(5):1047-53.
14. Kouyoumdjian JA [Neuromuscular abnormalities in disuse, ageing and cachexia]. *Arq Neuro-psiquiatria*. 1993;51(3):299-306.
15. Greene KA, Schurman II JR Quadriceps muscle function in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2008;23(7 Suppl):15-9.

16. Mizner RL, Stevens JE, Snyder-Mackler L. Voluntary activation and decreased force production of the quadriceps femoris muscle after total knee arthroplasty. *Phys Ther.* 2003;83(4):359-65.
17. Vuorenmaa M, Ylinen J, Kiviranta I, et al. Changes in pain and physical function during waiting time and 3 months after knee joint arthroplasty. *Journal of Rehabil Med.* 2008;40(7):570-5.
18. Lorentzen JS, Petersen MM, Brot C, et al. Early changes in muscle strength after total knee arthroplasty. A 6-month follow-up of 30 knees. *Acta ortho Scand.* 1999;70(2):176-9.
19. Valtonen A, Pöyhönen T, Heinonen A, et al. Muscle deficits persist after unilateral knee replacement and have implications for rehabilitation. *Phys Ther.* 2009;89(10):1072-9.
20. Rossi MD, Brown LE, Whitehurst M. Knee Extensor and Flexor Torque Characteristics Before and After Unilateral Total Knee Arthroplasty. *Am J Phys Med Rehab.* 2006;85(9):737-46.
21. Yoshida Y, Mizner RL, Ramsey DK, et al. Examining outcomes from total knee arthroplasty and the relationship between quadriceps strength and knee function over time. *Clin Biomech.* 2008;23(3):320-8.
22. Berman AT, Bosacco SJ, Israelite C. Evaluation of total knee arthroplasty using isokinetic testing. *Clin Orthop Relat R.* 1991(271):106-13.
23. Rossi MD, Hasson S. Lower-limb force production in individuals after unilateral total knee arthroplasty. *Archives of Phys Med Rehab.* 2004;85(8):1279-84.
24. Stevens-Lapsley JE, Balter JE, Wolfe P, et al. Early neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2012;92(2):210-26.
25. NIH Consensus Statement on total knee replacement December 8-10, 2003. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-a(6):1328-35.
26. Skoffier B, Dalgas U, Mechlenburg I. Progressive resistance training before and after total hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Clinical Rehabil.* 2015;29(1):14-29.
27. Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. *J Orthop Sport Phys.* 2005;35(7):424-36.
28. Bily W, Franz C, Trimmel L, et al. Effects of Leg-Press Training With Moderate Vibration on Muscle Strength, Pain, and Function After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Phys Med Rehab.* 2016;97(6):857-65.
29. Jakobsen TL, Kehlet H, Husted H, et al. Early progressive strength training to enhance recovery after fast-track total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Arthrit Care Res.* 2014;66(12):1856-66.
30. Petterson SC, Mizner RL, Stevens JE, et al. Improved function from progressive strengthening interventions after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial with an imbedded prospective cohort. *Arthritis Rheum.* 2009;61(2):174-83.

31. Moffet H, Collet J-P, Shapiro SH, et al. Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: a single-blind randomized controlled trial¹. *Archives of Phys Med Rehab*. 85(4):546-56.
32. Ciolac EG, Silva JM, Greve JMD. Effects of resistance training in older women with knee osteoarthritis and total knee arthroplasty. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2015;70(1):7-13.
33. Silva NL, Oliveira RB, Fleck SJ, et al. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose-response relationships. *J Sci Med Sport*. 2014;17(3):337-44.
34. Bemt CJ, Mechelen W. De effectiviteit van trainingsprogramma's voor ouderen ter verbetering van de spierkracht. *Vakblad NVFG*. 2001.
35. Ciolac EG, Greve JMD. Muscle strength and exercise intensity adaptation to resistance training in older women with knee osteoarthritis and total knee arthroplasty. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2011;66(12):2079-84.
36. Baechle TR, Earle R. (2008) *Essentials of Strength Training and Conditioning*, National Strength and Conditioning Association. Human Kinetics; 2008.
37. Jakobsen TL, Husted H, Kehlet H. Progressive strength training (10 RM) commenced immediately after fast-track total knee arthroplasty: is it feasible? *Disabil Rehabil*. 2012;34(12):1034-40.
38. Bade MJ, Stevens-Lapsley JE. Early high-intensity rehabilitation following total knee arthroplasty improves outcomes. *J Ortho Sports Phys*. 2011;41(12):932-41.
39. Bandholm T, Kehlet H. Physiotherapy exercise after fast-track total hip and knee arthroplasty: time for reconsideration? *Arch Phys Med Rehab*. 2012;93(7):1292-4.
40. Morree JJ. (2009) *Dynamiek van het menselijk bindweefsel, Functie, beschadiging en herstel*. Loghum BS, Houten.
41. Freedson PS, Gilliam TB, Mahoney T, et al. Industrial Torque Levels by Age Group and Gender. *Isokinet Exerc Sci*. 1993;3(1):34-42.
42. Vuorenmaa M, Ylinen J, Piitulainen K, et al. Efficacy of a 12-month, monitored home exercise programme compared with normal care commencing 2 months after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2014;46(2):166-72.
43. Meetinstrumenten in de zorg. Uitgebreide toelichting van het meetinstrument Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). [online]. Beschikbaar: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/47_1_N.pdf [2016, 7 maart].
44. Meetinstrumenten in de zorg. Uitgebreide toelichting van het meetinstrument RAND-36. [online]. Beschikbaar: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/47_1_N.pdf [2016, 7 maart].

45. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, et al. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur j appl physiol.* 2004;91(1):22-9.
46. De Groot IB, Favejee MM, Reijman M, et al. The Dutch version of the knee injury and osteoarthritis outcome score: A validation study. *Health Qual Life Out.* 2008;6:16.
47. Monticone M, Ferrante S, Salvaderi S, et al. Responsiveness and minimal important changes for the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score in subjects undergoing rehabilitation after total knee arthroplasty. *Am J Phys Med Rehab* 2013;92(10):864-70.
48. Sanderma R, Van der Zee KI. Het meten van de algemene gezondheidstoestand met de Rand-36; een handleiding. Research Institute SHARE, UMCG/ Rijksuniversiteit Groningen.
49. Escobar A, Quintana JM, Bilbao A, et al. Responsiveness and clinically important differences for the WOMAC and SF-36 after total knee replacement. *Osteoarthr Cartilage.* 2007;15(3):273-80.
50. Meetinstrumenten in de zorg. *Uitgebreide toelichting van het meetinstrument - One Repeated- Maximum (1RM)* [online]. Beschikbaar: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/382_1_N.pdf [2016, 7 maart]
51. Meetinstrumenten in de zorg. *Uitvoeringsstandaard 1RM test (Submaximaaltest)* [online]. Beschikbaar: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/381_3_N.pdf. [2016, 7 maart]
52. Jongert T (2011) *Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training*. Bohn Stafleu van Loghum.
53. Jacobsen F, Holten O, Faugli H, et al. Medical exercise therapy. *Manual Therapy in Norway*, 1992;7:19-22
54. Meetinstrumenten in de zorg. *Uitgebreide toelichting van het meetinstrument - Borg Rating of Perceived Exertion Schaal* [online]. Beschikbaar: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/28_1_N.pdf [2016, 7 maart]
55. Souza LJ, Ferreira L, Gobbi S. Ratings of perceived exertion and repetition maximum test in elderly women. *Int J Exe Sci: Conference Proceedings*; 2012.
56. Defysiotherapeut.com. *Wat kost fysiotherapie u in 2016?* [online]. Beschikbaar: http://www.defysiotherapeut.com/vergoeding/wat-kost-fysiotherapie-in-2016_.html. [2016, 10 april]
57. Consumentenbond. *10 vragen over fysiotherapie*. [online] Beschikbaar 2016 [Available from: <https://www.consumentenbond.nl/zorgverzekering/10-vragen-over-fysiotherapie#no2>. [2016, 10 april]
58. Valtonen A, Pöyhönen T, Sipilä S, et al. Effects of Aquatic Resistance Training on Mobility Limitation and Lower-Limb Impairments After Knee Replacement. *Arch Phys Med Rehab.* 2010;91(6):833-9.

59. Mizner RL, Snyder-Mackler L. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty. *J Orthop Res.* 2005;23(5):1083-90.
60. Tungtrongjit Y, Weingkum P, Saunkool P. The effect of preoperative quadriceps exercise on functional outcome after total knee arthroplasty. *J Med Assoc Thailand.* 2012;95 Suppl 10:S58-66.
61. Kauppila AM, Kyllonen E, Ohtonen P, et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary total knee arthroplasty: a randomized controlled study of its effects on functional capacity and quality of life. *Clin rehabil.* 2010;24(5):398-411.
62. Imoto AM, Peccin MS, Trevisani VFM. Quadriceps strengthening exercises are effective in improving pain, function and quality of life in patients with osteoarthritis of the knee. *Acta Ortop Brasil.* 2012;20(3):174-9.
63. Jan MH, Lin JJ, Liao JJ, et al. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2008;88(4):427-36.
64. Uthman OA, van der Windt DA, Jordan JL, et al. Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. *The BMJ.* 2013;347:f5555.
65. Lixandrao ME, Traina Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, et al. Time-course of resistance training-induced muscle hypertrophy in elderly. *J Strength Cond Res.* 2015.
66. Ferrari R, Kruel LF, Cadore EL, et al. Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. *Exp Gerontol.* 2013;48(11):1236-42.
67. Seo DI, Kim E, Fahs CA, et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sport Sci Med.* 2012;11(2):221-5.
68. Jones CJ, Rose DJ. *Physical Activity Instruction of Older Adults.* Human Kinetics; 2005.

Bijlagen

Bijlage 1 – Normgegevens Freedson

Tabel 5, normgegevens Freedson⁴¹ isokinetische PT bij 60°/sec en 180°/sec

	Leeftijds- categorie (in jaren)	PT,E60°/s	PT,E180°/s	PT,F60°/s	PT,F180°/s
Mannen	< 21	203	117	126	90
	21-30	209	119	134	92
	31-40	197	109	130	88
	41-50	190	100	125	83
	> 50	172	91	112	72
Vrouwen	< 21	133	71	83	55
	21-30	136	72	87	58
	31-40	132	65	84	53
	41-50	121	56	84	50
	> 50	106	40	69	39

Data worden weergegeven in absolute getallen; PT,E60°/s en PT,E180°/s = isokinetische PT van de knie-extensoren bij 60°/s en 180°/s ; PT,F60°/s en PT,F180°/s = isokinetische PT van de knieflexoren bij 60°/s en 180°/s

Bijlage 2 – Meetinstrumenten

Biodex System Pro 3 dynamometer®

De Biodex® is een test- en trainingssysteem. Met behulp van dit apparaat is het mogelijk om verschillende spierkrachten te meten, waaronder de isometrische en isokinetische spierkracht van het bovenbeen. De Biodex® bestaat uit de volgende systemen:

De instelbare stoel

Deze stoel is qua hoogte, bovenbeenlengte en afstand tot de dynamometer individueel instelbaar voor iedere proefpersoon. Op deze stoel wordt de proefpersoon gepositioneerd en met een onderbeen- en bovenbeenband gefixeerd. De positionering en fixatie garanderen een optimale uitgangshouding voor de meting.

Dynamometer

Naast de stoel bevindt zich de dynamometer. De dynamometer kan van links naar rechts worden verplaatst en 360° roteren om zijn eigen as. Hierdoor wordt het mogelijk om beiderzijds te meten. Aan de dynamometer kan een beensteun worden gemonteerd met behulp van een schroef. De beensteun roteert in de flexie en extensie richting van de knie rondom de dynamometer. Deze beensteun is in hoogte verstelbaar.

Hoeksnelheidsregelaar

De hoeksnelheidsregelaar is een onderdeel van de dynamometer. Hiermee kan van tevoren de snelheid van de beweging worden ingesteld. De snelheid kan variëren van 0° tot 360° per seconde. Bij de isokinetische test blijft de ingestelde hoeksnelheid tijdens het uitvoeren van de beweging constant.

Aanraakpaneel

Het aanraakpaneel van de Biodex® kan worden gebruikt om de meetvariabelen in te toetsen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om te kiezen voor een externe computer als intoetsmedium.

Computer

De computer registreert alle instellingen en de gemeten data. Met behulp van de computer is het mogelijk om basisprogramma's en data op te slaan. Tenslotte garandeert de computer de stroomvoorzorging en de integratie van alle systemen die hiermee verbonden zijn.

KOOS-vragenlijst

S4. Kon u uw knie helemaal strekken?

nooit	zelden	soms	vaak	voortdurend
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

S5. Kon u uw knie helemaal buigen?

nooit	zelden	soms	vaak	voortdurend
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

Stijfheid

Onderstaande vragen betreffen de **gewrichtsstijfheid** die u hebt ervaren in de knie gedurende de afgelopen week. Met stijfheid bedoelen we het gevoel dat uw gewricht minder soepel beweegt.

S6. Hoe ernstig was de gewrichtsstijfheid van de knie 's morgens direct na het wakker worden?

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

S7. Hoe ernstig was de gewrichtsstijfheid van de knie later op de dag, na zitten liggen of rusten

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

P1. Hoe vaak heeft u pijn aan uw knie?

nooit	elke maand	elke week	elke dag	altijd
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

Welke mate van kniepijn heeft u de afgelopen week ervaren tijdens de volgende activiteiten?

P2. Draaien op een belaste knie

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

--	--	--	--

P3. De knie helemaal strekken

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P4. De knie helemaal buigen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P5. Lopen op een vlakke ondergrond

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P6. Trap oplopen of aflopen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P7. 's-Nachts in bed

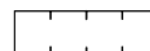
geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P8. Zitten of liggen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

P9. Rechtop staan

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5



Functioneren in het dagelijks leven

Onderstaande vragen betreffen uw dagelijks functioneren. Wilt u voor elk van de onderstaande activiteiten aangeven hoeveel **moeite** u de afgelopen week heeft ervaren tijdens deze activiteiten vanwege uw knie.

A1. Trap aflopen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A2. Trap oplopen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A3. Opstaan vanuit een stoel

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A4. Staan

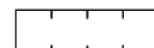
geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A5. Bukken naar de grond/iets oppakken van de grond

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A6. Lopen op een vlakke ondergrond

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5



A7. Instappen / uitstappen uit een auto

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A8. Winkelen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A9. Sokken / kousen aantrekken

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A10. Opstaan vanuit bed

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A11. Sokken / kousen uittrekken

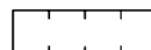
geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A12. In bed liggen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A13. In / uit bad gaan

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5



A14. Zitten

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A15. Gaan zitten / opstaan van het toilet

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A16. Zware huishoudelijke activiteiten (zware dozen tillen, de vloer schrobben etc)

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

A17. Lichte huishoudelijke werkzaamheden (koken, stoffen etc)

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

Functioneren in vrije tijd en sport

De volgende vragen gaan over uw lichamelijke functioneren tijdens recreatieve / sportieve activiteiten. Geef aan hoeveel moeite u heeft ervaren op grond van uw knieklachten in de afgelopen week bij de volgende activiteiten

Sp1. Op uw hurken zitten

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

Sp2. Hardlopen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

SP3. Springen

geen	gering	matig	veel	erg veel
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

RAND-36

RAND-36

In dit deel van de vragenlijst wordt naar uw gezondheid gevraagd. Wilt u elke vraag beantwoorden door het juiste hokje aan te kruisen. Wanneer u twijfelt over het antwoord op een vraag, probeer dan het antwoord te geven dat het meest van toepassing is.

1. Wat vindt u, over het algemeen genomen, van uw gezondheid ?

uitstekend	☐
zeer goed	☐
goed	☐
matig	☐
slecht	☐

2. *In vergelijking met een jaar geleden*, hoe zou u *nu* uw gezondheid in het algemeen beoordelen ?

veel beter dan een jaar geleden	☐
iets beter dan een jaar geleden	☐
ongeveer hetzelfde als een jaar geleden	☐
iets slechter dan een jaar geleden	☐
veel slechter dan een jaar geleden	☐

3. De volgende vragen gaan over dagelijks bezigheden. Wordt u door uw gezondheid *op dit moment* beperkt bij deze bezigheden ? Zo ja, in welke mate ?

	ja, ernstig beperkt	ja, een beetje beperkt	nee, helemaal niet beperkt
a. Forse inspanning zoals hardlopen, zware voorwerpen tillen, inspannend sporten	☐	☐	☐
b. Matige inspanning zoals het verplaatsen van een tafel, stofzuigen, fietsen	☐	☐	☐
c. Tillen of boodschappen dragen	☐	☐	☐
d. Een paar trappen oplopen	☐	☐	☐
e. Eén trap oplopen	☐	☐	☐
f. Buigen, knielen of bukken	☐	☐	☐
g. Meer dan een kilometer lopen	☐	☐	☐
h. Een halve kilometer lopen	☐	☐	☐
i. Honderd meter lopen	☐	☐	☐
j. Uzelf wassen of aankleden	☐	☐	☐

4. Had u, ten gevolge van uw lichamelijke gezondheid, *de afgelopen 4 weken* één van de volgende problemen bij uw werk of andere dagelijkse bezigheden ?

ja nee

- | | | | |
|----|---|--------------------------|--------------------------|
| a. | U heeft minder tijd kunnen besteden aan werk of andere bezigheden | ☐ | ☐ |
| b. | U heeft minder bereikt dan u zou willen | ☐ | ☐ |
| c. | U was beperkt in het soort werk of soort bezigheden | ☐ | ☐ |
| d. | U had moeite met het werk of andere bezigheden (het kostte u bijvoorbeeld extra inspanning) | ☐ | ☐ |

5. Had u, ten gevolge van een emotioneel probleem (bijvoorbeeld doordat u zich depressief of angstig voelde), *de afgelopen 4 weken* één van de volgende problemen bij uw werk of andere dagelijkse bezigheden ?

ja nee

- | | | | |
|----|---|--------------------------|--------------------------|
| a. | U heeft minder tijd kunnen besteden aan werk of andere bezigheden | ☐ | ☐ |
| b. | U heeft minder bereikt dan u zou willen | ☐ | ☐ |
| c. | U heeft het werk of andere bezigheden niet zo zorgvuldig gedaan als u gewend bent | ☐ | ☐ |

6. In hoeverre heeft uw lichamelijke gezondheid of hebben uw emotionele problemen u *de afgelopen 4 weken* belemmerd in uw normale sociale bezigheden met gezin, vrienden, burens of anderen ?

helemaal niet	☐
enigszins	☐
nogal	☐
veel	☐
heel erg veel	☐

7. Hoeveel pijn had u *de afgelopen 4 weken* ?

geen	☐
heel licht	☐
licht	☐
nogal	☐
ernstig	☐
heel ernstig	☐

8. In welke mate heeft pijn u *de afgelopen vier weken* belemmerd bij uw normale werkzaamheden (zowel werk buitenshuis als huishoudelijk werk) ?

helemaal niet	☐
een klein beetje	☐
nogal	☐
veel	☐
heel erg veel	☐

9. Deze vragen gaan over hoe u zich *de afgelopen 4 weken* heeft gevoeld. Wilt u bij elke vraag het antwoord aankruisen dat het beste aansluit bij hoe u zich heeft gevoeld.

Hoe vaak gedurende *de afgelopen 4 weken* :

	voort- durend	meestal	vaak	soms	zelden	nooit
a. Voelde u zich levenslustig ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b. Voelde u zich erg zenuwachtig ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c. Zat u zo erg in de put dat niets u kon opvrolijken ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d. Voelde u zich kalm en rustig ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e. Voelde u zich erg energiek ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f. Voelde u zich neerslachtig en somber ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
g. Voelde u zich uitgeblust ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
h. Voelde u zich gelukkig ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
i. Voelde u zich moe ?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Hoe vaak hebben uw lichamelijke gezondheid of emotionele problemen gedurende *de afgelopen 4 weken* uw sociale activiteiten (zoals bezoek aan vrienden of naaste familieleden) belemmerd ?

voortdurend	☐
meestal	☐
soms	☐
zelden	☐
nooit	☐

11. Wilt u het antwoord kiezen dat het beste weergeeft hoe juist of onjuist u elk van de volgende uitspraken voor uzelf vindt.

	volkomen juist	groten- deels juist	weet ik niet	groten- deels onjuist	volkomen onjuist
a. Ik lijk gemakkelijker ziek te worden dan andere mensen	☐	☐	☐	☐	☐
b. Ik ben net zo gezond als andere mensen die ik ken	☐	☐	☐	☐	☐
c. Ik verwacht dat mijn gezondheid achteruit zal gaan	☐	☐	☐	☐	☐
d. Mijn gezondheid is uitstekend	☐	☐	☐	☐	☐

Bijlage 3 – Protocol van basislijn- en nameting

Protocol Biodex System Pro 3 dynamometer

Opstarten van het programma

Het aanzetten van de computer:

1. Duw de hoofdknop aan de achterkant van de controller aan.
2. Zorg ervoor dat de dynamometer en de computer beiden aan staan.
3. Druk op de computer knop 'ON'.

Het Biodex® logo verschijnt automatisch op het scherm, gevolgd door het Dynamometer Operation screen. Als dit op het scherm verschijnt, bent u klaar om te beginnen.

Wanneer Windows desktop al aan staat:

Gebruik de muis om het icoon Biodex® System aan te klikken. Het Biodex® logo verschijnt gevolgd door het Dynamometer Operation screen. Als dit op het scherm verschijnt, bent u klaar om te beginnen. Mochten er problemen zijn met het opstarten van het programma, neem dan contact op met de Biodex® Customer Service voor verdere instructies.

Opzet en Positionering:

1. Neerzetten van de patiënt op de stoel.
2. Positioneren van de stoel.
3. Verplaats de dynamometer naar links of rechts. Roteer de dynamometer tot 90° en schuif de dynamometer in de juiste positie om het te testen been en breng het daarna in positie.
4. Breng de stoel omhoog/omlaag of naar voren/achteren om de patiënt in de optimale positie te brengen.
5. Zorg dat de rotatie-as van de knie overeen komt met de steel van de dynamometer.
6. Fixeer de patiënt met de bovenbeenband aan de stoel.
7. Positioneer de beensteun net proximaal van de laterale malleolus en bevestig deze.
8. Fixeer de patiënt met de onderbeenband aan de beensteun.

Tijdens de opzet en positionering vertel je de patiënt wat je gaat doen:

- Kracht meten van het bovenbeen op twee manieren:

1. Kracht geven zonder dat er beweging plaats vindt.
2. Kracht geven tijdens een vaste snelheid. Geef daarnaast aan dat vragen altijd gesteld kunnen worden.

Zodra het programma geopend is vindt u op het linker gedeelte van het scherm allerlei iconen voor de verschillende onderdelen van het programma onder elkaar.

Om een onderdeel te openen moet er geklikt worden op het desbetreffende icoon. De onderstaande iconen zijn als volgt geordend:

1. Patient selection: dit icoon dient voor het selecteren van bestaande of het aanmaken van nieuwe patiënten.
2. Protocol Definition: dit icoon wordt geopend om een bestaand protocol te openen of er zelf een aan te maken.
3. Dynamometer Operation: dit icoon wordt geopend om te beginnen met de meting.
4. Set ROM: dit icoon dient voor het bepalen van de totale bewegingsvrijheid van de te testen knie uitgedrukt in graden.
5. Report Generation: dit icoon wordt geopend om de resultaten te bekijken en eventueel uit te printen.
6. View Anatomical Setup.
7. Curve Analysis.
8. Biodex® Wizard.

Alleen de bovenste vijf iconen zijn voor ons onderzoek van belang.

Nieuwe Patiënt aanmaken

1. Druk als eerste op het icoon 'Patient Selection' voor het selecteren/aanmaken van een patiënt. Dan ziet u bovenaan in het nieuwe scherm weer een aantal iconen staan van links naar rechts.
2. Voor aanmaken van een nieuwe patiënt klik op tweede icoon van links 'Add Patient'. Na het aanklikken ziet u een blanco formulier dat ingevuld moet worden.

3. Vul de gegevens in van de nieuwe patiënt, de in te vullen gegevens die in het rood op het scherm verschijnen zijn verplichte velden.
4. Klik tenslotte op het icoon 'Save' om de patiënt in de patiënten lijst op te slaan en te bewaren.

Selecteren van protocol isometrische kracht meting

1. Zoek de patiënt en klik deze aan, klik dan op 'New protocol'.
2. Je komt nu terecht in de lijst met protocollen.
3. Klik nu op '+' voor 'isometric unilateral', dan verschijnen een aantal protocollen voor de verschillende gewrichten.
4. Kies dan voor 'Knee (extension/flexion)', en druk dan weer op '+'.
5. Kies dan voor het protocol: 'Normatieve data (60° en 30°)'. Het protocol wordt dan geopend op het scherm.

Starten isometrische meting

1. Klik nu op het icoon 'Dynamometer Operation'.
2. Selecteer de kant van het te testen been 'Right/Left'.
3. De 'ROM' (Range Of Motion) dienen nu bepaald te worden. Klik op 'Clear limits' en vraag de patiënt om het been maximaal te strekken en te buigen. In de eindstand klikt u op 'Set limits'.
4. Klik dan op 'Continue' en vervolgens op 'GO' om de test te starten.
5. Daarna brengt de beensteun het been van de patiënt in de start positie (60°). De patiënt mag nu 3 keer oefenen. Leg uit dat patiënt hierna maximale kracht moet geven, er wordt begonnen met de 60° meting.
6. Dan start de aftelling en bij groen licht mag de patiënt starten met de test.
7. Na de eerste meting is er 10 sec rust en wordt overgegaan op de 30°.

Selecteren van protocol isokinetische krachtmeting

1. Zoek de patiënt en klik deze aan, klik dan op 'New protocol'.
2. Je komt nu terecht in de lijst met protocollen.
3. Klik nu op '+' voor 'isokinetic unilateral', dan verschijnen een aantal protocollen voor de verschillende gewrichten.
4. Kies dan voor 'Knee (extension/flexion)', druk dan weer op '+'.

5. Kies dan voor het protocol: 'Normatieve data (60°/ sec en 180°/sec)'. Het protocol wordt dan geopend op het scherm.

Starten isokinetische meting

1. Klik nu op het icoon 'Dynamometer Operation'.
2. Selecteer de kant van het te testen been 'Right/Left'.
3. De 'ROM' (Range Of Motion) dienen nu bepaald te worden. Klik op 'Clear limits' en vraag de patiënt om het been maximaal te strekken en te buigen. In de eindstand klikt u op 'Set limits'.
4. Klik dan op 'Continue' en vervolgens op 'GO' om de test te starten.
5. Daarna moet de patiënt het been in de start positie brengen (ongeveer 90°). De patiënt mag nu 3 keer oefenen. Leg uit dat patiënt hierna maximale kracht moet geven, er wordt begonnen met de 60°/sec meting.
6. Dan start de aftelling en bij groen licht mag de patiënt starten met de test.
7. Na de eerste meting is er 10 sec rust en wordt overgegaan op de 180°/sec.

Na het uitvoeren van deze testen, wordt de patiënt bedankt voor zijn medewerking.

Bekijken en uitprinten van resultaten

1. Klik op het icoon 'Report Generation', u komt dan in het resultaten schema.
2. Kies dan bij 'Choose options' voor 'use metric units' (unilateral).
3. En kies bij 'Choose report' voor 'General Evaluation'
4. Om het te printen druk dan op het print icoon links boven in de hoek.

Protocol KOOS

De KOOS wordt ingezet voor het meten van de ervaren moeite door de aandoening aan de knie bij het uitvoeren van activiteiten gedurende de afgelopen week door middel van de KOOS. Het meetinstrument bevat zeven items over fysiek functioneren in het dagelijkse leven. De score op de KOOS varieert van 0-100, waarbij 0 geen moeite en 100 erg veel moeite weergeeft. Een hogere score komt dus overeen met een groter ervaren moeite in het functioneren. Het afnemen van de test duurt ongeveer 2 minuten.⁴³

De onderzoeker laat de proefpersoon de vragenlijst invullen. Deze persoon kan de Nederlandse taal lezen en schrijven. Verder zijn er geen inclusie- en exclusiecriteria voor wat betreft klachten of aandoeningen. De patiënt zit aan een tafel of bureau met de vragenlijst en een schrijfmiddel. De onderzoeker instrueert de proefpersoon over de vragenlijst: “Voor u ligt een vragenlijst waarin naar uw mening over uw knie wordt gevraagd. Deze informatie helpt ons na te gaan hoe u zich voelt over uw knie en hoe goed u in staat bent om uw normale dagelijkse activiteiten uit te voeren. Wilt u elke vraag beantwoorden door het juiste hokje aan te kruisen? Wanneer u twijfelt over het antwoord op een vraag, probeer dan het antwoord te geven dat het meest voor u van toepassing is.”

Protocol RAND-36

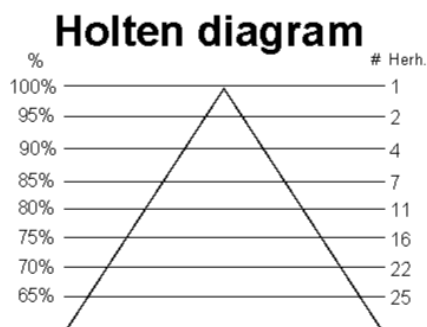
De RAND-36 wordt vaak ingezet voor het meten van de ervaren gezondheid of de gezondheid gerelateerde kwaliteit van leven van de patiënt. Het meetinstrument bevat normen voor fysiek functioneren, sociaal functioneren, (rol)beperkingen door fysieke of emotionele problemen, mentale gezondheid, energie, pijn en algemene gezondheidsbeleving. Een hoge score komt overeen met een beter ervaren gezondheidstoestand. Het afnemen van de test duurt ongeveer 9 minuten.⁴⁴

De onderzoeker laat de proefpersoon de vragenlijst invullen. Deze persoon kan de Nederlandse taal lezen en schrijven. Verder zijn er geen inclusie- en exclusiecriteria voor wat betreft klachten of aandoeningen. De patiënt zit aan een tafel of bureau met de vragenlijst en een schrijfmiddel. De onderzoeker instrueert de proefpersoon over de vragenlijst: “Voor u ligt een vragenlijst waarin naar uw gezondheid wordt gevraagd. Wilt u elke vraag beantwoorden door het juiste hokje aan te kruisen?”

Wanneer u twijfelt over het antwoord op een vraag, probeer dan het antwoord te geven dat het meest voor u van toepassing is.”

Protocol 1RM test (Submaximaal test)

De proefpersonen voerden eerst één set van 8 herhalingen op 50% van de geschatte 1RM uitgevoerd, gevolgd door één set van drie herhalingen op 70% van de geschatte 1RM, met één minuut rust tussen de sets.⁶⁵⁻⁶⁷ De proefpersonen werden gevraagd om bij de leg press, leg extension en de leg curl een maximaal aantal herhalingen te volbrengen met een bepaalde weerstand. Deze weerstand werd arbitrair gekozen door de fysiotherapeut. Op basis van het aantal herhalingen en de gekozen weerstand kon een 1RM schatting gemaakt worden met behulp van het Holten-diagram.⁵³ De 1RM schatting werd als volgt berekend: het gekozen gewicht in kilogrammen * (100% / behaalde % in het holten diagram) = 1RM in kg.



Figuur 5. Holtendiagram. Overgenomen uit Meetinstrumenten in de zorg (z.d.). Uitvoeringsstandaard 1RM test (Submaximaaltest). Geraadpleegd op 7 februari 2016, van http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/381_3_N.pdf

Bijlage 4 – Protocol interventie

Warming up

Tijdens de warming up werd de deelnemer gevraagd om op een comfortabel tempo gedurende vijf minuten op een fietsergometer te fietsen. Door het fietsen verhoogt de doorbloeding naar de spieren waardoor de spieren werden voorbereid op de te leveren inspanning.

Kern

De weerstandstraining bestond uit drie krachtoefeningen: de leg press, de leg extension en de leg curl. Iedere krachtoefening werd uitgevoerd met één been per set, waarbij met ieder been drie sets van 10 herhalingen werden uitgevoerd. Tijdens de uitvoering werd aangegeven dat de beweging over de gehele bewegingsuitslag en op een gecontroleerde manier uitgevoerd diende te worden. De concentrische beweging werd in twee seconden uitgevoerd en de excentrische beweging in drie seconden.^{30, 34} Dit werd indien nodig bereikt door de proefpersoon mee te laten tellen met de duur van de beweging. Bij de concentrische beweging waren dit twee seconden (instructie: “zeg hardop: 21, 22”) en bij de excentrische beweging drie seconden (instructie: “zeg hardop: 21, 22, 23”). Bij iedere oefening dient er voldoende spierspanning gehandhaafd te worden door een continu gebruik van de myogene structuren. Indien nodig, kan dit bereikt worden doordat de externe feedback die de patiënt ontvangt indien de gewichten elkaar raken uitblijft.

In de eerste sessie werd met elk been gestart op 60% van de 1RM van de geopereerde knie. Het niet-geopereerde been werd op dezelfde intensiteit als het geopereerde been getraind om een verdere discrepantie tussen beide benen te voorkomen. De mate van spierversmoeidheid, inspanning en de belastingsgraad werden vastgesteld met behulp van de Borgschaal. De Borgschaal is een 10-puntschaal met scoren van 0 (geen inspanning) tot en met 10 (absolute maximale inspanning; bijlage 3).⁵⁴ De Borgschaal werd telkens direct na de derde set van het geopereerde been afgenomen. Een score van 6 op de Borgschaal komt overeen met een inspanning die als ‘zwaar’ wordt ervaren en tevens bij een gezonde oudere populatie geassocieerd wordt met 60% van de 1RM.⁵⁵ Het gewicht werd met 5% van de 1RM verhoogd als de ervaren inspanning van het geopereerde been onder de 6 op de Borgschaal werd gescoord. Indien de kleinst mogelijke verhoging in gewicht van de krachtapparatuur groter was dan 5% van de 1RM, werden eerst de herhalingen

van 10 naar 12 en vervolgens naar 15 herhalingen verhoogd. Mits de proefpersoon in de laatste set met 15 herhalingen op de Borgschaal onder 6 scoorde, werd het gewicht met de kleinste mogelijke stap verhoogd. Na deze verhoging werden weer de gebruikelijke 10 herhalingen aangehouden. Als de score boven 6 werd gescoord, werd het gewicht noch verhoogd noch verlaagd.^{34, 55}

RPE Schaal		RPE
0	Rust	
1	Zeet Rustig	
2	Rustig	
3	Redelijk	
4	Pittig	
5	Zwaar	
6		
7	Zeet Zwaar	
8		
9	Zeet Zeet zwaar	
10	Maximaal	

Figuur 6, RPE (Ratings of Perceived Exertion) of 'Borgschaal'. Overgenomen uit Losseveter.nl (z.d.). Uitvoeringsstandaard 1RM test (Submaximaaltest). Geraadpleegd op 7 februari 2016, van <http://losseveter.nl/2014/02/21/ervaren-de-getrainde-duuratleten-de-intensiteit-van-hun-inspanning-hetzelfde-als-ongetrainde-sporters/>

Leg press

Uitgangshouding: de patiënt gaat stevig met de rug tegen de rugleuning van het apparaat zitten en plaatst de voet parallel op homolaterale schouderhoogte tegen de plaat met de knieën in 100 graden flexie.

Uitvoering: de patiënt strekt de knie tot 180 graden, waarbij de knie niet wordt overstrekt. Hierna zakt de patiënt rustig in tot 90 graden flexie van de knieën, zodat er nog altijd spanning op de spieren blijft.

Leg extension

Uitgangshouding: de patiënt gaat met de rug tegen de rugleuning van het apparaat zitten en plaatst de voet onder de rollen met de knieën 90 graden gebogen. De

machine is zo ingesteld dat het draaipunt van de machine op gelijke hoogte staat met de draaipunt van de knie.

Uitvoering: vanuit de uitgangshouding strekt de patiënt de knie. Hierna laat de patiënt de knie op een gecontroleerde manier terugzakken tot iets voor de uitgangshouding, zodat er nog altijd spanning op de spieren blijft.

Leg curl

Uitgangshouding: de patiënt gaat met de rug tegen de rugleuning van een stoel zitten met het gezicht richting de pulley. De patiënt zit zo op de stoel dat de voeten vrij kunnen bewegen zonder dat deze de grond raken. Indien dit niet het geval is, zal het zitvlak worden verhoogd. In deze houding plaatst de patiënt de enkel in de enkelband van de pulley waarbij de knie 0 graden gebogen is. De pulley is zo ingesteld dat het bovenbeen in de uitgangshouding rustig op de stoel kan blijven liggen.

Uitvoering: de patiënt buigt de knie tot 90 graden flexie en laat vervolgens het gewicht gecontroleerd zakken tot een positie iets voor de uitgangshouding, zodat er spanning op de hamstrings blijft.

Cooling down

Er werden verschillende spelvormen, zoals bijvoorbeeld badminton, volleyballen en trampoline springen, gebruikt om de therapie voor de patiënt zo interessant en leuk mogelijk te maken. De patiënt was hierin vrij om een keuze te maken. Hiermee werd beoogd de kans op uitvallers klein te houden. ⁶⁸