

TNO-rapport
PG/VGZ/98.55

Haalbaarheidsstudie interventieonderzoek "screening en training van de quadricepsfunctie"

TNO Preventie en Gezondheid

Volksgezondheid
Gortergebouw: Wassenaarseweg 56
Postbus 2215
2301 CE Leiden

Telefoon 071 518 18 18
Fax 071 518 19 20

Datum

juni 1999

Auteur(s)

H.C. Boshuizen
M.H. Westhoff

Het kwaliteitssysteem van
TNO Preventie en Gezondheid
voldoet aan ISO 9001.

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeks opdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

© 1998 TNO

Auteur

H.C. Boshuizen

ISBN-nummer

90-6743-592-9

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van *f* 34,65 (incl. BTW) op postbankrekeningnummer 99.889 ten name van TNO-PG te Leiden onder vermelding van bestelnummer PG/VGZ/98.55

Voorwoord

Voor u ligt het verslag van de haalbaarheidsstudie voor een interventie screening en training van de quadricepsfunctie. Dit onderzoek werd uitgevoerd door TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG) als onderdeel van het programma "ontwikkeling van interventieprogramma's ten behoeve van ouderen met een chronische ziekte en/of lichamelijke beperkingen" dat werd gefinancierd door het Praeventiefonds, inmiddels opgegaan in ZorgOnderzoek Nederland (ZON).

Allereerst willen wij de proefpersonen die aan dit onderzoek deelnamen en zonder wie het onderzoek niet mogelijk zou zijn geweest, hierbij nogmaals van harte bedanken. De trainingen vonden plaats onder de bezielende leiding van Alette Barel, Sanne de Loor, Jorrit Jansen en Irene van Sweeden. De metingen werden verricht door de fysiotherapeuten Alette Barel, Ina Flierman, Nick Guldenmond, Floris van de Giesen, Ariëtte van Hespen, Jorrit Jansen, Ed Janssen, Ronald Postma, Carola van Rijn en Jonnie van Vliet.

Samen met Marja Westhoff waren Sanne de Loor, Annet Huizing, Elise van Rooij en Lysander Stemmerik verantwoordelijk voor veel van de organisatorische werkzaamheden die met een dergelijk veldwerkproject gepaard gaan. Wij willen hen allen hierbij bedanken voor de grote inzet waarmee zij dit werk hebben verricht. Tevens willen wij Mathilde Miedema van TNO Arbeid (voorheen divisie Arbeid en Gezondheid van TNO-PG) bedanken voor haar deskundige adviezen tijdens de voorstudie en de eerste fase van het onderzoek.

Ook de contactpersonen van serviceflat Trompenburg te Oegstgeest, Huis ter Does te Leiderdorp, Dienstencentrum Duivenvoorde te Leidschendam, de dienstencentra Palenstein en Meerzicht in Zoetermeer, Serviceflat Swaenendreef in Lisse en Verzorgingshuis van de Willigenhof in Leiden willen wij hierbij van harte dankzeggen voor de verleende medewerking. Tot slot gaat onze dank uit naar dr.ir. G.J. Verkerke van het Biomedisch Technologie Centrum van de RUG, die ons de gebruikte meetapparatuur ter beschikking stelde.

juni 1999

Dr. Hendriek Boshuizen (projectleider)

Drs. Marja Westhoff (onderzoeker)

Samenvatting

In het algemeen neemt de spierkracht na het vijftigste jaar af. Deze afname is deels toe te schrijven aan een algemeen verminderde lichamelijke activiteit. Wanneer de spierkracht van belangrijke spiergroepen (zoals de beenspieren) te laag wordt, kan dit leiden tot beperkingen in het dagelijks functioneren. Het trainen van de beenspieren zou een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van beperkingen door de vicieuze cirkel, waarbij verminderde spierkracht leidt tot minder lichamelijke activiteit, te doorbreken. Dit rapport beschrijft de resultaten van een onderzoek waarin de haalbaarheid van een trainingsprogramma gericht op de bovenbeenspieren nader is onderzocht. Het onderzoek bestond uit verschillende fasen die hierna afzonderlijk zijn beschreven.

In de eerste fase – een eerste voorstudie – werd een verband gevonden tussen quadricepsfunctie en beperkingen. Hierbij was echter sprake van een geleidelijke toename van het aantal beperkingen met het afnemen van de quadricepssterkte; er is geen quadricepssterkte aan te wijzen, waarbeneden het aantal beperkingen plotseling sterk stijgt.

In fase twee werd een krachttrainingsprogramma ontwikkeld en aangeboden aan 65-plussers met een verminderde quadricepsfunctie of met problemen bij het opstaan uit een stoel. Onderzocht is of met het trainingsprogramma een krachtstoename van minimaal 20% kon worden bereikt en of daarnaast het lichamelijke functioneren verbeterde. In totaal hebben 11 ouderen aan het gehele onderzoek deelgenomen. De gemiddelde leeftijd was bijna 80 jaar. De isometrische kracht van de quadriceps nam statistisch significant toe met gemiddeld 17% (95% BI (betrouwbaarheidsinterval) 8-26%). Daarnaast verbeterden de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen, de beweeglijkheid van het kniegewricht en de statische balans. De belangrijkste conclusie van deze studie is dat met het huidige krachttrainingsprogramma de kracht te trainen is, maar dat de kans klein is dat de streefwaarde van 20% krachtstoename zal worden gehaald. De belangrijkste oorzaak lijkt een gebrek aan individuele trainingsopbouw van het programma. Naar aanleiding van deze bevindingen werd besloten het krachttrainingsprogramma aan te passen door een meer individuele trainingsopbouw toe te passen, onder andere door het toevoegen van enkele oefeningen met elastische banden.

Het aangepaste trainingsprogramma is in fase drie in een gerandomiseerde, gecontroleerde studie uitgetest bij een groep ouderen die in hogere mate tot de risicogroep behoren. De studie begon met 26 personen, waarvan 14 werden toegewezen aan een oefengroep en 12 aan een controlegroep. Tien personen uit de oefengroep en 11 uit de controlegroep namen deel aan zowel de voor- als de nameting en (voor de oefengroep) namen tot het einde toe deel aan het trainingsprogramma. Hiervan namen respectievelijk 9 en 8 personen deel aan de follow-up metingen.

In de oefengroep was de quadricepskracht direct na het programma toegenomen met 54% (95% BI 34; 74%); in de controlegroep was dit 13% (95% BI 2; 25%).

Bij de follow-up metingen (na zes maanden) was de krachtstoename ten opzichte van de voormeting 45% (95% BI 20; 71%) in de oefengroep en 12% (95% BI -5; 29%) in de controlegroep. De bereikte krachtstoename blijkt zich dus over zes maanden grotendeels te handhaven. Dit komt overeen met het idee dat er sprake is van doorbreking van een vicieuze cirkel: men kan met de grotere spierkracht als gevolg van het trainingsprogramma, in het dagelijks leven actiever worden. Hierdoor houdt de verhoogde spierkracht zichzelf in stand. Verbetering van het lichamelijk functioneren (in de oefengroep ten opzichte van de controlegroep) werd direct na afloop van het trainingsprogramma gezien op een samengestelde uitkomstmaat van een aantal vragen naar dagelijkse activiteiten die een directe relatie hebben met de beenfuncties (in- en uit bed komen, opstaan uit een stoel, naar het toilet gaan, binnenshuis lopen, buitenshuis lopen, traplopen), en op de timed get-up-and-go test, waarin de tijd wordt gemeten die iemand nodig heeft om op te staan uit een stoel, een stukje te lopen en weer te gaan zitten. Na zes maanden was dit laatste effect nog steeds zichtbaar; het eerste was echter niet meer statistisch significant ($p=0,09$).

Het oefenprogramma bestond uit tweemaal per week oefenen onder leiding van een fysiotherapeut, en eenmaal per week thuis oefenen. Dergelijke intensieve begeleiding is niet alleen kostbaar, maar ook belastend voor de deelnemers. Verschillende deelnemers lieten weten dat zij tweemaal per week gezamenlijk oefenen wel erg veel vonden. Sommige potentiële deelnemers zagen daardoor zelfs af van deelname. In fase vier stond daarom de vraag centraal of een minder intensief begeleid oefenprogramma niet evengoed zou presteren als het intensief begeleid oefenprogramma, wat betreft vergroting van de spiersterkte en verbetering van het lichamelijk functioneren. In deze fase werd eveneens een gerandomiseerde gecontroleerde studie uitgevoerd. Daarbij werden de deelnemers gerandomiseerd naar drie verschillende groepen:

- een intensief begeleidde groep (HG - high guidance), die hetzelfde programma kreeg aangeboden als gebruikt in fase drie. In deze groep werden 25 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 16 personen deel aan de training en de nameting;
- een minder intensief begeleidde groep (MG - medium guidance), die de eerste week twee maal onder begeleiding oefende, maar daarna slechts één maal per week. In deze groep werden 27 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 16 personen deel aan de training en de nameting;
- een controlegroep (C). In deze groep werden 22 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 17 personen deel aan de nameting.

Na tien weken was de maximale isometrische quadricepskracht toegenomen met 24% (95% BI 10; 38%) in de intensief begeleidde groep; met 14% (95% BI -4; 32%) in de minder intensief begeleidde groep; en met 11% (95% BI -4; 26%) in de controlegroep. De toename in kracht gedurende het trainingsprogramma was in de HG-groep statistisch significant hoger dan in de controlegroep. Ook nam – over alle drie de groepen gezien – de krachtstoename significant toe met de intensiteit van de training.

De tijd die nodig was om 20 meter te lopen, nam in de HG-groep significant af ten opzichte van de controlegroep; de afname in de MG-groep was iets minder groot, en bevond zich op de rand van statistische significantie ($p=0,06$).

De veranderingen in score op de timed up-and-go test waren ook in de verwachte richting (de grootste vermindering in de HG-groep, een minder grote verandering in de MG-groep en geen verandering in de controlegroep. De verschillen tussen de groepen waren echter niet statistisch significant.

De helft van de experimentele groepen (in één van de twee deelnemende dienstencentra) werd in de gelegenheid gesteld gedurende het half jaar na het trainingsprogramma deel te nemen aan maandelijkse opfrisdagen. In de groep die niet deelnam aan de opfrisdagen, daalde de spierkrachtstoename ten opzichte van de basismeting van 26% (direct na het trainingsprogramma) naar 19% (na zes maanden) in de HG-groep ($n=6$), van 8% naar 6% in de MG-groep ($n=6$) en van +4% naar -3% in de bijbehorende controlegroep ($n=6$). In de groep die wel kon deelnemen aan de opfrisdagen, steeg de spierkracht verder, van 22% naar 32% in de HG-groep ($n=7$), van 25% naar 45% in de MG-groep ($n=9$) en van 11% naar 19% in de bijbehorende controlegroep ($n=9$). Geen van deze veranderingen is statistisch significant. Niettemin suggereren de resultaten dat het houden van opfrisbijeenkomsten zinvol kan zijn; met de aantallen in deze studie is dit echter niet hard te maken.

Ook ondersteunen deze gegevens de in fase drie gevonden handhaving van het grootste deel van de krachtstoename na een half jaar.

De interventie in de intensief begeleide groep uit fase vier is geheel identiek aan de interventie in fase drie. Daarom zijn de resultaten van deze beide studies tevens gezamenlijk geanalyseerd. De resultaten van de samenvattende analyse laten direct na afloop van de training een duidelijk toename zien van de quadricepskracht in de HG-groep. Zes maanden later is de kracht weliswaar iets afgenomen, maar is nog duidelijk hoger dan in de controlegroep. Deze hogere kracht vertaalt zich tevens in betere prestaties op de loopsnelheid, zowel direct na afloop van het trainingsprogramma als zes maanden later. Direct na het trainingsprogramma is eveneens de tijd nodig voor de timed up-and-go test afgenomen; zes maanden later is een verbeterde prestatie bij deze test niet meer aantoonbaar. De krachtstoename is het grootst bij personen met een lage beginkracht. Voor functionele verbeteringen is echter een verband tussen de grootte van het effect en de beginkracht niet aantoonbaar. Op de overige uitkomsten kon in de samenvattende analyse geen effect worden aangetoond. Dit kan komen doordat een grotere quadricepskracht geen of slechts een gering effect heeft op deze uitkomsten. Het kan echter ook komen doordat de gebruikte testen niet in staat zijn effecten aan te tonen.

In de laatste fase van het onderzoek stond de vraag centraal of het zinnig is verder onderzoek te verrichten, en hoe dat er uit dient te zien. Geconcludeerd werd dat vervolgonderzoek zich moet richten op de vraag hoe groot het te bereiken effect is onder de omstandigheden zoals die in de praktijk bestaan, en op de vraag hoe de interventie in de praktijk het beste kan worden geïmplementeerd (inclusief de vraag naar toekomstige financiering). Dit betekent het opzetten van een demonstratieproject waarbij zowel voor een effectevaluatie als procesevaluatie aandacht is. Binnen de Nederlandse gezondheidszorg is het programma inpasbaar bij verschillende organisaties op het terrein van preventie en ouderenzorg (onder andere thuiszorg, GGD'en, gezondheids-

centra etc.) en bestaat ook op verschillende plaatsen interesse voor toepassing. De keuze voor de exacte wijze van implementatie kan pas plaatsvinden indien financiering voor een demonstratieproject wordt verkregen.

Samenvattend laat deze studie zien dat het ontwikkelde krachttrainingsprogramma leidt tot verhoging van de spierkracht en een toename in loopsnelheid. Onduidelijk blijft of ook andere ADL-functies verbeteren. Hoewel personen met een lage aanvangskracht meer baat ondervinden, is nog niet duidelijk onder welke drempelwaarde training moet worden aanbevolen. Concluderend kan worden gezegd dat het ontwikkelde krachttrainingsprogramma duidelijk perspectieven biedt voor het bevorderen van het zelfstandig functioneren van kwetsbare ouderen.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting.....	5
Inhoud	9
1 INLEIDING	11
1.1 Fasering	12
1.1.1 Fase 1: Een eerste voorstudie	12
1.1.2 Fase 2: Ontwikkelen en uittesten van een spierversterkend trainingsprogramma.....	13
1.1.3 Fase 3: Gerandomiseerd effectonderzoek van het bijgestelde trainingsprogramma.....	13
1.1.4 Fase 4: Gerandomiseerd onderzoek naar de effecten van een minder intensieve variant van het trainingsprogramma.....	13
1.1.5 Fase 5: Mogelijkheden voor verder onderzoek	13
2 SAMENVATTING RESULTATEN FASEN 1 TOT EN MET 4	15
2.1 Resultaten fase 1: De voorstudie	15
2.2 Resultaten fase 2: Ontwikkelen en uittesten van een spierversterkend trainings- programma.....	16
2.3 Resultaten fase 3: Gerandomiseerd effectonderzoek van het bijgestelde trainingsprogramma.....	17
2.4 Resultaten fase 4: gerandomiseerd onderzoek naar de effecten van een minder intensieve variant van het trainingsprogramma.....	17
3 SAMENVATTENDE ANALYSEN.....	20
3.1 Gecombineerde resultaten intensief begeleide trainingsprogramma.....	20
3.2 Resultaten multilevel analyzen.....	24
3.3 Samenvatting	27

4	FASE 5-IDEEËN OVER VERDER IMPLEMENTATIE	28
4.1	Hoofdpijnen van een implementatieprogramma.....	30
4.1.1	Regiefunctie.....	30
4.1.2	Opsporingsfunctie.....	31
4.1.3	Aanbieden van een spierversterkend programma.....	32
4.2	Financiële aspecten	33
4.3	Samenvatting.....	33
5	REFERENTIES.....	34
Bijlage 1	Ontwikkeling van een krachttrainingsprogramma voor ouderen ter versterking van de m. quadriceps femoris.....	39
Bijlage 2	Effects of a tailor-made strength trainingprogram on knee extensor strength and functional ability of community living people aged 65 years and older	59
Bijlage 3	The influence of the intensity of guidance on improvement in an exercise program for the elderly.....	75
Bijlage 4	Vergelijking quadriso-tester met hand-held dynamometer.....	93
Bijlage 5	Opzet implementatie-plan quadricepsscreening.....	103

1 Inleiding

In het algemeen neemt de spierkracht na het vijftigste levensjaar af (1-3). Uit studies bij 65-plussers blijkt dat de maximale isometrische kracht (spierkracht geleverd terwijl de spier niet van lengte verandert) van de knie-extensoren (m. quadriceps) afneemt met een percentage van één tot twee procent per jaar (4-6). In een studie van Skelton et al.(6) wordt bij 100 gezonde ouderen (65-89 jaar) bij vrouwen in de jongste leeftijdsgroep een isometrische kracht van de quadriceps van gemiddeld 290 N (\pm 100 Nm) gevonden, en in de oudste leeftijdsgroep gemiddeld 194 N (\pm 65 Nm). Voor mannen trof men waarden aan van respectievelijk gemiddeld 432 N (\pm 130 Nm) en 305 N (\pm 90 Nm).

Krachtsvermindering bij ouderen zou in het algemeen voor 30 tot 40% toe te schrijven zijn aan verouderingsprocessen(7). Het overige verlies is te wijten aan andere factoren zoals een algemeen verminderde lichamelijke activiteit (8-11) aandoeningen van het zenuw- of het spierskeletstelsel of een tekort aan voedingsstoffen (7,8,12).

Uit een aantal cross-sectionele onderzoeken blijkt dat de kracht van de quadriceps een belangrijke determinant is van lichamelijke beperkingen bij ouderen (13-17) zoals bij het traplopen, lopen en opstaan uit een stoel. Het is daarbij de vraag of een dergelijk verband ontstaat doordat verminderde kracht in de beenspieren direct leidt tot een verminderd lichamelijke functioneren, of doordat spierzwakte (in de benen en elders) een indicator is van algehele veroudering, of anderzortige processen die achter het ontstaan van beperkingen liggen. Immers, ook tussen de kracht van heel andere spiergroepen en de aanwezigheid van lichamelijke beperkingen worden verbanden gevonden.

Niettemin is het fysiologisch aannemelijk dat verlies aan bovenbeenspiersterkte kan leiden tot beperkingen in traplopen, lopen en opstaan uit een stoel. De quadriceps is daarbij, meer dan bijvoorbeeld de heup-extensor (m. gluteus maximus), een spier waarvan de sterkte snel terugloopt wanneer deze te weinig wordt gebruikt. Hierdoor kunnen ouderen in een vicieuze cirkel raken: door een verminderde quadricepsfunctie is men tot minder in staat, waardoor men minder actief wordt. Daardoor zal de spiersterkte nog meer afnemen, etc. Door het trainen van de quadriceps zou deze vicieuze cirkel doorbroken kunnen worden.

Of het trainen van de spiersterkte inderdaad leidt tot het verminderen van beperkingen zal moeten blijken uit interventiestudies bij ouderen. Uit eerdere interventiestudies, bij ouderen die niet geselecteerd zijn op het hebben van een bepaalde aandoening en waarbij (al dan niet gericht) de quadricepsfunctie werd getraind, blijkt dat het trainen van de quadriceps meestal leidt tot een krachtstoename en een verbetering van het lichamenlijk functioneren(18-29). In deze studies (slechts gedeeltelijk gerandomiseerd en gecontroleerd) wordt een krachtstoename van 0,5% tot meer dan 150% gevonden. De hoge krachtstoename van meer dan 150% werd bereikt in een gerandomiseerde, gecontroleerde studie bij fragiele ouderen die in een verpleeghuis wonen (24). Zowel isokinetische oefeningen (18,22,25) als isometrische oefeningen (21,27,28) leiden tot krachtstoename. Voor de duur van het totale trainingsprogramma geldt dat zowel trainingspro-

gramma's met een duur van 6 tot 12 weken (20,24) als programma's met een duur van 24 tot 52 weken (30) in staat zijn om de spierkracht te verbeteren. De frequentie van de oefenprogramma-sessies is meestal twee tot drie keer per week. Traininggeïnduceerde verbeteringen treden ook op bij ouderen met een chronische aandoening zoals artrose (31-36). Er zijn echter ook studies waarin geen of slechts weinig effect op krachtstoename wordt gevonden (37-39). In de eerstgenoemde studie was het oefenprogramma echter niet specifiek gericht op krachttraining van de bovenbenen en in de laatste tweede studies was de onderzoeksgroep een groep zeer gezonde ouderen.

Dit alles lijkt erop te wijzen dat het trainen van de beenspieren een bijdrage kan leveren aan verminderen van beperkingen, door de vicieuze cirkel te doorbreken waarbij verminderde spierkracht leidt tot minder lichamelijke activiteit. De hoop is daarbij dat een kortdurend trainingsprogramma ook op langere termijn resultaat heeft (blijvende krachtsverbetering), doordat ouderen na het trainingsprogramma weer activiteiten gaan ondernemen waartoe zij daarvoor niet meer in staat waren.

Het bovenstaande bracht TNO-PG tot de vraag of het zinvol is een screeningsprogramma te ontwikkelen, waarin ouderen met een verminderde quadricepsfunctie worden opgespoord en vervolgens een aanbod krijgen om deel te nemen aan een spierversterkend oefenprogramma, met als doel onnodige functionele beperkingen te voorkomen en een neergaande vicieuze cirkel te doorbreken.

Dit rapport geeft de resultaten van een onderzoek waarin de haalbaarheid van een dergelijk programma nader is onderzocht.

1.1 Fasering

Het onderzoek bestond uit vier fasen:

1.1.1 Fase 1: Een voorstudie

De voorstudie was gericht op de volgende vraagstellingen:

- 1.1) Is het verband tussen quadricepsfunctie en beperkingen ook bij Nederlandse ouderen (ouder dan 65 jaar) aanwezig?
- 1.2) Is er een drempelwaarde voor de quadricepsfunctie aan te wijzen waarbeneden welke beperkingen ten gevolge van een verminderde quadricepsfunctie optreden, en zo ja, hoe hoog is deze waarde?
- 1.3) Welke doelgroep is het meest geschikt om verder onderzoek in te verrichten?

- 1.4) Welke mogelijkheden/problemen zijn er voor het uitvoeren van quadricepskrachtmetingen bij ouderen?

1.1.2 Fase 2: Ontwikkelen en uittesten van een spierversterkend trainingsprogramma

De vraagstellingen van deze fase waren:

- 2.1) Wordt met het spierversterkende programma het gestelde doel van minimaal 20% spierversterking bereikt?
- 2.2) Welke meetmethode (*hand-held dynamometer* versus *Quadrisometer*) verdient de voorkeur?

1.1.3 Fase 3: Gerandomiseerd effectonderzoek van het bijgestelde trainingsprogramma

De vraagstellingen van deze fase waren:

- 3.1) Is er sprake van toename van de spiersterkte door het trainingsprogramma?
- 3.2) Is er sprake van verbetering van het lichamelijk functioneren door het trainingsprogramma?

1.1.4 Fase 4: Gerandomiseerd onderzoek naar de effecten van een minder intensieve variant van het trainingsprogramma

De vraagstelling van deze fase was:

- 4.1) Presteert het minder intensieve trainingsprogramma even goed als het intensieve oefenprogramma, wat betreft vergroting van de spiersterkte en verbetering van het lichamelijk functioneren?

1.1.5 Fase 5: Mogelijkheden voor verder onderzoek

De vraagstelling van deze fase luidde:

- 5.1) Is het zinnig om verder onderzoek te verrichten, en hoe dient dit er dan uit te zien?

Over fase één is een separaat deelrapport uitgebracht (40). Over fasen twee tot en met vier is en wordt (met uitzondering van vraagstelling 2.2) gerapporteerd in de vorm van een wetenschappelijk artikel. De conceptartikelen zijn als bijlagen in deze rapportage opgenomen (bijlage 1- 3). In dit eindverslag worden in hoofdstuk 2 de resultaten van de fasen één tot en met vier kort samengevat. Aanvullend op die resultaten wordt in hoofdstuk 3 een samenvattende analyse van de gegevens uit zowel fase drie als vier gegeven. In bijlage 4 wordt vraagstelling 2.2 beantwoord.

Hoofdstuk 4 gaat in op de vraagstellingen uit fase vijf. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies van dit onderzoek te vinden.

2 SAMENVATTING RESULTATEN FASEN 1 TOT EN MET 4

2.1 Resultaten fase 1: De voorstudie

Over deze fase is reeds eerder gerapporteerd in een deelrapport (40). Conclusies uit deze studie zijn dat er ook bij Nederlandse ouderen een verband bestaat tussen quadricepsfunctie en beperkingen. Hierbij is sprake van een geleidelijke toename van het aantal beperkingen met het afnemen van de quadricepssterkte; er is echter geen quadricepssterkte aan te wijzen, waarbeneden het aantal beperkingen plotseling sterk stijgt. In recent onderzoek van Ferrucci et al. (41) worden soortgelijke bevindingen gerapporteerd. Het vaststellen van een criterium voor verminderde quadricepsfunctie ten behoeve van een op te zetten interventiestudie is niet eenduidig uit de literatuur af te leiden. Wel is in de gegevens uit fase één een plafond-effect zichtbaar bij ongeveer 100 Nm. Interventies bij personen met een quadricepskracht groter dan 100 Nm lijken op grond hiervan weinig zinvol.

Verder bleek aan de hand van de ervaringen in fase één dat de onderzoeken het best kunnen plaatsvinden bij bewoners van serviceflats, aanleunwoningen en/of woonzorgcomplexen. Daarbij spelen enerzijds praktische argumenten een rol, en anderzijds de ervaring dat deze populatie een redelijk aantal personen met verzwakte beenspierfunctie omvat.

Tot slot zijn in fase één verschillende meetmethoden voor de quadricepsfunctie vergeleken. De toegepaste isofunctionele metingen zijn theoretisch interessant, maar bleken in de praktijk tijdrovend, niet altijd succesvol en hadden geen betere voorspellende waarde voor het hebben van beperkingen dan eenvoudige isometrische metingen. Isometrische metingen verdienen daarom voor ons doel de voorkeur.

Isometrische metingen zijn toegepast met behulp van een fixatieband (vaste opstelling; in dit geval werd de zogenoemde QUADRISO-tester van het Biomedisch Technologisch Centrum van de Rijksuniversiteit Groningen gebruikt en met behulp van een hand-held dynamometer. In deze fase van het onderzoek is de hand-held dynamometer toegepast in combinatie met een met de computer verbonden goniometer die de flexiehoek van de knie controleerde (de door het Academische Ziekenhuis Vrije Universiteit) in Amsterdam ontwikkelde CAHN-DY). Deze combinatie kost extra meettijd, wat niet opweegt tegen het voordeel (een mogelijk iets betere reproduceerbaarheid). Het is echter ook mogelijk de dynamometer los te gebruiken. De in dit onderzoek gebruikte hand-held dynamometer bleek voor de proefpersonen minder comfortabel dan de gebruikte fixatieband. Door een defect aan de QUADRISO-tester tijdens een groot deel van de metingen in fase één konden beide methoden verder niet vergeleken worden. In fase twee is daarom de QUADRISO-tester nogmaals vergeleken met een hand-held dynamometer, nu zonder geautomatiseerde goniometer.

2.2 Resultaten fase 2: Ontwikkelen en uittesten van een spierversterkend oefenprogramma

In fase twee werd een krachttrainingsprogramma ontwikkeld en aangeboden aan 65-plussers met een verminderde quadricepsfunctie of met problemen bij het opstaan uit een stoel. Onderzocht is of met het trainingsprogramma een krachtstoename van minimaal 20% kon worden bereikt en of daarnaast het lichamelijk functioneren verbeterde. Het lichamelijk onderzoek vóór en na afloop van het programma bestond uit het meten van de isometrische kracht van de quadriceps, het meten van de beweeglijkheid van de knie en het afnemen van een aantal functionele testen (lopen, traplopen, opstaan uit een stoel en statische balans). Tevens is met behulp van een vragenlijst de invloed van het programma op de mate van zelfredzaamheid onderzocht. Een uitgebreide beschrijving van het onderzoek uit fase twee is te vinden in bijlage 1.

Totaal hebben 11 ouderen aan het gehele onderzoek deelgenomen. De gemiddelde leeftijd was bijna 80 jaar. De isometrische kracht van de quadriceps nam statistisch significant toe met gemiddeld 17% (95% BI 8; 26%). Daarnaast verbeterden de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen, beweeglijkheid van het kniegewricht en de statische balans. Ten aanzien van de andere functionele testen en de zelfredzaamheid kon geen statistisch significant effect worden aangetoond. De deelnemers ervoeren tijdens en na afloop van het programma vooruitgang: men kon makkelijker opstaan uit een bed, een auto in- en uitstappen, opstaan uit een stoel, etc.

De belangrijkste conclusie van deze studie is dat met het huidige krachttrainingsprogramma de kracht te trainen is, maar dat de kans klein is dat de streefwaarde van 20% krachtstoename zal worden gehaald. De belangrijkste oorzaak lijkt een gebrek aan individuele trainingsopbouw van het krachttrainingsprogramma. Daarnaast lijken de matige verbeteringen toe te schrijven aan het feit dat een groot aantal deelnemers al voor de start van het programma een hoog niveau van lichamelijk functioneren had.

Naar aanleiding van deze bevindingen werd besloten om een individueel trainingsschema en enkele oefeningen met elastische banden aan het krachttrainingsprogramma toe te voegen, waardoor een meer aan het individu aangepaste trainingsopbouw mogelijk werd. Het op die manier aangepaste programma is in fase drie in een gerandomiseerde, gecontroleerde studie uitgetest bij een groep ouderen die in hogere mate tot de risicogroep behoorden.

In fase twee werd tevens een vergelijking gemaakt van twee meetmethoden voor de spierkracht, namelijk meten met een hand-held dynamometer en met de QUADRISO-tester. Uit deze vergelijking bleek dat de hand-held dynamometer onvoldoende in staat is om hogere krachten (zoals die onder andere ontstaan na training) goed te meten (zie bijlage 4). Daarom is besloten om verder onderzoek uitsluitend met de QUADRISO-tester uit te voeren.

2.3 Resultaten fase 3: Gerandomiseerd effectonderzoek van het bijgestelde oefenprogramma

In deze fase is een gerandomiseerde studie uitgevoerd met 26 personen, waarvan er 14 werden toegewezen aan de oefengroep, en 12 aan de controlegroep. De reden om meer personen aan de oefengroep toe te wijzen was dat in deze groep een grotere uitval werd verwacht. Metingen werden verricht voorafgaand aan het programma (voormeting), direct na afloop van het oefenprogramma (nameting) en zes maanden na afloop van het oefenprogramma (follow-up meting). Tien personen uit de oefengroep en 11 uit de controlegroep namen deel aan zowel de voor- als de nameting en (voor de oefengroep) namen tot het einde toe deel aan het oefenprogramma. Hiervan namen respectievelijk negen en acht personen deel aan de follow-up metingen. Een uitgebreidere rapportage van deze fase is te vinden in bijlage 2.

In de oefengroep was de quadricepskracht direct na het programma toegenomen met 54% (95% BI 34; 74%); in de controlegroep was dit 13% (95% BI 2; 25%). Bij de follow-up metingen was de krachtstoename ten opzichte van de voormeting 45% (95% BI 20; 71%) in de oefengroep, en 12% (95% BI -5 ; 29%) in de controlegroep. De bereikte krachtstoename blijkt zich dus over zes maanden grotendeels te handhaven. Dit komt overeen met het idee dat sprake is van doorbreking van een vicieuze cirkel: men kan met de grotere spierkracht als gevolg van het trainingsprogramma, in het dagelijks leven actiever worden. Hierdoor houdt de verhoogde spierkracht zichzelf in stand. Verbetering van het lichamelijk functioneren (in de oefengroep ten opzichte van de controlegroep) werd direct na afloop van het oefenprogramma gezien in een samengestelde uitkomst van een aantal vragen naar dagelijkse activiteiten die een directe relatie hebben met de beenfuncties (in- en uit bed komen, opstaan uit een stoel, naar het toilet gaan, binnenshuis lopen, buitenshuis lopen, traplopen), en in de timed up-and-go test, waarin de tijd wordt gemeten die iemand nodig heeft om op te staan uit een stoel, een stukje te lopen en weer te gaan zitten. Na zes maanden was dit laatste effect nog steeds zichtbaar, effecten op de samengestelde uitkomstmaat van dagelijkse activiteiten was echter niet meer statistisch significant ($p=0,09$). Opgemerkt dient te worden dat bij het kleine aantal proefpersonen 'niet significant' niet hoeft te betekenen dat een effect niet bestaat, maar dat dit ook kan betekenen dat het aantal proefpersonen onvoldoende groot is om het effect aan te tonen.

2.4 Resultaten fase 4: gerandomiseerd onderzoek naar de effecten van een minder intensieve variant van het oefenprogramma

Het ontwikkelde oefenprogramma bestond uit tweemaal per week oefenen onder leiding van een fysiotherapeut, en eenmaal per week thuis oefenen. Dergelijke intensieve begeleiding is niet alleen kostbaar, maar ook belastend voor de deelnemers. Verschillende deelnemers lieten weten dat zij tweemaal per week gezamenlijk oefenen wel erg veel vonden. Sommige potentiële deelnemers zagen daardoor zelfs af van deelname. In fase vier stond daarom de vraag centraal of een minder intensief begeleid oefenprogramma niet even goed zou presteren als het intensief begelei-

de oefenprogramma, zowel wat betreft de vergroting van de spiersterkte als wat betreft verbetering van het lichamelijk functioneren.

In deze fase werd eveneens een gerandomiseerde gecontroleerde studie uitgevoerd. Daarbij werden de deelnemers gerandomiseerd naar drie verschillende groepen:

- Een intensief begeleide groep (HG - high guidance), die hetzelfde programma kreeg aangeboden als gebruikt in fase drie. In deze groep werden 25 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 16 personen deel aan de training en de nameting.
- Een minder intensief begeleide groep (MG - medium guidance), die de eerste week twee maal onder begeleiding oefende, maar daarna slechts één maal per week. In deze groep werden 27 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 16 personen deel aan de training en de nameting.
- Een controlegroep (C). In deze groep werden 22 personen gerandomiseerd. Daarvan namen 17 personen deel aan de nameting.

Na tien weken was de maximale isometrische quadricepskracht toegenomen met 24% (met een 95% BI 10; 38%) in de intensief begeleide groep; met 14% (95% BI -4; 32%) in de minder intensief begeleide groep; en met 11% (95% BI -4; 26%) in de controlegroep. De toename in kracht gedurende het trainingsprogramma was in de HG-groep statistisch significant hoger dan in de controlegroep. Ook nam – over alle drie de groepen gezien – de krachtstoename significant toe met de intensiteit van de training.

De tijd die nodig was om 20 meter te lopen, nam in de HG-groep significant af ten opzichte van de controlegroep; de afname in de MG-groep was iets minder groot en bevond zich op de rand van statistische significantie ($p=0,06$).

De veranderingen in de timed up-and-go test waren ook in de verwachte richting (de grootste vermindering in de HG-groep, een minder grote verandering in de MG-groep en geen verandering in de controlegroep. De verschillen tussen de groepen waren echter niet statistisch significant.

Opvallend is vooral dat in de HG-groep in deze fase – met precies hetzelfde oefenprogramma als in fase drie – een veel lagere krachtstoename werd bereikt dan in fase drie. Er is gezocht naar een verklaring voor dit verschijnsel. Een verschil tussen de twee fasen is dat in fase drie sprake was van slechts één trainingsgroep, terwijl in fase vier sprake was van vier trainingsgroepen, waarvan er telkens twee (één HG- en één MG-groep) getraind werden door dezelfde fysiotherapeut. Eén van deze fysiotherapeuten had ook de trainingen in fase drie gegeven. Ook in de groepen die begeleid werden door dezelfde fysiotherapeut als die in fase drie trainingen gaf, was de toename in de HG-groep echter maar 26%, zodat het niet waarschijnlijk is dat verschillen tussen fysiotherapeuten verantwoordelijk zijn voor de verschillen in resultaten. Een andere mogelijkheid is dat de grootschaligere opzet van deze fase zorgde voor een meer routinematige uitvoering van het programma, waardoor het motiverend vermogen van de fysiotherapeuten afnam.

In fase vier werd eveneens een follow-up meting gedaan na zes maanden. De helft van de experi-

mentele groepen (in één van de twee deelnemende dienstencentra) werd in de gelegenheid gesteld gedurende deze periode deel te nemen aan maandelijkse opfrisdagen. Daarnaast had de HG-groep die deel kon nemen aan de opfrisdagen, op eigen initiatief besloten om collectief deel te gaan nemen aan een Bewegen voor Ouderen-activiteit.

In de groep die niet deelnam aan de opfrisdagen, daalde de spierkrachtstoename ten opzichte van de basismeting van 26% (direct na het trainingsprogramma) naar 19% (na zes maanden) in de HG-groep (n=6), van 8% naar 6% in de MG-groep (n=6) en van +4% naar -3% in de bijbehorende controlegroep (n=6). In de groep die wel kon deelnemen aan de opfrisdagen, steeg de spierkracht verder, van 22% naar 32% in de HG-groep (n=7), van 25% naar 45% in de MG-groep (n=9) en van 11% naar 19% in de bijbehorende controlegroep (n=9). Alleen de stijging in de MG-groep neigt naar statistische significantie (eenzijdige p-waarde 0,06); ten opzichte van de controlegroep is deze stijging echter niet significant. Niettemin suggereren de resultaten dat het houden van opfrisbijeenkomsten zinvol kan zijn; met de aantallen in deze studie is dit echter niet hard te maken. Ook ondersteunen deze gegevens de in fase drie gevonden handhaving van het grootste deel van de krachtstoename na een half jaar.

3 SAMENVATTENDE ANALYSEN

De interventie in de intensief begeleide groep uit fase vier is geheel identiek aan de interventie in fase drie. Daarom kunnen de resultaten van deze beide studies ook samengenomen worden. Een dergelijke analyse kent een groter aantal proefpersonen, en zal daarom een grotere power hebben. In paragraaf 3.1 wordt deze analyse beschreven. Deze samenvattende analyse volgt grotendeels de methoden die ook in de deelonderzoeken zijn gebruikt: gepaarde t-toetsen voor veranderingen binnen groepen, en MANOVA voor repeated measures voor verschillen tussen groepen. Voor een beschrijving van de gebruikte testen wordt verwezen naar bijlagen 2 en 3.

Een groter aantal proefpersonen maakt het bovendien mogelijk om een aantal verfijningen aan te brengen in de analyses. Zo is bij de opzet van het onderzoek ervan uitgegaan dat de voor-, na- en follow-up metingen bij één persoon zoveel mogelijk verricht moesten worden door dezelfde fysiotherapeut; dit diende tevens een andere fysiotherapeut te zijn dan degene die de trainingen gaf. In de praktijk bleek vooral de eerste eis (drie maal dezelfde fysiotherapeut) praktisch gezien moeilijk te realiseren. Wanneer sommige fysiotherapeuten de proefpersonen meer weten te motiveren om een maximale prestatie te leveren dan anderen, zou dit de resultaten van het onderzoek daarom kunnen verstoren. In paragraaf 3.2 wordt gezien of dit inderdaad het geval is. Daarvoor wordt een multilevel analyse (random effect model) gebruikt. Deze methode heeft het voordeel boven MANOVA voor repeated measures dat ook gebruik gemaakt kan worden van gegevens van personen die niet aan alle meetsessies hebben deelgenomen.

3.1 Gecombineerde resultaten intensief begeleide trainingsprogramma

In beide studies namen 26 personen (10 personen in fase drie en 16 personen in fase vier) deel aan het tweemaal per week begeleide oefenprogramma. Daarbij zaten 28 personen (11 personen in fase drie en 17 personen in fase vier) in de controlegroep.

In tabel 3.1 worden de resultaten van voor- en nametingen gegeven voor deze groepen (gecombineerd over fase drie en vier). Hierin is te zien dat de kracht na de training met 36% toeneemt in de experimentele groep en met 12% in de controlegroep, wat een sterk significant verschil is. De tijd die nodig is voor 20 meter lopen en voor de timed up-and-go test neemt in de experimentele groep af met resp. 15% en 12% (de snelheid neemt dan met resp. 18% en 13% toe). In de controlegroep is dit 2% en 1%. Deze verschillen zijn statistisch significant. Op de overige uitkomsten wordt geen duidelijk verschil gezien.

De beide afzonderlijke studies lieten zien dat de krachtstoename het grootst is in de groep met de laagste beginkracht. De gecombineerde data tonen dat in de groep met een beginkracht lager dan 50 Nm de kracht in de controlegroep (n=10) toeneemt van 26 Nm naar 30 Nm (een toename van 15%). In de experimentele groep (n=7) neemt deze echter toe van 29 Nm naar 55,8 Nm, een toename van 92%. Ondanks de kleine aantallen is het verschil tussen experimentele en controle-

groep statistisch significant ($p=0,001$). De afname (in procent) in de tijd die nodig is voor 20 meter lopen en voor de timed up-and-go test is in de subgroep met lage beginkracht echter niet groter dan in de totale groep.

Wanneer de groep in tweeën wordt gedeeld op grond van de prestaties op de 20 meter lopen test, dan blijkt dat de personen die bij de voormeting de meeste tijd nodig hadden voor deze test, bij de nameting wel iets meer vooruit zijn gegaan: zij zijn 27% sneller dan in de voormeting (18% in de totale experimentele groep), tegen 7% in de controlegroep. Het verschil in toename tussen experimentele en controlegroep is net significant ($p=0,05$).

Wanneer de groep in tweeën wordt gedeeld op grond van de prestaties bij de timed up-and-go test, dan blijkt dat de personen die bij de voormeting de meeste tijd nodig hadden voor deze test, bij de nameting 16% sneller zijn dan in de voormeting (13% in de totale experimentele groep), tegen 1% in de controlegroep. Het verschil in toename tussen experimentele en controlegroep is ook hier net significant ($p=0,05$).

De toename in kracht is dus het hoogst in de groep met de laagste beginkracht. Een sterkere vooruitgang in functionele prestaties in de groep met de laagste beginkracht is echter in dit onderzoek niet aantoonbaar.

Tabel 3.1 Vergelijking voor- en nameting voor de gecombineerde intensief begeleide groep

	Experimenteel (n=26)		Controle (n=28)		p-waarde *** MANOVA
	Voor	Na	Voor	Na	
Kracht (Nm)	56,7	76,9	57,0	63,9	0,002
GARS (18-72)	27,4	27,9	26,6	26,2	0,82
GARS-specifiek (6-24)	8,8	8,4	8,5	8,3	0,30
20 m lopen (sec)	28,5**	24,1**	28,5	27,3	0,03
Timed up-and-go (sec)	14,4**	12,7**	15,3	15,2	0,02
Opstaphoogte (cm)	27,0*	28,2*	28,9	30,0	0,47
Balans (1-6)	5,0*	5,0*	5,0	4,9	0,34
Tandertijd (sec)	5,3*	5,0*	5,0	5,9	0,86
Tenen reiken (1-4)	2,4	2,3	2,4	2,2	0,77
Extensie (°)	4,7	3,9	4,7	3,6	0,58
Flexie (°)	118,3	121,2	119,6	121,3	0,30

* nameting niet beschikbaar voor 1 persoon (te veel pijn aan gewrichten); gegevens van deze persoon zijn ook bij de voormeting weggelaten.

** in nameting niet beschikbaar voor 2 personen (1 persoon had te veel pijn aan gewrichten; 1 maal geen stopwatch aanwezig). De gegevens van deze personen zijn ook bij de voormeting weggelaten.

*** éénzijdig

Op de overige uitkomsten kon geen effect worden aangetoond. Dit kan komen doordat een grotere quadricepskracht geen of slechts een gering effect heeft op deze uitkomsten. Het kan echter ook komen doordat de gebruikte testen niet in staat zijn effecten aan te tonen. Tabel 3.2 laat zien dat de test-hertest correlatiecoëfficiënten voor de krachtmeting, de timed up-and-go test en de 20 meter lopen test boven de 0,9 uitkomen, maar dat de andere testen minder reproduceerbare re-

sultaten opleveren. Dit zou ook kunnen bijdragen aan het niet vinden van een effect op deze uitkomsten.

Tabel 3.2 Correlatiecoëfficiënt tussen voor en nameting in alle controlepersonen (deelnemers fase twee tot en met vier) (n=33)

	Correlatie coëfficiënt Voor- en nameting
Kracht	0,92
GARS totaal	0,82
GARS-specifiek	0,65
20 m lopen	0,91
Timed up-en-go	0,92
Opstaphoogte	0,77
Balans	0,78
Tandemtijd	0,81
Tenen reiken	0,84
Extensie	0,68
Flexie	0,59

In tabel 3.3 worden de uitkomsten gegeven voor de personen die zowel hebben deelgenomen aan de metingen direct na het programma als zes maanden later. De kracht blijkt na zes maanden nog praktisch even hoog te zijn als direct na afloop van het trainingsprogramma. Het verschil met de kracht bij de voormeting is dan ook nog steeds significant. De tijd die nodig is voor het lopen van een afstand van 20 meter, en voor de timed up-and-go test is ten opzichte van de tijd die nodig is direct na de training iets toegenomen; de tijd is echter nog wel korter dan die tijdens de voormeting. Voor het lopen van 20 meter is het verschil met de voormeting ook statistisch significant.

Tabel 3.3 Resultaten van de follow-up metingen voor gecombineerde intensief begeleide groepen uit fase drie en vier

	Trainingsgroep (n=21)			Controlegroep (n=23)			p-waarde *** MANOVA voor follow-up
	Voor	Na	Follow-up	Voor	Na	Follow-up	
Kracht (Nm)	57,9	77,9	77,5	57,2	63,5	63,0	0,007
GARS (18-72)	27,9	28,6	28,4	25,8	25,7	25,5	0,74
GARS specifiek (6-24)	9,0	8,6	8,4	8,6	8,3	8,2	0,35
20 m lopen (sec)	29,5	23,8**	24,8	25,7	24,5	25,7	0,02
Timed up-and-go (sec)	14,9	12,9**	13,7	14,1	13,9	14,2	0,12
Opstaphoogte (cm)	27,3	27,8*	30,3	30,0	31,1	31,3	0,37
Balans (1-6)	5,0	5,0*	4,9	5,0	5,0	4,8	0,38
Tandemtijd (sec)	5,3	4,8*	4,3	4,9	5,8	5,3	0,84
Tenen reiken (1-4)	2,4	2,4	2,4	2,4	2,0	2,0	0,93
Extensie (°)	5,1	4,6	4,7	4,2	3,5	4,6	0,31
Flexie (°)	116,8	120,5	119,6	120,2	121,6	122,4	0,40

* nameting niet beschikbaar voor 1 persoon (te veel pijn aan gewrichten); gegevens van deze persoon zijn ook bij de voormeting weggelaten.

** in nameting niet beschikbaar voor 2 personen (1 persoon te veel pijn aan gewrichten; 1 maal geen stopwatch aanwezig). De gegevens van deze personen zijn ook bij de voormeting weggelaten.

*** eenzijdig

In fase twee is de helft van de deelnemers na de training in staat gesteld om éénmaal per maand een opfrustraining bij te wonen. Daardoor is het effect na zes maanden, zoals weergegeven in tabel 2, mogelijk geïmpulseerd. Wanneer het effect van de training na zes maanden wordt bekeken, is het correcter om deze personen weg te laten, zoals in tabel 3.4. In deze tabel is ook de controlegroep weggelaten die hoorde bij de weggelaten experimentele groep. Deze tabel laat zien dat de kracht na zes maanden weliswaar iets kleiner is dan die direct na het oefenprogramma, maar dat het grootste deel van de krachtverhoging nog aanwezig is. Het verschil met de voormeting is dan ook hier nog statistisch significant. De tijd die nodig is voor 20 meter lopen en voor de timed up-and-go test is ten opzichte van de tijd nodig direct na de training weer toegenomen; en hoewel de tijd nog steeds korter is dan bij de voormeting, is het verschil niet langer statistisch significant. Niettemin lopen de personen uit de experimentele groep 23% sneller, tegen 5% sneller in de controlegroep.

Tabel 3.4 Resultaten voor de follow-up metingen; de groep die terugkomdagen aangeboden kreeg en de bijbehorende controlegroep is hierbij weggelaten.

	Trainingsgroep (n=14)			Controlegroep (n=14)			p-waarde*** MANOVA voor follow-up
	Voor	Na	Follow-up	Voor	Na	Follow-up	
Kracht (Nm)	58,8	82,6	79,0	61,9	68,4	65,3	0,007
GARS (18-72)	30,1	30,6	30,2	26,9	26,7	25,7	0,78
GARS-spec (4-26)	10,1	9,0	8,7	9,1	8,6	8,3	0,22
20 m lopen (sec)	32,4	24,9**	26,4	26,4	24,1	25,1	0,07
Timed up-and-go (sec)	16,2	13,8**	15,2	14,1	13,6	14,1	0,16
Opstaphoogte (cm)	26,9	26,5*	32,3	30,7	31,1	29,3	0,18
Balans (1-6)	5,0	5,2*	5,0	5,1	5,1	5,1	0,50
Tandemtijd (sec)	4,5	6,1*	5,0	5,1	6,1	6,1	0,62
Tenen reiken (1-4)	2,7	2,3	2,4	2,3	2,0	2,1	0,18
Extensie (°)	4,0	3,3	3,0	3,4	1,8	1,3	0,72
Flexie (°)	115,8	120,1	118,9	121,2	122,5	121,7	0,21

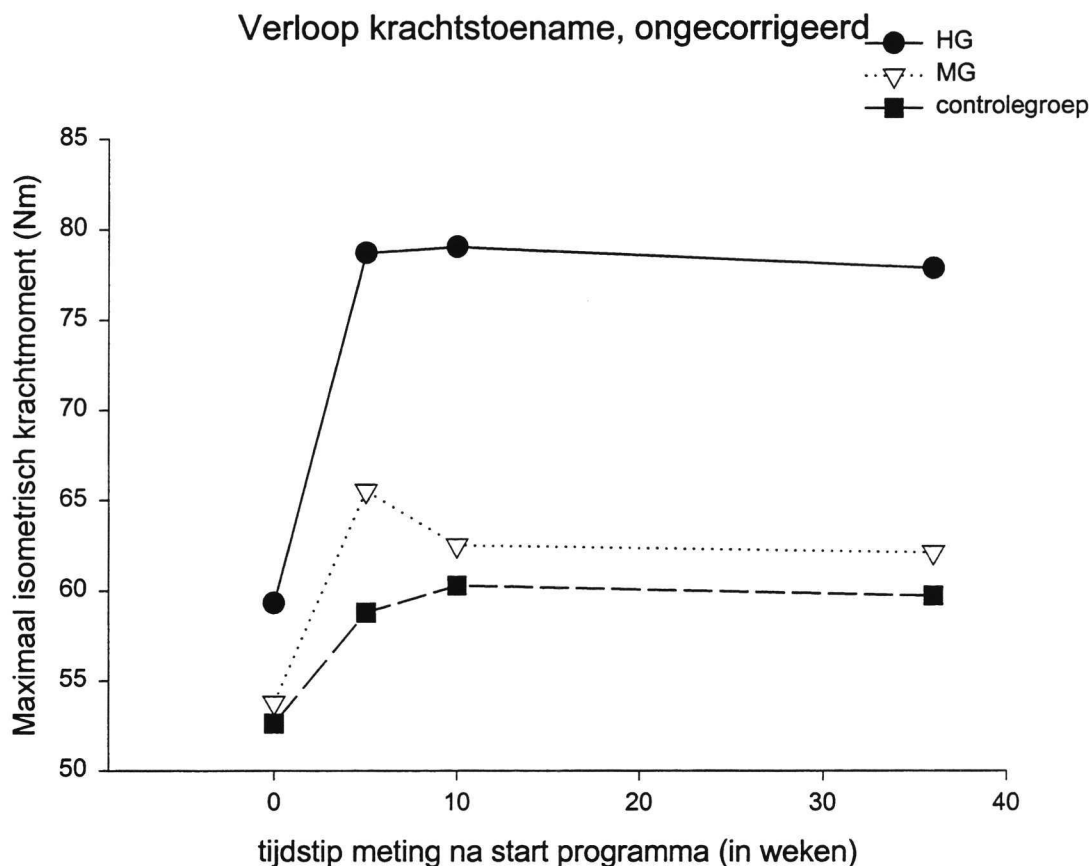
* nameting niet beschikbaar voor 1 persoon (te veel pijn aan gewrichten); gegevens van deze persoon zijn ook bij de voormeting weggelaten.

** in nameting niet beschikbaar voor 2 personen (1 maal te veel pijn aan gewrichten; 1 maal geen stopwatch aanwezig). De gegevens van deze personen zijn ook bij de voormeting weggelaten.

*** een-zijdig

3.2 Resultaten multi-level analyses

In deze paragraaf worden de resultaten beschreven van analyses met een multi-level model (random effect-model) voor de metingen van de quadricepskracht. In dit model worden de metingen van één persoon beschouwd als bij elkaar horend (de afzonderlijke metingen bevinden zich binnen het hogere level van de persoon). Deze methode heeft het voordeel boven MANOVA voor repeated measures dat ook gebruik gemaakt kan worden van gegevens van personen die niet aan alle meetsessies hebben deelgenomen. Daardoor is het mogelijk om ook de gegevens van de tussenmeting (na vijf weken) in het model op te nemen, zonder dat dit betekent dat het aantal personen in de analyse weer verder afneemt. Ook neemt de validiteit van de resultaten toe doordat er nu minder ontbrekende gegevens zijn.

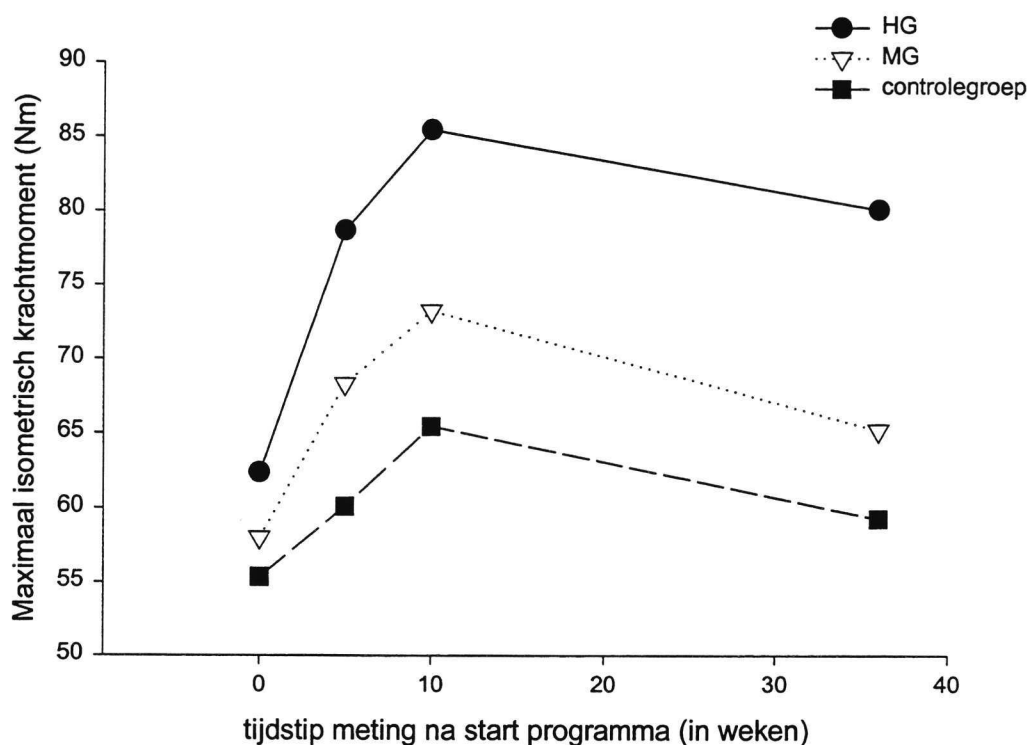


Figuur 1: Krachtverloop volgens een multi-level(random effect) model

In figuur 1 wordt het krachtverloop weergegeven voor de drie groepen, zoals berekend met het multi-level model. Wanneer op alle meetmomenten gegevens aanwezig zouden zijn van alle personen, zou deze figuur de gemiddelde waarden per meetmoment geven. Nu is bij het berekenen van de curven rekening gehouden met de ontbrekende waarden. Tevens is de kracht bij 36 weken alleen gebaseerd op de personen die niet konden deelnemen aan de maandelijkse terugkomdagen, zodat de figuur alleen de spontaan vastgehouden krachtverbetering weergeeft. In deze figuur is ook het krachtverloop van de MG-groep weergegeven. Hierbij moet wel worden bedacht dat de gegevens over de groep alleen afkomstig zijn uit fase vier. De curven van de HG-en de controlegroep zijn afkomstig uit zowel fase drie als vier. Wat betreft de beginkracht wijkt deze kracht van de MG-groep echter niet statistisch significant af van de twee andere groepen.

In het multi-level model bestaan geen statistisch significante verschillen tussen de groepen op het eerste meetmoment (de voormeting). In alle groepen is de kracht op alle meetmomenten statistisch significant toegenomen ten opzichte van de voormeting. De toename ten opzichte van de voormeting is in de HG-groep bij zowel de tussenmeting, de nameting als de follow-up meting statistisch significant hoger dan die in de controlegroep (p-waarden resp. 0,001; 0,002; 0,005).

Verloop krachtstoename gecorrigeerd voor uitvoerende fysiotherapeut



Figuur 2: Krachtverloop gecorrigeerd voor de fysiotherapeut die proefleider was

Verder is gekeken of er een effect is van de maandelijkse terugkom-bijeenkomsten. Er wordt een verschil in kracht na 36 weken gevonden, wat echter niet statistisch significant is.

Door een groter aantal proefpersonen in deze samenvattende analyses is het bovendien mogelijk om een aantal verfijningen aan te brengen. Bij de opzet van het onderzoek is er van uitgegaan dat de voor-, na- en follow-up metingen bij één persoon zo veel mogelijk verricht moesten worden door dezelfde fysiotherapeut; dit diende tevens een andere fysiotherapeut te zijn dan degene die de trainingen gaf. In de praktijk bleek vooral de eerste eis (driemaal dezelfde fysiotherapeut) en een enkele maal ook de tweede eis praktisch niet te realiseren. Wanneer sommige fysiotherapeuten de proefpersonen meer weten te motiveren om een maximale prestatie te leveren dan anderen, zou dit de resultaten van het onderzoek kunnen verstoren. Vooral bij het vaststellen van de maximale isometrische kracht is een dergelijk motivatie-effect potentieel van grote invloed op de uitkomst. Daarom is in het model gecorrigeerd voor de fysiotherapeut die de metingen heeft afgenomen.

In figuur 2 worden de waarden weergegeven nadat deze zijn gecorrigeerd voor de fysiotherapeut die testleider was. Ten opzichte van figuur 1 is er sprake van een doorgaande stijging in krachtstoename tussen vijf weken en tien weken (ook in de controlegroep) en een sterkere daling tussen de nameting en de follow-up meting. Het verschil in kracht tussen de groepen bij de voormeting is ook hier niet statistisch significant. De stijging in kracht ten opzichte van de voormeting is in de controlegroep nu alleen op vijf en tien weken statistisch significant. De toename in kracht in de HG-groep is wederom na zowel vijf weken, tien weken als bij de follow-up (36 weken) statistisch significant hoger dan in de controlegroep (p-waarden resp. 0,002; 0,0009 en 0,001). Er zijn twee fysiotherapeuten die statistisch significant lagere waarden meetten dan de fysiotherapeut die de meeste metingen verrichtte.

Hoewel de curven na correctie voor de fysiotherapeut die als proefleider fungeerde een iets andere vorm hebben, blijven de conclusies ongewijzigd: gecorrigeerd en ongecorrigeerd is de toename in kracht in de HG-groep duidelijk hoger dan in de controlegroep: na vijf weken, direct na afloop van het trainingsprogramma en ook een half jaar na afloop van het trainingsprogramma.

Er is geen sprake van een statistisch significant hogere krachtstoename in de MG-groep in vergelijking met de controlegroep.

3.3 Samenvatting

De resultaten van de samenvattende analyse laten direct na afloop van de training een duidelijke toename zien van de quadricepskracht in de HG-groep. Zes maanden later is de kracht weliswaar iets afgenomen, maar is deze nog duidelijk hoger dan in de controlegroep. Deze hogere kracht vertaalt zich tevens in betere prestaties op de loopsnelheid, direct na afloop van het trainingsprogramma en zes maanden later. Direct na het trainingsprogramma is eveneens de tijd die nodig is voor de timed up-and-go test afgenomen; zes maanden later is de verbeterde prestatie bij deze test niet meer aantoonbaar. De krachtstoename is het grootst bij de personen met een lage beginkracht. Voor functionele verbeteringen is een relatie van de grootte van het effect met de beginkracht echter niet aantoonbaar.

Hoewel er wel aanwijzingen zijn voor verbeteringen in de MG-groep, zijn deze verbeteringen niet statistisch hard te maken. Een laag-intensieve variant van het programma wordt daarom afgeraden.

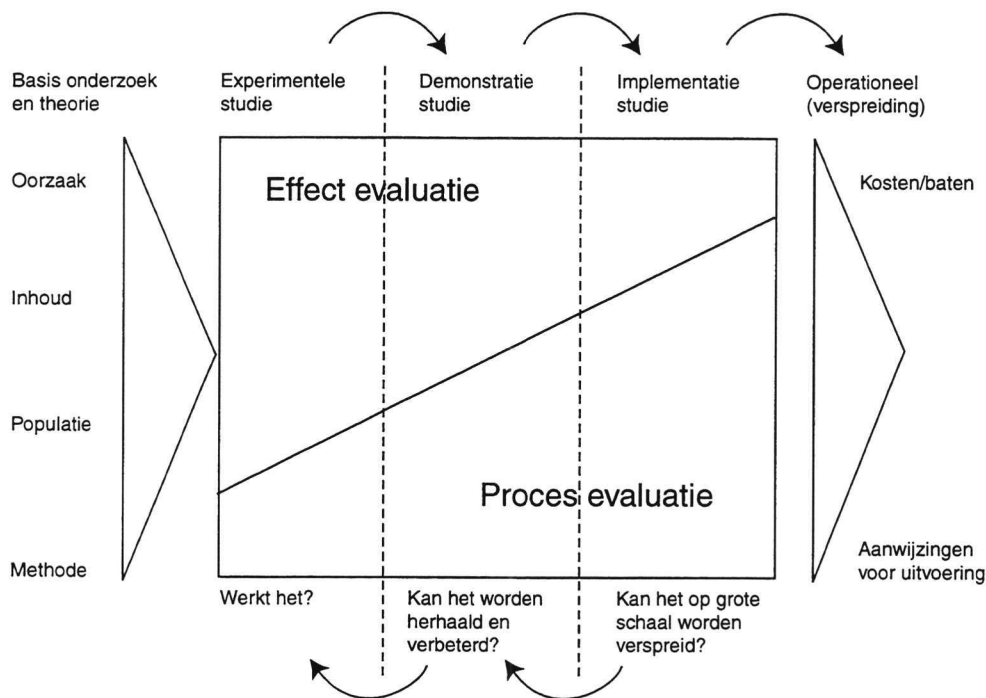
4 FASE 5: IDEEËN OVER VERDERE IMPLEMENTATIE

De vraagstelling van fase 5 luidde:

Is het zinnig verder onderzoek te verrichten, en hoe dient dit er dan uit te zien?

De resultaten van de studie lieten zien dat het trainen van de quadricepsfunctie duidelijk leidt tot een krachtsverbetering. Bovendien kon een effect op de loopsnelheid en loopsnelheid in combinatie met het opstaan uit een stoel worden vastgesteld. Zowel de krachtsverbetering als de hogere loopsnelheid bleek ook zes maanden na afloop van het programma nog te bestaan. Hieruit is te concluderen dat het trainingsprogramma inderdaad een bijdrage kan leveren aan een verbetering van het functioneren. Daarbij moet worden bedacht dat het programma is uitgetoetst in een onderzoekssetting. Het is niet onwaarschijnlijk dat effecten bij routinematige uitvoering, zoals na implementatie het geval zal zijn, kleiner uitvallen. Zo bleek dat in de eerste trial (fase drie) met hetzelfde programma een aanzienlijk grotere krachtstoename werd bereikt dan in fase vier. Een verschil was dat in de eerste fase er één fysiotherapeut was die één groep begeleidde. In fase vier begeleidden twee fysiotherapeuten (waarvan één dezelfde als in fase drie) elk twee groepen. Het is niet onmogelijk dat deze grootschaligere en minder gecontroleerde aanpak oorzaak is van het verschil.

Nutbeam et al.(1990) ontwikkelden een model voor de ontwikkeling en evaluatie van gezondheidsbevorderende interventies (zie figuur 3). Zij onderscheiden drie stadia: experimentele studies, demonstratieprojecten en implementatieprojecten (42). In de eerste fase van experimentele studies is de vraagstelling vooral: werkt de interventie, en ligt het accent op evaluatie van uitkomstparameters (effectevaluatie), al dient ook in dit stadium enige procesevaluatie plaats te vinden. In de tweede fase gaat het om de vraag of het in de eerdere fase vastgestelde effect ook onder praktijkomstandigheden bestaat en om de vraag hoe de interventie verder op detailpunten verbeterd kan worden. In deze fase spelen effectevaluatie en procesevaluatie beide een even grote rol. In de implementatiefase is het de vraag hoe het programma het best op grote schaal kan worden ingevoerd. In deze fase ligt het accent op procesevaluatie en speelt effectevaluatie slechts een ondergeschikte rol. De in voorgaande hoofdstukken beschreven onderzoeken vallen vooral onder de eerste experimentele fase. Alleen fase vier ligt tussen een experimentele- en demonstratiestudie; het experiment uit deze fase beantwoordt deels ook de vraag of bij herhaling van de het programma dezelfde effecten worden gevonden. De resultaten van fase twee tot en met vier laten zien dat de interventie in een onderzoekssetting werkzaam is. De volgende stap is daarom die van een demonstratiestudie. Het succes van de implementatie en daadwerkelijke uitvoering van het programma is afhankelijk van verschillende organisatorische, personele randvoorwaarden en financiële omstandigheden. Deze dienen in een implementatiestudie nader onderzocht te worden.



Figuur 3: Ontwikkelingsmodel voor evaluatie van gezondheidsbevorderende programma's

Vervolgonderzoek zal zich daarom in eerste instantie vooral moeten richten op de vraag hoe groot het te bereiken effect is onder de omstandigheden zoals die in de praktijk bestaan, en op de vraag hoe de interventie in de praktijk het beste kan worden geïmplementeerd. Daarnaast zal in een dergelijk onderzoek – dat plaats zal vinden met grotere aantallen proefpersonen dan de experimentele studies – ook kunnen worden gekeken naar de effecten op de mobiliteit en zelfredzaamheid.

Een voorstel voor een dergelijk implementatie-onderzoek is, samen met de andere twee projecten binnen het programma "ontwikkeling van interventieprogramma's ten behoeve van ouderen met een chronische ziekte en/of lichamelijke beperkingen" begin 1998 uitgewerkt en ingediend bij het preventieprogramma van ZorgOnderzoek Nederland. Helaas werd dit voorstel niet voorgedragen voor financiering. Er wordt overwogen een hernieuwde aanvraag in te dienen voor een demonstratiestudie (proefimplementatie) uitsluitend gericht op implementeren van het huidige trainingsprogramma, en met weglating van de meer generalistische vraagstelling met betrekking tot implementatie. Een deel van de beslissingen over hoe een dergelijke proefimplementatie er dient uit te zien, hangt af van de praktische omstandigheden op het moment dat de proefimplementatie daadwerkelijk wordt voorbereid. Hierover kan pas besloten worden wanneer concreet gewerkt gaat worden aan het opzetten van een proefimplementatie. De ervaring met de eerdere aanvraag is namelijk dat het moeilijk is veldorganisaties gedurende langere tijd enthousiast te houden wanneer hen op korte termijn geen duidelijkheid kan worden geboden over het al dan niet doorgaan van een

project. Hieronder worden daarom vooral de hoofdlijnen en beslispunten ten aanzien van een dergelijke demonstratiestudie (proefimplementatie) geschetst.

4.1 Hoofdlijnen van een implementatieprogramma

Voor de uitvoering van het quadricepsprogramma moeten de volgende drie functies uitgevoerd worden: regie-functie; opsporingsfunctie: het opsporen van de doelgroep (personen met een quadricepskracht lager dan 50 Nm) en hen adviseren deel te nemen aan het programma en uitvoeringsfunctie: het aanbieden van het oefenprogramma.

Deze drie functies kunnen door één organisatie, maar ook door twee of drie verschillende worden uitgevoerd. Er is een aantal gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van organisaties en/of deskundigen uit het veld over de mogelijkheden. Hieronder wordt een aantal overwegingen over mogelijke organisaties op een rij gezet.

4.1.1 Regiefunctie

De trekker van de uitvoering van een demonstratieproject zal de regievoerende instantie moeten zijn. Deze zal zich contractueel moeten verplichten het programma uit te (laten) voeren volgens de specificaties van degenen die het programma hebben ontwikkeld. Bij voorkeur zou het een instelling moeten zijn die in staat is dit programma in een volgend stadium ook landelijk te implementeren. In aanmerking komt iedere instelling die het uitvoeren van tertiaire preventie tot haar taak rekent. Omdat dit een project is op het raakvlak van secundaire preventie, tertiaire preventie en revalidatie, kunnen veel organisaties zich hiertoe aangesproken voelen. In het kader van dit project is gedacht aan de GGD'en, de thuiszorg en (de koepel van) gezondheidscentra.

GGD'en

Ouderenbeleid is een speerpunt bij een groot aantal GGD'en. Een project als dit zou hierbinnen goed passen. GGD'en zijn zelfstandig in het kiezen van uit te voeren projecten. Dit betekent dat bij landelijke implementatie iedere GGD afzonderlijk voor deelname zou moeten kiezen, en de regiefunctie binnen de regio op zich zou nemen. De landelijke koepel van GGD'en, de LVGGD heeft als primaire taak de collectieve, bedrijfsmatige belangen van GGD'en te behartigen. Daaronder valt ook het stimuleren en faciliteren van innovatieve activiteiten. Een trekkersfunctie zoals hier wordt gezocht, gaat echter verder dan stimuleren en faciliteren en lijkt daarom niet automatisch binnen de functie van de LVGGD te passen.

Thuiszorg

De regiefunctie kan worden vervuld door de afzonderlijke thuiszorgorganisaties, maar ook door Gezondheidsservice Nederland (GSN, een private organisatie die werkt voor 80% van de thuiszorginstellingen). GSN is in principe potentieel geïnteresseerd in het vervullen van een dergelijke landelijke regiefunctie. Met name het organiseren van de uitvoeringsfunctie pas goed binnen het door hen aangeboden preventiepakket.

Gezondheidscentra

Bij gezondheidscentra zijn zowel huisartsen (opsporingsfunctie) als fysiotherapeuten (uitvoeringsfunctie) in dienst. Zij zouden daarom ook een goede kandidaat zijn voor de regiefunctie. De landelijke koepel van gezondheidscentra is potentieel geïnteresseerd in het stimuleren van dergelijke activiteiten bij de leden.

4.1.2 Opsporingsfunctie

Opsporing kan plaatsvinden op verschillende manieren:

1. Systematisch screenen van de hele oudere bevolking (of deelgroepen) in het kader van bevolkingsonderzoek. Het voordeel van deze benadering is dat het bereik van de screening maximaal is. Het nadeel is dat deze aanpak ook zeer kostbaar is, tenzij een combinatie met andere screeningsactiviteiten mogelijk is (bijvoorbeeld in het kader van een preventief huisbezoek aan ouderen).
2. Systematisch screenen van de oudere bevolking die bij bepaalde zorgverleners komt (huisarts of thuiszorg). Het voordeel van deze benadering is dat het bereik van doelgroep bijna maximaal is (immers, veel kwetsbare ouderen bezoeken regelmatig de huisarts of ontvangen thuiszorg). Het nadeel van een dergelijke benadering is dat het veel inspanning zal vereisen de hulpverleners ervan te overtuigen dat ze een programmatisch aanpak moeten volgen.
3. Het selectief werven van personen via oproepen in de media. Het voordeel van deze methode is dat hij eenvoudig te implementeren en relatief goedkoop is. Het nadeel is dat maar een deel van de doelgroep wordt bereikt.

Het type screening bepaalt welke organisaties het meest geschikt zijn voor het uitvoeren van de opsporing. Wanneer gedacht wordt aan bevolkingsonderzoek, zijn de GGD'en een goede kandidaat. Bevolkingsonderzoek lijkt echter niet de eerste keus, omdat het relatief kostbaar is, tenzij een combinatie met andere, bestaande activiteiten mogelijk is.

Bij de tweede wijze, het screenen via zorgverleners, wordt gedacht aan de thuiszorg en de huisarts. Daarnaast heeft Gezondheidsservice Nederland plannen voor individuele advisering aan cliënten, waarbinnen een dergelijke screening zou passen. De mogelijkheden van aanpak via zorgverleners in de thuiszorg zijn op dit moment nog niet volledig in kaart gebracht. De hulpverleners in deze sector zijn op dit moment reeds zwaar belast, en mogelijkheden voor deelname aan experimenten zijn daarom beperkt.

De derde manier van opsporing, het selectief werven via de media, is voor vele organisaties een mogelijkheid. Dit zal meestal gebeuren door de regievoerende organisatie zelf.

Het meest efficiënt lijkt mogelijkheid twee, screening via zorgverleners. Hiervoor moet echter een beroep worden gedaan op reeds zwaar belaste beroepsgroepen. In de eerste plaats zijn dat de huis-

artsen. Recentelijk is een onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van periodiek onderzoek onder ouderen in de huisartspraktijk (43). Uit dit onderzoek bleek dat de huisartsen het uitvoeren van periodiek onderzoek een zware belasting voor de praktijkorganisatie vonden. Slechts éénderde van de huisartsen zou meewerken aan een dergelijk onderzoek (dat wel uitgebreider is dan alleen een screening op verminderde quadricepsfunctie) wanneer het landelijk zou worden ingevoerd. De huisartsen zouden ervoor kiezen de organisatie en uitvoering van een periodiek screeningsonderzoek door de praktijkassistente te laten verrichten. Een conclusie van dit onderzoek is daarom dat een belangrijke factor bij de haalbaarheid van screening van ouderen in de huisartspraktijk een adequate ondersteuning door de praktijkassistente is. Daarnaast zijn belangrijke knelpunten de twijfel van huisartsen over het nut van preventie en het gebrek aan adequate vergoeding voor preventieve taken. Op dit moment is er door de landelijk huisartsenorganisaties voor gekozen om prioriteit te geven aan preventieve activiteiten rond influenzavaccinatie en de preventie van hart- en vaatziekten (in het kader van het project "Preventie Maatwerk"). Op dit moment lijkt het starten van een project binnen de reguliere huisartsenzorg daarom niet opportuun. Bij de gezondheidscenra is daarentegen wel belangstelling voor dit type programma. Bovendien hebben zij ook mogelijkheden voor het uitvoeren van de trainingsprogramma's, door de aan hen verbonden fysiotherapeuten.

Tot slot zou screening zou ook onderdeel uit kunnen maken van de ergotherapeutische advisering in het kader van de WVG (Wet voor gehandicapten).

Concluderend kan gezegd worden dat het de taak van de regievoerende organisatie is om uit te maken of, en zo ja met welke instanties en organisaties zij in zee gaat voor het uitvoeren van de opsporingsfunctie.

4.1.3 Aanbieden van een spierversterkend programma

Hiervoor kan een aparte organisatie worden ingeschakeld (bijvoorbeeld Fit!vak, fysiosport, voormalige AFP-centra (nu 'de gezonde zaak'). Het is ook mogelijk dat de organisatie die de regie voert zelf fysiotherapeuten inhuurt en laat trainen. Ook hier geldt dat het de taak van de regievoerende organisatie is om uit te maken of, en zo ja met welke uitvoerende instantie zij in zee gaat.

Samenvattend zijn er vele mogelijkheden om het programma te implementeren. Welke in de praktijk gekozen wordt, zal voor een deel afhangen van de omstandigheden (welke organisaties zijn op dat moment in staat hieraan mee te werken).

Behalve een demonstratiestudie van het ontwikkelde programma voor zelfstandig wonende ouderen, wordt ook gedacht aan het gebruiken van het programma bij bewoners van verzorgingshuizen. Het onderzoek in de eerste fase liet zien dat personen met een lage quadricepskracht vooral in verzorgingshuizen te vinden zijn. In een breder kader van ontwikkeling van activiteiten voor bewoners van verzorgingshuizen wordt ook gedacht aan het uittesten van het quadricepsversterkende oefenprogramma bij deze doelgroep. Daarnaast vormt het trainingsprogramma ook een

onderdeel van een project ter voorkoming van valongevallen bij ouderen, dat recentelijk werd ingediend bij ZON.

4.2 Financiële aspecten

Voordat implementatie van het programma kan plaatsvinden, dient uiteraard eerst de financiering geregeld te worden. Het ligt voor de hand financiering van ten minste het uitvoeringsdeel te laten plaatsvinden door de ziektekostenverzekeraars. Onderdeel van een demonstratieproject is ook het onderzoeken van de mogelijkheden voor een dergelijke financiering.

4.3 Samenvatting

Vervolgonderzoek zal zich moeten richten op de vraag hoe groot het te bereiken effect is onder de omstandigheden zoals die in de praktijk bestaan, en op de vraag hoe de interventie in de praktijk het beste kan worden geïmplementeerd (inclusief de vraag naar toekomstige financiering). Binnen de Nederlandse gezondheidszorg is het programma inpasbaar op veel verschillende plaatsen, en bestaat er ook op verschillende plaatsen interesse voor toepassing.

5 Referenties

1. Larsson L. Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(3):203-6.
2. Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 1990;69(5):1725-33.
3. Rogers MA, Evans WJ. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc Sport Sci Rev* 1993;21:65-102.
4. Aniansson A, Sperling L, Rundgren Å, Lehnberg. Muscle function in 75-years-old men and women, a longitudinal study. *Scand J Rehab Med, suppl* 1983;(9):92-102.
5. Åstrand P-O, Rodahl K. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. 3rd ed ed. New York: McGraw-Hill, 1986;
6. Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing* 1994;23(5):371-7.
7. Stamford BA. Exercise and the elderly. *Exerc Sport Sci Rev* 1988;16:341-79.
8. Bassey EJ, Bendall MJ, Pearson M. Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci* 1988;74(1):85-9.
9. Svanborg A. A medical-social intervention in a 70-year-old Swedish population: is it possible to postpone functional decline in aging? <None Specified> 1997;
10. Ehrlsam R, Aeschlimann A. [Muscle strength training in old age] Training der Muskelkraft im Alter. *Orthopäde* 1994;23(1):65-75.
11. Rantanen T. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:1439-45.

12. Hyatt RH, Whitelaw MN, Bhat A, Scott S, Maxwell JD. Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing* 1990;19(5):330-6.
13. Laukkanen P, Era P, Heikkinen RL, Suutama T, Kauppinen M, Heikkinen E. Factors related to carrying out everyday activities among elderly people aged 80. *Aging Clin Exp Res* 1994;6(6):433-43.
14. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age Ageing* 1994;23(2):132-7.
15. Judge JO, Schechtman K, Cress E. The relationship between physical performance measures and independence in instrumental activities of daily living. *J Am Geriatr Soc* 1996;44:1332-41.
16. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Maximal isometric knee extension strength and stair-mounting ability in 75- and 80-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med* 1996;28:89-93.
17. Satariano WA, DeLorenze GN, Reed D, Schneider EL. Imbalance in an older population: an epidemiological analysis. *J Aging Health* 1996;8(3):334-58.
18. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64(3):1038-44.
19. Hartigan C, Persing JA, Williamson SC, et al. An overview of muscle strengthening. *J Burn Care & Rehabil* 1989;10(3):251-7.
20. Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol* 1991;70(5):1912-6.
21. Grimby G, Aniansson A, Hedberg M, Henning GB, Grangard U, Kvist H. Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84- yr-old men. *J Appl Physiol* 1992;73(6):2517-23.

22. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc* 1993;41(3):205-10.
23. Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol* 1993;48:77-83.
24. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people [see Comment in: *N Engl J Med* 1994 Jun 23;330(25):1819-20]. *N Engl J Med* 1994;330(25):1769-75.
25. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, Harsha DM, Edwards JE. Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol* 1994;69(4):316-20.
26. Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(6):648-52.
27. Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc* 1995;43(10):1081-7.
28. Skelton DA, McLaughlin AW. Training functional ability in old age. *Physiotherapy* 1996;82(3):159-67.
29. Perkins LC, Kaiser HL. Results of short term isotonic and isometric exercise programs in persons over sixty. *Phys Ther Rev* 1900;41(9):633-5.
30. Pyka G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol* 1994;49(1):M22-M27
31. Chamberlain MA, Care G, Harfield B. Physiotherapy in osteoarthritis of the knees: a controlled trial of hospital versus home exercises. *Int Rehab Med* 1982;4(2):101-6.

32. Kreindler H, Lewis CB, Rush S, Schaefer K. Effects of three exercise protocols on strenght of persons with osteoarthritis of the knee. *Top Geriatr Rehabil* 1989;4(3):32-9.
33. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, Calkins E. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(6):367-74.
34. Fisher NM, Gresham GE, Abrams M, Hicks J, Horrigan D, Pendergast DR. Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knees. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(8):840-7.
35. Fisher NM, Kame VDJr, Rouse L, Pendergast DR. Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 1994;73(6):413-20.
36. Fisher NM, Pendergast DR. Effects of a muscle exercise program on exercise capacity in subjects with osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(7):792-7.
37. Judge JO, Whipple RH, Wolfson LI. Effects of resistive and balance exercises on isokinetic strength in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1994;42(9):937-46.
38. Mulrow CD, Gerety MB, Kanten D, et al. A randomized trial of physical rehabilitation for very frail nursing home residents [see comment in: *JAMA* 1994 Jun 8;271(22): 1740-1. Comment in: *ACP J Club* 1994] Jul-Aug;121 Suppl 1:15. *JAMA* 1994;271(7):519-24.
39. Berg WP, Lapp BA. The effect of a practical resistance training intervention on mobility in independent, community-dwelling older adults. *J Aging Phys Activity* 1998;6:18-35.
40. Boshuizen HC, Miedema MC, Staats PGM. Haalbaarheidsstudie interventieonderzoek "screening en training van de quadricepsfunctie"; verslag van de eerste fase. Leiden. TNO Preventie en Gezondheid. 1995; 95.084.
41. Ferrucci L, Guralnik JM, Buchner D, et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52(5):M275-85.

42. Nutbeam D, Smith C, Catford J. Evaluation in health education. A review of progress, possibilities, and problems. *J Epidemiol Community Health* 1990;44:83-9.
43. Eekhof JAH. Preventief onderzoek van ouderen in de huisartspraktijk POOH; eindverslag voor het Praeventiefonds. Leiden. TNO Preventie en Gezondheid/Rijksuniversiteit Leiden, vakgroep Huisartsgeneeskunde en Verpleeghuisgeneeskunde. 1997;
44. Roebroek ME. Clinical assessment of muscle function with a computer-assisted hand-held dynamometer Vrije Universiteit Amsterdam; 1994; 1 p.
45. Bohannon RW. Hand-held compared with isokinetic dynamometry for measurement of static knee extension torque (parallel reliability of dynamometers). *Clin Phys Physiol Meas* 1990;11(3):217-22.

Bijlage 1

ONTWIKKELING VAN EEN KRACHTTRAININGS- PROGRAMMA VOOR OUDEREN TER VERSTER- KING VAN DE M. QUADRICEPS FEMORIS

verschenen in:

Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie 1998;6(108):148-154.

ONTWIKKELING VAN EEN KRACHTTRAININGSPROGRAMMA VOOR OUDEREN TER VERSTERKING VAN DE M. QUADRICEPS FEMORIS

MH Westhoff, S de Loor, MC Miedema en HC Boshuizen

Samenvatting

Achtergrond en doelstelling

De kracht van de M. quadriceps femoris (verder genoemd quadriceps) is een belangrijke determinant van het lichamelijk functioneren bij ouderen. Een verminderde kracht van de quadriceps gaat bij ouderen samen met beperkingen in het dagelijkse functioneren, onder andere bij het lopen, traplopen en opstaan uit een stoel. Het is de vraag of door het trainen van de quadriceps, de kracht en eveneens het lichamelijk functioneren van ouderen kunnen worden verbeterd. Hiertoe heeft TNO Preventie en Gezondheid met financiën van het Praeventiefonds een specifiek krachttrainingsprogramma ontwikkelt.

Methode

Het krachttrainingsprogramma is aangeboden aan 65-plussers met een verminderde quadricepsfunctie of met problemen bij het opstaan uit een stoel. Onderzocht is of met het trainingsprogramma een krachtstoename van minimaal 20% kon worden bereikt en of daarnaast het lichamelijk functioneren verbeterde. Het lichamelijk onderzoek vóór en na afloop van het programma bestond uit het meten van de isometrische kracht van de quadriceps, het meten van de beweeglijkheid van de knie en het afnemen van een aantal functionele testen (lopen, traplopen, opstaan uit een stoel en statische balans). Tevens is met behulp van een vragenlijst de invloed van het programma op de mate van zelfredzaamheid onderzocht.

Resultaten

In totaal hebben 15 ouderen aan het onderzoek deelgenomen en haakten 4 personen vroegtijdig af. De gemiddelde leeftijd was bijna 80 jaar. De isometrische kracht van de quadriceps nam statistisch significant toe met gemiddeld 17% [95% BI 8; 26%]. Daarnaast verbeterden de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen, beweeglijkheid van het kniegewricht en de statische balans. Ten aanzien van de andere functionele testen en de zelfredzaamheid kon geen statistisch significant effect worden aangetoond. De deelnemers ervoeren tijdens en na afloop van het programma vooruitgang: men kon makkelijker opstaan uit een bed, een auto in- en uitstappen, opstaan uit een stoel, etc.

Conclusie en Discussie

De belangrijkste conclusie van deze studie is dat met het huidige krachttrainingsprogramma de kracht te trainen is, maar dat de kans klein is dat de streefwaarde van 20% krachtstoename zal worden gehaald. De belangrijkste oorzaak lijkt een gebrek aan individuele trainingsopbouw van

het krachttrainingsprogramma. Daarnaast lijken de matige verbeteringen toe te schrijven aan een hoge mate van zelfredzaamheid van de deelnemers voor de start van het programma. Tevens is het aantal mensen in de studie gering waardoor verbeteringen van functionaliteit en zelfredzaamheid minder goed zijn aan te tonen. Mede gezien de positieve subjectieve belevingen van de deelnemers, wordt aanbevolen om het krachttrainingsprogramma aan te passen en op werkzaamheid te onderzoeken in een gecontroleerde studie bij een groep ouderen die in hogere mate tot de risicogroep behoort.

Summary

Aim

To describe the effects of a muscle strength training programme involving people aged 65 years and older with a decreased function of the M. quadriceps Femoris (quadriceps). The aim of the training programme was to increase isometric strength of the quadriceps by at least 20% and to increase functional abilities.

Method

The isometric strength of the quadriceps was measured before and after the training programme. Functional abilities were tested with a stair walking test, a 20-metre corridor walk, a 'Timed-up and go' test, a static balance test, and by measuring the range of motion of the knee. Participants completed a questionnaire on disabilities in the area of ADL (Activities of Daily Living) and IADL (Instrumental Activities of Daily Living).

Results

Eleven participants, aged between 71 and 88 years (mean age 79.7 years), completed the study. After completion of the training programme, the isometric strength of the quadriceps was statistically significantly increased by 17% (95% CI 8; 26%), but the criterion for a 20% improvement was not reached. Time to rise from a chair and walk 3 metres, range of motion of the knee and static balance were also improved, but other functional abilities and the ADL/IADL ability were not improved statistically significant. All participants said they experienced positive effects of training, such as greater ease in getting out of bed, getting in and out of a car, and getting up from a chair.

Conclusion

The conclusion of this pilot study is that the strength training programme used can improve the isometric strength of the quadriceps in elderly people, but that the improvement in strength was less than 20%, the percentage aimed at in this study. The results should be regarded with caution because of the small sample size. A greater improvement might be seen if the training programme is tailored to an individual need. As the subjective effects of the strength training programme were promising, we recommend that a tailor-made training programme should be devel-

oped and assessed in a controlled trial in people aged 65 years and older with an isometric strength of the quadriceps of less than 50 Nm.

Inleiding

Uit een aantal cross-sectionele onderzoeken blijkt dat de kracht van de quadriceps een belangrijke determinant is van lichamelijke beperkingen bij ouderen (1- 5) zoals bij het traplopen, lopen en opstaan uit een stoel. In het algemeen vindt tot het dertigste levensjaar een toename plaats van spierkracht; dit blijft min of meer constant tot het vijftigste jaar en daarna neemt de spierkracht af (6-8). Uit studies bij 65-plussers blijkt dat de maximale isometrische kracht (spierkracht geleverd terwijl de spier niet van lengte verandert) van de knie-extensoren afneemt met een percentage van één tot twee procent per jaar (9-12). In een studie van Skelton et al (12) wordt bij 100 'gezonde' ouderen (65-89 jaar) bij vrouwen in de jongste leeftijdsgroep een isometrische kracht van de quadriceps van gemiddeld 290 N (± 100 Nm) gevonden, en in de oudste leeftijdsgroep gemiddeld 194 N (± 65 Nm). Voor mannen trof men waarden aan van respectievelijk gemiddeld 432 N (± 130 Nm) en 305 N (± 90 Nm).

Krachtsvermindering bij ouderen zou in het algemeen voor 30 tot 40% toe te schrijven zijn aan verouderingsprocessen (13). Het overige verlies is te wijten aan andere factoren zoals een algemeen verminderde lichamelijke activiteit (14-17), aandoeningen van het zenuw- of het spierskeletstelsel of een tekort aan voedingsstoffen (13, 14, 18).

Uit interventiestudies bij ouderen, die niet geselecteerd zijn op het hebben van een bepaalde aandoening en waarbij (al dan niet gericht) de quadricepsfunctie werd getraind, blijkt dat het trainen van de quadriceps meestal leidt tot een krachtstoename en een verbetering van het lichamenlijk functioneren (19-30). In deze studies (gedeeltelijk gerandomiseerd en gecontroleerd) wordt een krachtstoename van 5% tot meer dan 150% gevonden. De hoge krachtstoename van meer dan 150% werd gevonden in een gerandomiseerde, gecontroleerde studie bij fragiele ouderen die in een verpleeghuis wonen (25). Zowel met isokinetische oefeningen (19, 23, 26) als met isometrische oefeningen (22, 28, 29) wordt krachtstoename gevonden. Voor de duur van het totale trainingsprogramma geldt dat zowel trainingsprogramma's met een duur van 6 tot 12 weken (21, 25) als programma's met een duur van 24 tot 52 weken (31, 32) in staat zijn om de spierkracht te verbeteren. De frequentie van de oefenprogramma's is meestal 2 tot 3 keer per week (19, 23, 25, 26, 28, 29). Training-geïnduceerde verbeteringen treden ook op bij ouderen met een chronische aandoening zoals artrose (33- 39). Er zijn echter ook studies waarin geen of slechts weinig effect op krachtstoename wordt gevonden (40, 41). In de eerstgenoemde studie was het oefenprogramma echter niet specifiek gericht op krachttraining van de bovenbenen en in de tweede studie was de onderzoeksgroep een groep zeer gezonde ouderen.

Als gevolg van de huidige demografische trends (zogenoemde 'vergrijzing') en de toegenomen levensverwachtingen zal het aantal ouderen oplopen tot 2,5 miljoen 65-plussers in het jaar 2030 (42). In verband met de druk op de zorgvoorzieningen is het van belang dat ouderen zo lang mogelijk zelfstandig kunnen blijven functioneren. Ouderen kunnen in een vicieuze cirkel raken: door een verminderde spierfunctie is men tot minder in staat, waardoor men minder actief wordt.

Daardoor zal de spierkracht nog meer zal afnemen, etc. Door het trainen van de quadriceps zou deze vicieuze cirkel doorbroken kunnen worden. Op die manier zou een krachttrainingsprogramma indien effectief gebleken, kunnen bijdragen aan de zelfredzaamheid van ouderen.

In 1995 is TNO Preventie en Gezondheid te Leiden gestart met een haalbaarheidsstudie 'screening en training van de quadricepskracht'. Uit deze haalbaarheidsstudie (43) zijn aanwijzingen naar voren gekomen dat ouderen verschillende lichamelijke activiteiten niet meer kunnen uitvoeren als gevolg van het verminderen van de quadricepskracht. In 1996 is naar aanleiding van de haalbaarheidsstudie een eerste pilotstudie gestart. Het doel van deze pilotstudie was een krachttrainingsprogramma te ontwikkelen voor ouderen met een verminderde spierkracht, waarmee de kracht van de quadriceps met minimaal 20% wordt verhoogd en het lichamelijk functioneren daardoor verbetert. Minimaal 20% krachtstoename lijkt bij ouderen met een verminderde kracht van de quadriceps haalbaar (25, 28, 30). In de pilotstudie kreeg een groep ouderen van 65 jaar en ouder het krachttrainingsprogramma experimenteel aangeboden. In dit artikel worden de effecten van dit krachttrainingsprogramma op de kracht van de quadriceps en het lichamelijk functioneren beschreven.

Methode

Populatie

Uit een aantal studies blijkt dat een 'harde' drempelwaarde van de kracht van de quadriceps in relatie tot het ontstaan van functionele beperkingen moeilijk is aan te tonen (44, 45). Op basis van de haalbaarheidsstudie (43) is besloten de pilotstudie uit te voeren bij ouderen die minder dan 50 Nm quadricepskracht bezaten of die zelf problemen rapporteerden bij het opstaan uit een stoel. Tevens is op basis van deze studie gekozen om ouderen te werven die woonachtig waren in een serviceflat of aanleunwoning. Het aantal mensen met een verminderde quadricepskracht is in deze woonsituatie groter dan in de 'open' bevolking. Het onderzoek werd niet uitgevoerd bij personen woonachtig in een verzorgingshuis of verpleeghuis aangezien andere hier vaak voorkomende problematiek zoals dementie een optimale uitvoering van het onderzoek zouden kunnen verstoren.

Er is een brief gestuurd aan 300 ouderen (van 55 jaar en ouder) woonachtig in twee serviceflats. In deze brief werd de nadruk gelegd op zelfgerapporteerde problemen bij het opstaan uit een stoel. Deelnemers werden uitgesloten van deelname indien in de medische anamnese (afgenomen door een fysiotherapeut) een ziekte of conditie werd gerapporteerd die door het oefenprogramma negatief kon worden beïnvloed (bijvoorbeeld mensen met een 'open' been, ernstig hartfalen, ernstige neurologische aandoeningen of mensen die korter dan een half jaar geleden een fractuur hadden opgelopen of operatie aan de onderste extremiteit hadden ondergaan).

Onderzoeksdesign

In het onderzoek werd aan gerekruteerde ouderen in twee serviceflats een krachttrainingsprogramma experimenteel aangeboden. Een voormeting en een nameting werden in beide groepen uitgevoerd. Na bepaling of beide groepen vergelijkbaar zijn qua achtergrondvariabelen en kracht

van de quadriceps werden de effecten van het programma op de kracht van de quadriceps en het lichamelijk functioneren van deze samengestelde groep beschreven.

Meetinstrumenten

Bij de onderzoeksgroep is vóór en na afloop van het trainingsprogramma een lichamelijk onderzoek afgenomen door twee fysiotherapeuten. De fysiotherapeuten ontvingen een instructie in het geprotocolleerd uitvoeren van het onderzoek. De metingen werden in de week vóór de start en in de week na afloop van het programma uitgevoerd. Voor de start van het onderzoek werd een toestemmingsformulier ingevuld (informed consent). Tevens werd aangegeven dat men te allen tijde (vanwege pijn of om een andere reden) een bepaalde test kon stoppen. In het onderzoek werd een aantal achtergrondgegevens (leeftijd en geslacht) nagevraagd. De fysiotherapeut nam een medische anamnese af gericht op klachten van het bewegingsapparaat (met name gericht op de onderste extremiteit), behandeling door een fysiotherapeut, ondergane medische ingrepen en het gebruik van medicijnen. Verder werd de lichaamslengte (in cm) en het lichaamsgewicht (afgerond op halve kg) gemeten.

Zelfredzaamheid

De zelfredzaamheid werd gemeten met behulp van de GARS (Groningen Activity Restriction Scale)-vragenlijst (46, 47). De GARS-vragenlijst bestaat uit 18 vragen over dagelijkse levensverrichtingen die met een oplopende gradatie van "1=zelfstandig, zonder enige moeite" tot "4= niet zelfstandig, maar met hulp van anderen" kunnen worden gescoord. De somscore van de 18 vragen bepaalt de mate waarin men problemen ondervindt bij het verrichten van activiteiten op verzorgend en huishoudelijk gebied (18=geen beperking tot 72=volledig afhankelijk).

Antropometrie

De lichaamslengte (in cm) en gewicht (afgerond op halve kg) werden gemeten.



Figuur 1 Meting van het maximale isometrische quadricepsmoment met de QUADRISO-tester

Maximale isometrische quadricepskracht

De maximale isometrische kracht van de quadriceps werd in zit gemeten met behulp van de Quadriso-tester (zie figuur 1) in 90° flexie van de heup en knie (48, 49). Na één proefpoging werden voor elk been drie metingen verricht met telkens 30 seconden rust tussen de metingen. De hoogste waarde van de drie metingen gold als eindscore en metingen uitgevoerd met een explosieve krachtstoot werden uitgesloten. Het moment op de knie werd bepaald door deze waarde te vermenigvuldigen met de vaste momentsarm van 0.35 m. Om het verloop van de krachtstoename van de m. quadriceps femoris te meten werd de kracht tevens halverwege het programma gemeten.

Beweeglijkheid van de knie

De beweeglijkheid van het kniegewricht (flexie en extensie) werd gemeten in zit met behulp van een kunststof goniometer (Gymna, KUM-onit, Duitsland) in graden en afgerond op 1 decimaal. Een actieve flexie- en extensiebeweging werd uitgevoerd, omdat deze manier van meten het beste aansluit bij de benodigde beweeglijkheid in het dagelijkse leven (50). Tevens is deze manier van meten praktisch goed uitvoerbaar en in meerdere onderzoeken beschreven (51, 52). Na één proefbeweging werden drie metingen verricht, waarvan het gemiddelde als eindscore is genomen. Tenslotte werd een aantal functionele testen uitgevoerd.

Functionele testen

Traplooptest. De deelnemers werd gevraagd om 7 treden op en 7 treden af te lopen. De benodigde tijd voor het afzonderlijk op- en aflopen van de trap werd gemeten in seconden en afgerond op 1 decimaal;

20 meter-looptest. De deelnemers werd gevraagd om in een voor de persoon comfortabel tempo 10 meter te lopen tot een gemarkeerd punt, om te draaien en weer terug te lopen. De benodigde tijd om de totale 20 meter te lopen, werd gemeten in seconden en afgerond op 1 decimaal (53);

Timed-up and go test. De deelnemers werd gevraagd om op te staan uit een stoel, 3 meter te lopen tot een gemarkeerd punt, om te draaien, terug te lopen en weer plaats te nemen op de stoel. De benodigde tijd van het moment van opstaan tot het moment van weer zitten, werd gemeten in seconden en afgerond op 1 decimaal (54);

Balanstest. De deelnemer werd gevraagd om zonder steun 10 seconden in balans te blijven met drie verschillende standen van de voeten: parallel-, semi-tandem- en tandemstand (55). Een totale score werd berekend op basis van correct uitgevoerde posities.

Krachttrainingsprogramma

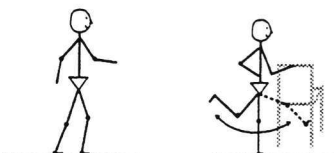
Op basis van de literatuur werd een oefenprogramma samengesteld. Het programma moest daarbij aan de volgende praktische criteria voldoen:

- makkelijk uit te voeren zowel onder begeleiding als thuis;
- een beperkt aantal oefeningen;
- eenvoudig aan te leren.

De duur van het krachttrainingsprogramma was tien weken, waarbij twee keer in de week onder begeleiding van een fysiotherapeut en één keer zelfstandig thuis werd geoefend. Het programma (zie tabel 1) bestond uit een warming-up (vijf minuten), tien specifieke oefeningen met nadruk op de quadriceps (twintig minuten) en een cooling down (vijf minuten). De tien oefeningen waren zowel statisch als dynamisch van aard en werden in verschillende uitgangshoudingen (zit en stand) uitgevoerd. Bij elke oefensessie werden de oefeningen op dezelfde wijze en in dezelfde volgorde uitgevoerd. De intensiteit werd volgens een vast schema voor alle deelnemers in de tien weken opgevoerd (week één en twee: één set van vijf herhalingen per oefening, week drie en vier: twee sets van vijf en van vijf tot en met week tien: drie sets van vijf). Na vijf herhalingen werd van been gewisseld en na elke set werd enkele minuten rust gehouden.

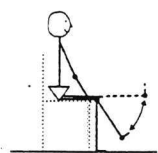
Tabel 1: Oefeningen van het krachttrainingsprogramma voor de quadriceps

Warming-up



Hoofd oefenprogramma gericht op de M. quadriceps

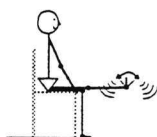
1.



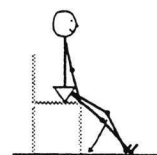
2.



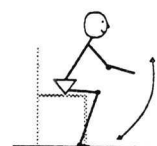
3.



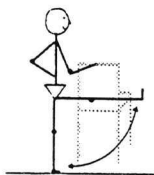
4.



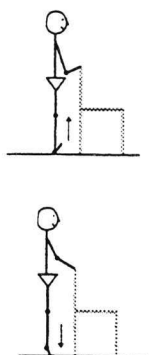
5.



6.



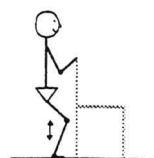
7.



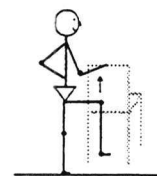
8.



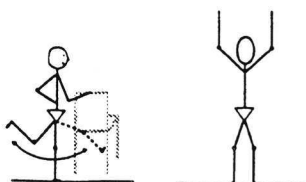
9.



10.



Cooling down



De deelnemers kregen bij de start van het programma een bundel waarin alle oefeningen met uitleg en illustraties stonden beschreven, zodat zij ook thuis zelfstandig het programma konden uitvoeren. Daarnaast werd de deelnemers gevraagd in een oefendagboek bij te houden hoe vaak zij de oefeningen deden. Van de personen die het gehele programma volgden, werd de oefentrouw geregistreerd met behulp van de ingeleverde oefendagboeken en de presentielijst van de fysiotherapeut.

Analyses

Verschillen in achtergrondvariabelen en kracht van de quadriceps vóór de start van het programma zijn vergeleken tussen personen afkomstig uit de twee serviceflats (t-test). Deze twee groepen werden verder als één onderzoeksgroep beschouwd. Het verschil in de testcores vóór en na het programma van variabelen gemeten met een ratio-meetschaal is getoetst met een gepaarde t-toets. Voor de variabelen gemeten met een ordinale meetschaal is het verschil met een Wilcoxon-toets voor gepaarde waarnemingen getoetst. Aangezien een verbetering in kracht en functionele taken werd verwacht, is eenzijdig getoetst met een overschrijdingskans van $p < 0.05$. Tevens is voor het percentage verschil in de testcores vóór en na het programma het 95%-betrouwbaarheidsinterval (BI) weergegeven.

Resultaten

In totaal hebben zich 16 personen opgegeven voor het onderzoek. De 16 personen waren afkomstig uit twee verschillende serviceflats waar afzonderlijk het krachttrainingsprogramma werd gegeven. Op voorhand was geen statistisch significant verschil aantoonbaar tussen de personen afkomstig uit de twee serviceflats betreffende de achtergrondvariabelen leeftijd, lengte, geslacht alsmede in de kracht van de quadriceps; beide groepen konden als één onderzoeksgroep worden beschouwd.

Tabel 2 Beschrijving achtergrondvariabelen en kracht van de quadriceps van de onderzoeksgroep en de uitvallers gedurende het programma (gemiddelde en standaarddeviatie)

	voormeting deelnemers (n=11)	voormeting uitvallers (n=4)	p-waarde* (2-zijdig)
geslacht**	8 ♀ / 3 ♂	3 ♀ / 1 ♂	0.95
leeftijd (jaren)	79.7 (8.3)	83.8 (5.6)	0.65
lengte (cm)	163 (9)	161 (19)	0.20
gewicht (kg)	68.0 (11.4)	67 (13)	0.86
kracht M. quadriceps (Nm)***	84.0 (38.8)	68.8 (25.5)	0.13

* = verschil deelnemers en uitvallers op voormeting (t-test; significant $p < 0.05$)

** = Fisher toets voor onafhankelijke waarnemingen (exact)

*** = maximale isometrische kracht M. Quadriceps gemiddeld over het linker- en rechterbeen

Voordat het onderzoek startte, is één persoon uitgevallen (persoonlijke reden) en tijdens het programma zijn nog eens vier mensen gestopt. De reden voor uitval was ziekte (n=1), opname in het ziekenhuis (n=1), verzorging partner (n=1) of zich 'fysiek te goed' voelen voor het programma (n=1).

Alhoewel niet statistisch significant aantoonbaar, bleken deze vier personen wat ouder te zijn en mogelijk hiermee samenhangend gemiddeld een lagere quadricepskracht te hebben (zie tabel 2). In totaal rondde 11 personen het gehele programma en onderzoek af.

Van deze 11 personen die allen problemen bij het opstaan uit een stoel rapporteerden, bleken 2 personen een lagere aanvangskracht dan 50 Nm te bezitten. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 79.7 jaar (71 - 88 jaar). Uit de medische anamnese bleek dat de meeste deelnemers in mindere of meerdere mate klachten hadden aan het bewegingsapparaat. Genoemd werden klachten aan de knie (n=3), lage rugklachten (n=3) en klachten aan de heup (n=1). Daarnaast gaf men aan voor visusproblemen (n=4) en problemen van het hart- en vaatstelsel (n=5) een specialist te bezoeken en medicatie te gebruiken. In tabel 2 worden de achtergrondvariabelen en de quadricepskracht van de deelnemers die het gehele programma volgden en van de uitvallers tijdens het programma weergegeven.

Uit de presentielijst van de fysiotherapeut bleek dat het gemiddeld aantal keren dat onder begeleiding werd geoefend 15 was (van de maximaal 20 keren). Voor thuis werd aangegeven dat gemiddeld iets minder dan 1 keer per week werd geoefend. Aangezien de dagboeken niet consequent werden ingevuld, was de daadwerkelijke oefentrouw thuis moeilijk exact vast te stellen.

Zelfredzaamheid

De gemiddelde score op de GARS-vragenlijst was 19.9 (SD= 3.5). Er werd geen effect van het programma op de zelfredzaamheid van de deelnemers gevonden (tabel 3).

Maximale isometrische quadricepskracht

Tabel 3 laat zien dat na afloop van het oefenprogramma de isometrische kracht van de quadriceps gemiddeld over het linker- en het rechterbeen statistisch significant was toegenomen in vergelijking tot de voormeting. De krachtsvermeerdering was gemiddeld 17% en lag met 95% zekerheid tussen 8% en 26%. Er kan worden berekend dat de kans om meer dan 20% krachtstoename te halen, bij herhaling van het programma in een nieuwe groep 25% is. Figuur 2 laat het individuele krachtsverloop van de 11 deelnemers (gemiddeld over het linker- en rechterbeen) zien. In de eerste helft van het programma werd reeds 72% van de toename na tien weken bereikt; de toename is ten opzichte van de voormeting statistisch significant (1-zijdige $p=0.02$). In de tweede helft van het programma nam de kracht nog wel toe, maar deze stijging was niet statistisch significant.

Tabel 3 Resultaten op de test scores vóór en na afloop van het krachttrainingsprogramma (gemiddelde en standaarddeviatie)

	voormeting (n=11)	nameting (n=11)	p- waarde* (1-zijdig)	verschil voor- en nameting en 95% BI**
Kracht M. quadriceps*** (Nm)	84.0 (38.8)	98.5 (38.7)	p<0.01*	17%[8%; 26%]
Flexie rechts (°)	127.3 (3.8)	132.0 (5.0)	p=0.01*	4%[2%; 6%]
Flexie links (°)	125.5 (5.9)	129.4 (7.5)	p=0.02*	3%[0%; 6%]
Extensie rechts (°)	10.2 (6.6)	4.9 (5.7)	p<0.05*	-52%[-115%; 12%]
Extensie links (°)	12.2 (9.9)	5.4 (4.5)	p=0.02*	-56%[-109%; -3%]
Trap-op (sec)	7.4 (4.0)	6.4 (2.3)	p=0.14	-14%[-40%; 12%]
Trap-af (sec)	8.0 (5.1)	8.8 (3.8)	p=0.79	9%[-15%; 34%]
20 m. looptest (sec)	24.7 (3.6)	22.5 (4.6)	p=0.13	-9%[-25%; 7%]
Timed to get up en go test (sec)	8.0 (3.0)	6.6 (2.7)	p=0.03*	-18%[-37%; 1%]
Balanstest**** (score 0-4)	3.4 (0.7)	3.8(0.4)	p=0.01*	14%[3%; 24%]
GARS**** (score 18-72)	19.9 (3.5)	21.0 (5.3)	p=0.62	6%[-4%; 15%]

* = significant p<0.05

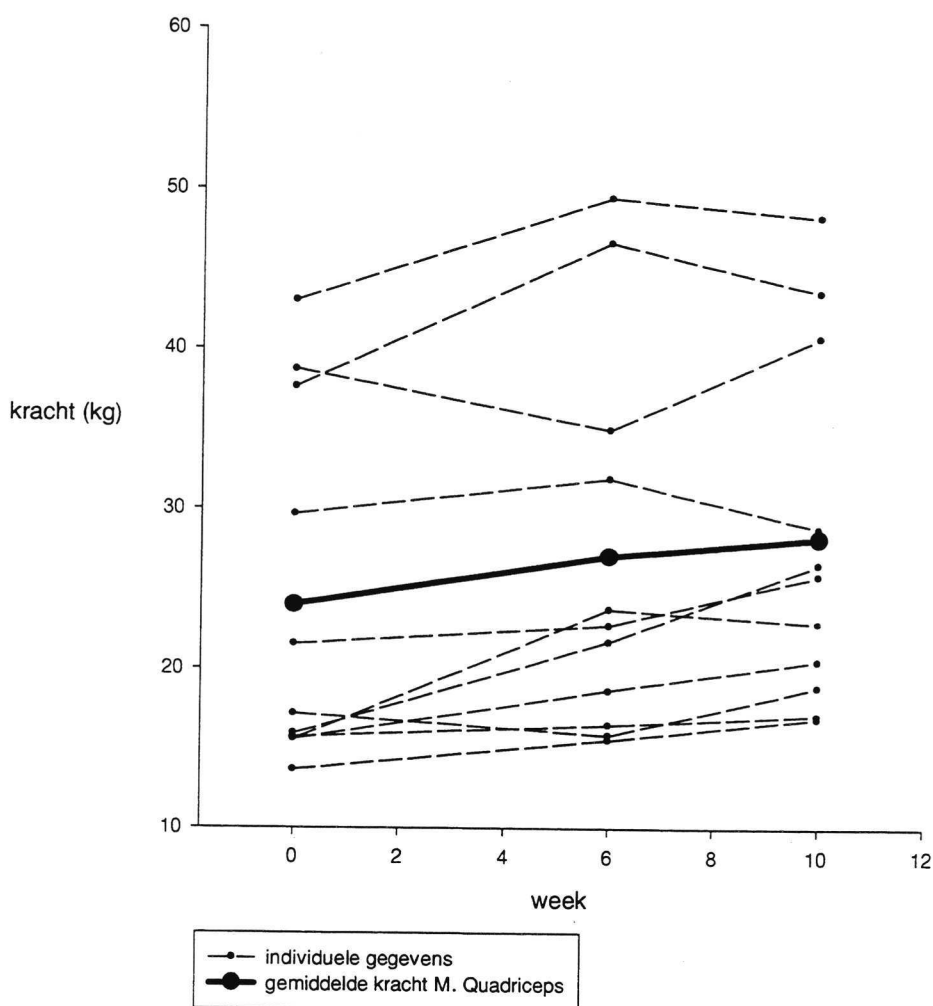
** = verschil en 95% betrouwbaarheidsinterval in percentages weergegeven:

- voor de krachtmetingen, flexie knie en balanstest duidt een positief percentage op een verbetering

- voor de extensie knie, traplooptest, 20 m. looptest, timed to get up and go test en de GARS duidt een negatief percentage op een verbetering

*** = maximale isometrische kracht M. Quadriceps gemiddeld over het linker- en rechterbeen

**** = Wilcoxon toets voor gepaarde waarnemingen



Figuur 2: Individuele krachtstoename gedurende het oefenprogramma

Voor de personen ($n=5$) die een lagere aanvangskracht bezaten dan de mediaan (58.8 Nm: de waarde die door 50% van de groep werd bereikt) werd een beduidend hogere toename gevonden van gemiddeld 36% (95% BI 7; 65%). De kans dat bij herhaling in deze subgroep meer dan 20% krachtstoename wordt behaald, is meer dan 80%.

Functionele testen

Uit tabel 3 is af te lezen dat na afloop van het programma de benodigde tijd voor het oplopen van de trap en 20 meter lopen afnam in vergelijking tot de voormeting, hetgeen echter niet statistisch significant is aan te tonen. Op de balanstest en de 'Timed-up en go test' werd na afloop van het

programma een statistisch significante verbetering ten opzichte van de voormetingen gevonden. Men kon het evenwicht beter bewaren en de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen nam met gemiddeld 18% af. De beweeglijkheid van het kniegewricht nam statistisch significant toe in flexie-richting en in extensie-richting. Voor de deelnemers ($n=5$) die een lagere aanvangskracht bezaten dan de mediaan, bleek het oplopen van de trap een gemiddeld grotere vooruitgang (in tijd) te vertonen in vergelijking met de gehele onderzoeksgroep.

Tot slot is aan de deelnemers gevraagd welke effecten zij van deelname aan het programma ondervonden. Genoemde voordelen waren het gemakkelijker opstaan uit een bed ($n=4$) of gemakkelijker de auto in- en uitstappen ($n=1$), je minder stijf voelen ($n=2$) en beter kunnen lopen ($n=4$).

Conclusies en discussie

Het doel van deze pilotstudie was het ontwikkelen van een krachttrainingsprogramma voor de quadriceps. Er werden effecten verwacht op kracht en lichamelijk functioneren. Ondanks een significante toename van de isometrische kracht van de quadriceps werd de doelstelling van minimaal 20% krachtstoename onvoldoende gehaald. De kans dat bij herhaling van het programma bij een nieuwe groep meer dan 20% krachtstoename wordt gevonden, is slechts 25%. Voor de groep ouderen die een lagere aanvangskracht bezat is dit veel hoger, namelijk meer dan 80%. De beweeglijkheid van het kniegewricht, de statische balans en de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen zijn na afloop van het programma verbeterd. Voor de andere functionele testen kon geen statistisch significante verbetering worden aangetoond. Mogelijke oorzaken van matige effecten zijn het onderzoeksdesign of het krachttrainingsprogramma.

Onderzoeksdesign

In de eerste plaats was in deze pilotstudie het onderzoeks-aantal klein, waardoor de resultaten slechts beperkte informatie opleveren en met voorzichtigheid dienen te worden beschouwd.

De criteria voor deelname aan het onderzoek waren een verminderde kracht van de quadriceps (< 50 Nm) of zelfgerapporteerde problemen bij het opstaan uit een stoel. De uiteindelijke onderzoeksgroep bleek een aanvangskracht van gemiddeld 84 Nm te bezitten. Hoewel alle 11 personen problemen bij het opstaan uit een stoel rapporteerden, bleken slechts 2 personen een aanvangskracht lager dan 50 Nm te bezitten.

De gemiddelde score op de GARS-vragenlijst was 19.9 ($SD= 3.5$). In een populatiestudie (56) met 1158 personen tussen de 75 en 85 jaar werd een gemiddelde score van 26.2 ($SD= 9.3$) gevonden. Bij aanvang hadden de deelnemers van deze studie in vergelijking met deze referentiegroep dus minder problemen met verzorgende en huishoudelijke activiteiten. Het is mogelijk dat er een te sterke en zelfstandige onderzoeksgroep is geselecteerd. Gezien de grotere toename van

de kracht bij minder sterkere ouderen, is de aanbeveling dat in een vervolgstudie alleen personen worden gerekruteerd met een aanvangskracht van de quadriceps lager dan 50 Nm.

Een andere oorzaak zouden leer- en motivatie-effecten bij het testen kunnen zijn (57). Enerzijds zou door de ervaring na de voormeting het testen bij de nameting beter kunnen gaan (leereffecten), anderzijds zou ook door herhaling verveling kunnen optreden (motivatie-effecten). De richting van deze effecten is niet duidelijk. Om verstorende variabelen als leer- en motivatie-effecten uit te sluiten, dient een gecontroleerde studie (met controlegroep die geen oefenprogramma ontvangt) te worden uitgevoerd.

Een ander punt is dat tijdens het onderzoek een aantal deelnemers zijn uitgevallen. Aangezien deze uitvallers aan het programma niet deelnamen aan de verdere metingen, konden geen intenti-on to treat analyse worden uitgevoerd.

Krachttrainingsprogramma

Voor de duur van het totale trainingsprogramma geldt dat zowel trainingsprogramma's met een duur van 6 tot 12 weken (21, 25) als programma's met een duur van 24 tot 52 weken (31, 32) in staat zijn om de spierkracht te verbeteren. De grootste toename van kracht werd in deze studie na de eerste helft van het programma gevonden. Daarna nam de kracht nog wel toe, maar deze toename was niet statistisch significant. Het is niet waarschijnlijk dat onvoldoende krachtstoename te maken heeft met de duur van het programma.

Het gemiddeld aantal keren dat onder begeleiding werd geoefend was 15 (van de maximaal 20 keren) en voor thuis werd iets minder dan 1 keer per week geoefend. Aangezien de dagboeken niet consequent werden ingevuld, was de daadwerkelijke oefentrouw thuis moeilijk exact vast te stellen. De frequentie van drie keer in de week oefenen lijkt niet volledig gehaald te zijn. Of hieraan de onvoldoende krachtstoename is toe te schrijven, is niet duidelijk. Een aandachtspunt bij de uitvoering van trainingsprogramma's is de mate van de oefentrouw. In deze studie bleek dat na 10 weken bijna 30% van de gehele onderzoeksgroep was uitgevallen. De reden van uitval was bij 1 persoon 'het zich fysiek te goed voelen voor het programma'. In de andere gevallen werd om een persoonlijke reden of ziekte deelname gestopt. Als een effectief krachttrainingsprogramma in de praktijk zal worden aangeboden en vaker wordt herhaald, kan de uitval verminderen doordat deze uitvallers aan een later startende cursus (alsnog) kunnen deelnemen. Een belangrijkere oorzaak voor de geringe krachtstoename dan de duur van het programma lijkt de intensiteit van het krachttrainingsprogramma. Tijdens de oefensessies werd gebruik gemaakt van een standaard trainingsopbouw voor de gehele groep. De oorzaak van onvoldoende krachtstoename kan een gebrek aan individuele afstemming zijn. Met name in de tweede helft van het programma werd met constante intensiteit en frequentie (drie sessies van vijf herhalingen) getraind. Het verdient aanbeveling om een krachttrainingsprogramma samen te stellen waarin meer een individuele opbouw van intensiteit en frequentie mogelijk is.

Een effectief oefenprogramma voor de quadriceps kan een belangrijke bijdrage leveren aan het bevorderen en handhaven van de zelfredzaamheid en mobiliteit van ouderen. Volgens Young (44) zou 10 tot 20% krachtstoename reeds de drempel voor het ontstaan van functionele beperkingen met 10 tot 20 jaar uitstellen.

Indien een programma effectief is gebleken, is het kosten-aspect voor de huidige (gezondheids)zorg een belangrijk aandachtspunt. Een aantal overwegingen speelt hierbij een rol. Zo is een groepsprogramma redelijk kosten-effectief vergeleken met een individuele training. Daarnaast richt het programma zich niet op alle 'gezonde' ouderen, maar op een risicogroep met een lage kracht van de quadriceps. Het programma is dus bedoeld voor de meest kwetsbare groep ouderen, die de meeste baat zullen ondervinden van een dergelijk programma. Een effectief krachttrainingsprogramma draagt bij aan de zelfstandigheid van ouderen, waardoor het beroep doen op zorgvoorzieningen zou kunnen verminderen. Uiteraard is verder onderzoek noodzakelijk naar de beste manier waarop de meest kwetsbare groep ouderen bereikt kan worden en wat de kosten en opbrengsten van een dergelijk programma zijn op langere termijn.

De conclusie op basis van deze pilotstudie is dat de kracht van de quadriceps bij deze doelgroep met dit krachttrainingsprogramma te trainen is, maar dat de kans klein is dat de streefwaarde van 20% krachtstoename zal worden gehaald bij herhaling van het krachttrainingsprogramma. Het programma heeft wat betreft het lichamelijk functioneren positieve effecten op de benodigde tijd voor het opstaan uit een stoel gecombineerd met drie meter lopen, de beweeglijkheid van knie en de statische balans. Daarnaast ervaren de deelnemers positieve effecten van het programma op het uitvoeren van dagelijkse handelingen.

Eindconclusie is daarom dat het krachttrainingsprogramma aangepast dient te worden en vervolgens opnieuw uitgetest in een gecontroleerde studie bij een groep ouderen die een isometrische kracht van de quadriceps lager dan 50 Nm bezitten.

Dankwoord

De ontwikkeling en evaluatie van dit programma is gefinancierd door het Praeventiefonds.

Literatuur

1. Laukkanen P, Era P, Heikkinen RL, Suutama T et al. *Factors related to carrying out everyday activities among elderly people aged 80*. Aging Clin Exp Res 1994;6:433-443.
2. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. *Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women*. Age Ageing 1994;23:132-137.
3. Judge JO, Schechtman K, Cress E. *The relationship between physical performance measures and independence in instrumental activities of daily living*. J Am Geriatr Soc 1996;44:1332-1341.
4. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. *Maximal isometric knee extension strength and stair-mounting ability in 75- and 80-year-old men and women*. Scand J Rehabil Med 1996;28:89-93.
5. Satariano WA, DeLorenze GN, Reed D, Schneider EL. *Imbalance in an older population: an epidemiological analysis*. J Aging Health 1996;8:334-358.
6. Larsson L. *Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages*. Med Sci Sports Exerc 1982;14:203-206.
7. Brown AB, Cartney N, Sale DG. *Positive adaptations to weightlifting training in the elderly*. J Appl Physiol 1990;69(5):1725-1733.
8. Roger MA, Evans WJ. *Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training*. Exerc Sports Sci Rev 1993;21:65-102.
9. Aniansson A, Sperling L, Rundgren Å et al. *Muscle function in 75 year-old men and women, a longitudinal study*. Scand J Rehab Med 1983 (Suppl. 9):92-102.
10. Aniansson A. *De spierfunctie bij mannen en vrouwen van 75 jaar oud: een longitudinaal onderzoek*. Stimulus 1985;4:426-430.
11. Åstrand P, Rodahl K. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. 3rd ed. New York: (etc.): McGraw-Hill, 1986.
12. Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. *Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years*. Age Ageing 1994;23:371-377.
13. Stamford BA. *Exercise and the elderly*. Exerc Sports Sci Rev 1988;16:341-379.
14. Bassey EJ, Bendall MJ, Pearson M. *Muscle strength in triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age*. Clin Sci 1988;74:85-89.
15. Svanborg A. *Practical and functional consequences of aging*. Gerontology 1988;34(suppl. 1):2-10.
16. Ehrsam R, Aeschlimann A. *Training der Muskelkraft im Alter*. Orthopäde 1994;23:65-75.
17. Rantanen T, Era P, Heikkinen MD. *Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years*. J Am Geriatr Soc 1997;45:1439-1444.
18. Hyatt RH, Whitelaw MN, Bhat A, Scott S, Maxwell JD. *Association of muscle strength with functional status of elderly people*. Age Ageing 1990;19:330-336.
19. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. *Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function*. J Appl Physiol 1988;64:1038-1044.
20. Hartigan C, Persing JA, Williamson SC, Morgan RF et al. *An overview of muscle strengthening*. J Burn Care Rehabil 1989;10(3):251-257.
21. Charette SL, Mcevoy L, Pyka G, Snow-Harter C, Guido D, Wiswell RA, Marcus R. *Muscle hypertrophy response to resistance training in older women*. J Appl Physiol 1991;70(5):1912-1916.
22. Grimby G, Aniansson A, Hedberg M, Henning GB, et al. *Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-old men*. J Appl Physiol 1992;73:2517-2523.
23. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. *Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition and program adherence*. J Am Geriatr Soc 1993;41:205-210.
24. Fiatarone MA, Evans WJ. *The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged*. J Gerontol 1993;48(special Issue):77-83.
25. Fiatarone MA, O'Neill EF, Doyle Ryan N, Clements KM et al. *Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people*. New Engl J Med 1994;330(25):1769-1775.
26. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, Harsha DM, Edwards JE. *Efficacy of a home based training program for older adults using elastic tubing*. Eur J Appl Physiol 1994;69:316-320.
27. Lord SR, Castell S. *Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time*. Arch Phys Med Rehabil 1994;75:648-652.
28. Skelton A, Young A, Greig CA, Malbut KE. *Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older*. J of Am Geriatr Soc 1995;43:1081-1087.
29. Skelton DA and McLaughlin A. *Training functional ability in old age*. Physiotherapy 1996;82;3:159-167.
30. Perkins LC and Kaiser HL. *Results of short term isotonic and isometric exercise programs in persons over sixty*. The Phys Ther Review 1961;41:633-635.

31. Rice CL, Cunningham DA, Paterson DH, Dickinson JR. *Strength training alters contractile properties of the biceps in men aged 65-78 years*. Eur J Appl Physiol 1993;66:275-280.
32. Pyka G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R. *Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women*. J Gerontol 1994;49:M22-27.
33. Chamberlain MA, Care G, Harfield B. *Physiotherapy in osteoarthritis of the knees: a controlled trial of hospital versus home exercises*. Int Rehab Med 1982;4:101-106.
34. Kreindler H, Lewis CB, Rush S, Schaefer K. *Effects of three exercise protocols on strength of persons with osteoarthritis of the knee*. Top Geriatr Rehabil 1989;4(3):32-39.
35. Fisher NM, Pendergast DR, Calkins E. *Muscle rehabilitation in impaired elderly nursing home residents*. Arch Phys Med Rehabil 1991;72:181-185.
36. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, Calkins E. *Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis*. Arch Phys Med Rehabil 1991;72:367-374.
37. Fisher NM, Gresham GE, Abrams M, Hicks J, Horrigan D, Pendergast DR. *Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knees*. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:840-847.
38. Fisher NM, Kame VD, Rouse L, Pendergast DR. *Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis*. Am J Phys Med Rehabil 1994;73:413-420.
39. Fisher NM and Pendergast DR. *Effects of a muscle exercise program on exercise capacity in subjects with osteoarthritis*. Arch Phys Med Rehabil 1994;75:792-797.
40. Judge JO, Whipple RH, Wolfson LI. *Effects of resistive and balance exercises on isokinetic strength in older persons*. J Am Geriatr Soc 1994;42:937-946.
41. Mulrow CD, Gerety MB, Kanten D, Cornell JE et al. *A randomized trial of physical rehabilitation for very frail nursing home residents*. J Am Med Assoc 1994;271:519-524.
42. CBS. *Vademecum Gezondheidsstatistiek Nederland 1994*. Voorburg: Centraal Bureau voor de Statistiek, 1994.
43. Boshuizen HC, Miedema MC, Staats PGM. *Haalbaarheidsstudie interventieonderzoek "screening en training van de Quadricepsfunctie", verslag van de eerste fase*. Leiden: TNO Preventie en Gezondheid, rapport PG 95.084; december 1995.
44. Young A. *Exercise physiology in geriatric practice*. Acta Med Scand 1986;711:227-232.
45. Ferrucci L, Guralnik JM, Buchner D, et al. *Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: the Women's Health and Aging Study*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1997;52:M275-285.
46. Kempen GIJM, Doegals DM, Suurmeijer TPBM. *Groningen Activiteiten Restrictie Schaal (GARS): een handleiding*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen; 1993.
47. Suurmeijer TP, Doeglas DM, Moum T, et al. *The Groningen Activity Restriction Scale for measuring disability: its utility in international comparisons*. Am J Public Health. 1994;84:1270-1273.
48. Miedema MC, Slager G, Vermeulen K. *Spierkrachtmeting bij ouderen*. Afstudeerscriptie doctoraalexamen Bewegingswetenschappen, Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1991.
49. Lemmink K. *De Groninger Fitheidstest voor ouderen: ontwikkeling van een meetinstrument*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 1998.
50. Roebroek M, Voor in Holt L, Harlaar J, Redmeijer R. *AZVU funktiemeter: gebruikershandleiding*. Amsterdam: VU Ziekenhuis, Afdeling Revalidatie; 1994.
51. Green J, McKenna F, Redfern EJ en Chamberlain MA. *Home exercises are as effective as outpatient* hydrotherapy for osteoarthritis of the hip*. Br J Rheumatology 1993;32:812-815.
52. Wiegink R, Oosterveld FGJ en Oostendorp RAB. *Measurement instruments for assessing treatment efficacy in patients with chronic complaints of the knee*. Abstract Reumatologie congres 1995.
53. Odding E. *Locomotor disability in the elderly: an epidemiological study of its occurrence and determinants in a general population of 55 years and over*. The Rotterdam Study. 1994.
54. Podsiadlo D, Richardson S. *The timed 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons*. J Am Geriatr Soc 1991;39:142-148.
55. Rossiter-Fornhoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, Buchner DM. *A cross-sectional validation study of FICSIT common data base static balance measures*. J Gerontology A: Biol Sci Med Sci 1995;50(6):M291-297.
56. Kempen GIJM, Miedema I, Ormel J, Molenaar W. *The assessment of disability with the Groningen Activity Restriction Scale: conceptual framework and psychometric properties*. Soc Sci Med 1996;43(11):1601-1610.
57. Anthony MG, Michael LR. *Research methods. A process of Inquiry*. Harper and Row, Publisher, New York, 1989.

**Bijlage 2 EFFECTS OF A TAILOR-MADE STRENGTH
TRAINING PROGRAM ON KNEE EXTENSOR
STRENGTH AND FUNCTIONAL ABILITY OF
COMMUNITY LIVING PEOPLE AGED 65 YEARS
AND OLDER**

EFFECTS OF A TAILOR-MADE STRENGTH TRAINING PROGRAM ON KNEE EXTENSOR STRENGTH AND FUNCTIONAL ABILITY OF COMMUNITY LIVING PEOPLE AGED 65 YEARS AND OLDER

Marja H. Westhoff, Lysander Stemmerik, Hendriek C. Boshuizen

Abstract

The purpose of this study was to investigate if an individually tailored strength training program that lasted 10 weeks improved the strength of the knee extensor and functional ability of community residents aged 65 years and older with low muscle strength of the knee extensors. Subjects were randomized to an exercise group ($n=11$) and a control group ($n=10$). Knee extensor strength and functional ability were measured before and immediately after the training program ended, and 6 months later. Knee extensor strength increased by 54% (13% in the control group) by the end of the training program and most of this improvement was still detected 6 months later. The training program had a beneficial effect on functional ability, especially on the time taken to rise from a chair and walk 3 meters and on self-reported ADL/IADL activities related to lower extremity performances.

Key words: aging, exercise, knee extensor strength, functional ability

Introduction

Cross-sectional studies of older adults have shown that diminished muscle strength is associated with physical disability in several activities of daily living (Judge, Schechtman & Cress, 1996; Langlois et al., Laukkanen et al., 1994 1996; Rantanen, Era & Heikkinen, 1994; Rantanen, Era & Heikkinen, 1996; Satariano, DeLorenze, Reed & Schneider, 1996). For instance, a reduced knee-extensor strength is often accompanied by a higher prevalence of disabilities in stair walking, walking, and rising from a chair (Laukkanen et al., 1994).

Muscle strength increases up to about 30 years of age whereafter it is more or less constant until about 50 years and then decreases (Brown, McCartney & Sale, 1990; Larsson, 1982; Roger & Evans, 1993). In fact, muscle strength decreases by 1-2% per year in people older than 65 years (Aniansson, Sperling, Rundgren & Lehnberg, 1983; Åstrand & Rodahl, 1985; Skelton, Greig, Davies & Young, 1994). There seems to be no single process or theory which adequately explains this decline. Stamford (1988) found that 30 to 40% of the decline can be explained by natural aging processes. The remaining decrease is variously explained by a general decline in customary activity (Bassey, Bendall & Pearson, 1988; Rantanen, Era & Heikkinen, 1997; US Department of Health and Health Services, 1996), disorders of the nervous or musculoskeletal systems, or nutritional deficiency (Bassey et al., 1988; Hyatt, Whitelaw, Bhat, Scott & Maxwell, 1990; Stamford, 1988). A vicious circle can develop in which muscle strength diminishes and people become less active, whereafter the strength decreases even more etc. A strength training program could break this vicious circle.

Current evidence suggests that the loss of knee extensor strength caused by disuse and deconditioning can be reversed by exercise (Ehrlam & Aeschlimann, 1994; Fiatarone & Evans, 1993;

Grimby et al., 1992; Judge, Lindsey, Underwood & Winsemius, 1993; Mikesky, Topp, Wigglesworth, Harsha & Edwards, 1994; Pyka, Lindenberger, Charette & Marcus, 1994; Skelton & McLaughlin, 1996; Skelton, Young, Greig, Malbut, 1995). In intervention studies, training induced strength was found with different types of training: isokinetic, isometric, and isotonic exercises (Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen & Evans, 1988; Grimby et al., 1992; Mikesky et al., 1994; Nichols, Omizo, Peterson & Nelson, 1993; Skelton et al., 1995; Skelton et al., 1996). These programs were carried out with a frequency of 2-3 times a week and lasted from 6 weeks to one year. A study by Fiatarone et al. (1990) showed that the knee extensor strength of frail institutionalized older adults increased by 174% after 8 weeks of training. Likewise, training was found to increase knee extensor strength in older adults with chronic diseases such as osteoarthritis (Fisher et al., 1993; Fisher, Kame, Rouse & Pendergast, 1994; Kreindler, Lewis, Rush & Schaefer, 1989; Schilke, Johnson, Housh & O'Dell, 1996).

Given the multifactorial nature of the decline in muscle strength in older adults, it is not clear to what extent the decline can be reversed by exercise (Chandler & Hadley, 1996). Moreover, the question arises whether an increase in the strength of the knee will lead to a decrease in physical disabilities and thus can contribute to the individual being independent for longer. Young (1986) suggests that in people aged 85 years and older a 10 to 20% improvement in strength effectively postpones strength-related thresholds of physical ability for at least 10 to 20 years.

To answer these questions we developed a training program to strengthen the knee extensor (m. quadriceps femoris) by at least 20% and applied the program to community living people aged 65 years and older that experienced difficulties in tasks related to muscle strength of the lower extremities. We describe the changes in knee extensor strength after completion of the strength training program and whether the gain in strength also resulted in improvement in functional ability.

Subjects & Methods

Subjects

Local residents aged 65 years and older were recruited through an advertisement placed in local newspapers and on local TV, and through a mailing to inhabitants of selected sheltered housing complexes ($N=360$). The advertisement and the mailing emphasized that those interested in participating should experience difficulty in getting up from a chair. An introduction session about the strength training program was organized and knee extensor strength was measured. Subjects with a maximum knee-extensor torque - for both legs - exceeding 87.5 Nm were excluded from this study. A medical questionnaire was administered by a physical therapist. Subjects were excluded if they had a self-reported disease or condition such as uncontrolled heart failure or neurological diseases that could be adversely affected by the exercises included in the program. Subjects were randomly allocated to one of two groups: a group which received the strength training program and a control group. More subjects were randomized to the experimental group, because we expected more drop-outs in this group. The study was approved by the TNO Medical Ethical Committee.

Thirty-three people attended the introduction sessions. Of these, four were excluded because they reported diseases which could be adversely affected by the strength training program (one suffered from pain radiation caused by back problems, two had severe rheumatoid arthritis, and one suffered from uncontrolled heart failure), and three had accompanied their partners and were not interested in participating themselves. In none of these subjects did the strength of the knee extensor exceed the exclusion criterion of 87.5 Nm. Table 1 provides an overview of all characteristics of the subjects in the experimental ($n=14$) and control groups ($n=12$). Mostly women in their mid seventies participated. At baseline, nine subjects in the experimental group ($n=14$) and nine of the subjects in the control group ($n=12$) experienced musculoskeletal complaints. Four subjects in the experimental group and one subject in the control group had undergone surgery of one of the knees or hips. A t -test (fisher's exact test for sex) showed that there were no statistically significant differences in the pre-test measurements between the subjects of the experimental and control groups who completed the pre- and post-tests.

Table 1: Pre-test subject characteristics

	exercise group (mean, sd) ($n=10$)	control group (mean, sd) ($n=11$)	p-value (two sides)	drop-outs exercise group (mean, sd) ($n=4$)	drop-out control group ($n=1$)
age (years)	75.9 (6.8)	77.5 (8.1)	.30	78.8 (5.9)	86
sex (♀,♂)	10 ♀	10 ♀, 1 ♂	1*	3 ♀, 1 ♂	♀
weight (kg)	68.9 (16.8)	67.1 (11.3)	.67	74 (10)	58
length (m)	1.59 (0.11)	1.62 (0.11)	.88	1.67 (.08)	1.68
knee extensor strength right (Nm)	61.1 (27.7)	68.9 (26.9)	.39	90.7 (18.2)	30.8
knee extensor strength left (Nm)	51.4 (23.5)	64.6 (26.4)	.86	77.0 (8.4)	46.2

* tested with a Fisher exact test

Measurements

Measurements were taken by two physical therapists (blinded for the training condition) who had been instructed in the test protocol. All measurements were taken in the week before the program started (pre-test), in the week after the end of the program (post-test), and 6 months later (follow-up test), with the exception of height, which was measured only once (pre-test), and maximum knee-extensor strength, which was also measured in the 6th week of the program in the control group and in the 2th, 4th, 6th and 8th week in the experimental group. All subjects completed an informed consent form and were informed that they could refuse, for whatever reason, to take part in a test at any time.

Medical history

The medical history was taken in a form of 10 questions about physical complaints, mainly in the lower extremities, treatment by a physical therapist, history of illness/operations, and use of medication.

Anthropometry

Height was measured in meters, using a tape-measure, rounded off to two digits (shoes removed). Weight was measured in kilograms, using digital scales, rounded off to the nearest half kilogram (trousers or skirt and shoes removed).

Knee extensor strength

Maximal isometric knee-extensor torque (Nm) was measured by using a Quadriso-tester (RUG/BMTC, Groningen; the Netherlands) at 90° flexion of the hip and knee (Lemmink, 1998). This test has a good inter-rater reliability ($r = 0.83$, $r = 0.96$). Subjects were asked to generate a maximum effort on a fixed belt at 0.35 m from the knee axis in 6 seconds and the peak force was registered. Subjects performed three trials per leg with a 1-minute rest between trials. The highest score per leg was taken. Values measured in trials in which a subject applied explosive force were excluded.

Physical disability (self reported ADL/IADL)

Subjects completed the Groningen Activity Restriction Scale (GARS)-questionnaire (Kempen, Steverink, Ormel & Deeg, 1996; Suurmeijer et al., 1994). This test has good psychometric characteristics. The internal reliability estimate (Cronbach's alpha) was .91 (Kempen, Miedema, Ormel & Molenaar, 1996). The GARS contains 18 questions on self-reported ADL/IADL functioning (activities of daily living and instrumental activities of daily living) which are scored from "1=I can do it fully independently, without any difficulty" to "4= No, I cannot do it fully independently, I can only do it with someone's help". Scores range from 18 points (no limitations) to 72 points (fully dependent). The scores for six questions relating to lower extremity performance was also summed. These questions were:

- Can you, fully independently, get in and out of bed?
- Can you, fully independently, stand up from sitting in a chair?
- Can you, fully independently, get on and off the toilet?
- Can you, fully independently, get around in the house (if necessary with a cane)?
- Can you, fully independently, go up and down the stairs?
- Can you, fully independently, walk outdoors (if necessary with a cane)?

Physical disability (Functional tasks)

Timed Walking Test (based on Odding, 1994). Subjects were asked to walk to a mark at 10 meters and then turn around and walk back. Total time to complete the 20 meters was measured in seconds and rounded off to one digit.

Timed Up and Go test (Podsiadlo & Richardson, 1991). The intra- and inter-rater reliability of this test are good (both $r = .99$). Subjects were seated in a chair and were asked to rise (with or without using the arm-rests), walk to a mark at 3 meters, and then turn around and walk back to the chair and sit down. The time between rising from the seat to making contact with the back of the seat (or sitting still comfortably) was measured in seconds rounded off to one digit.

Box stepping test (Aniansson, Rundgren & Sperling, 1980; Skelton et al., 1995). Subjects were asked to step onto and down from boxes, starting with a normal step-height of three boxes of 5 cm. There were no handrails. Height was increased by one box at a time until the subject could no longer perform the task independently or until all 10 boxes were used. Maximum height was recorded.

Balance test (Rossiter-Fornoff, Wolf, Wolfson & Buchner, 1995). The inter-rater reliability (over 3-4 months) of this test is .66. Subjects were asked to stand for 10 seconds in three different positions: parallel stance, semi-tandem stance, and tandem stance. The total score was based on the stances completed. The time in the tandem stance was measured separately in seconds rounded off to one digit.

Knee flexion and extension. Subjects were seated in a chair. Knee flexion was defined as the maximum degree of flexion that the subject could achieve from the starting position of full extension. Knee extension was defined as the maximum extension the subject could achieve by stretching the leg and pushing the hollow of the knee downwards with the heel on the ground. The range of movement was measured by using a goniometer (Gymna, KUM-onit, Germany) and rounded off to the nearest 1°. Anatomical landmarks used were the upper side of the proximal trochanter major and the most prominent point of the distal malleolus lateralis. One try-out was performed, after which the mean for each knee was calculated for three trials.

Intervention

A strength training program (see table 1 of annex 1) was developed that was tailored to the individual's ability and which lasted 10 weeks. Exercises were selected for their expected effectiveness, safety, and ease of learning. The experimental group had three weekly training sessions of which two were supervised by a physical therapist at a community centre and the other was unsupervised at home. There was no active or placebo intervention for the control group. These subjects were asked to continue with their normal activities. The physical therapist was instructed in how to perform the exercises, using an exercise protocol. Each of the training sessions started with a 10-minute 'warming-up' session that covered the large muscle groups. The 40-minute strengthening component of the program consisted of nine exercises; seven of which were done seated in a chair and two of which were done standing next to the chair. The intensity of the program was tailored to the individual's ability by using a resistance protocol, in which each exercise was performed for 1 to 3 sets of 4 to 8 repetitions. Initially, resistance was chosen so that the subjects could almost complete 3 sets of 4 repetitions. Three exercises were performed with elastic bands (Enraf-Nonius, Delft, the Netherlands) to regulate resistance. The resistance was increased (an elastic band with a higher resistance) as soon as a subject could complete 3 sets of 8 repetitions of that exercise, after which the subject started with 4 repetitions again. The classes ended with a 10-minute cooling down session. The resistance program was described in a booklet so that the subjects could exercise independently at home. The experimental group filled in an exercise diary, giving the number of sets and repetitions of the exercises in each training session as well as the color (showing the level of resistance) of the elastic bands they used each week and when they changed bands.

Statistical analysis

Statistical analyses were carried out on the data of all subjects who completed the entire strength training program and/or all the testing procedures. Analysis included computation of descriptive statistics (t-test and fishers's exact) of the subject characteristics (mean, sd) and all other variables. The 95% Confidence Interval (CI) based on a paired t-test was calculated for the data of the experimental and control groups. An MANOVA design for repeated measures was used to test for significant differences between pre-test and post-test data and between pre-test, and follow-up test data at .05 level of significance. As we expected the strength and functional ability of the experimental group to improve, one-sided tests of significance were used. Correlation coefficients between absolute changes in strength and changes in performance in the functional tasks were calculated and the 95% CI of these correlations were calculated by using a Fisher z-transformation.

Results

Twenty-one subjects completed the entire strength training program and/or all the pre- and post-testing procedures ($\underline{n}=10$ in the experimental group; further called exercise group and $\underline{n}=11$ in the control group). Four subjects dropped out of the exercise group during the program because of medical problems (one subject had more epileptic attacks and another person was ill more often) and personal problems (two subjects found that it took too much effort to attend the group sessions). The knee extensor strength of the drop-outs was greater, but not statistically significantly so, than that of the other subjects in the exercise group. This could partly be caused by the one male subject dropping out. The drop-outs were also taller, heavier, and older than the other subjects in the exercise group. Only one person dropped out of the control group, and this person's knee extensor strength was less than the average in the control group. Six months after the program ended, seventeen subjects completed follow-up testing procedures ($\underline{n}=9$ in the exercise group, $\underline{n}=8$ in the control group).

According to the exercise diaries, all subjects attended 14 or more group sessions (mean attendance rate 87.8%) and did 7 or more exercise sessions at home (mean compliance rate 86.7%). The subjects did not register the exact number of sets and repetitions of each exercise very well and so we could not detect an increase in exercise intensity from this information. However, the physical therapist who supervised the training sessions reported that after 6 weeks all participants performed the exercises with a maximum number of sets and repetitions. The subjects registered the elastic bands used during the training period better and we could detect an increase in training resistance (figure 1). After the program ended, the subjects of the exercise group mentioned that during the six months they exercised only for a few times at home.

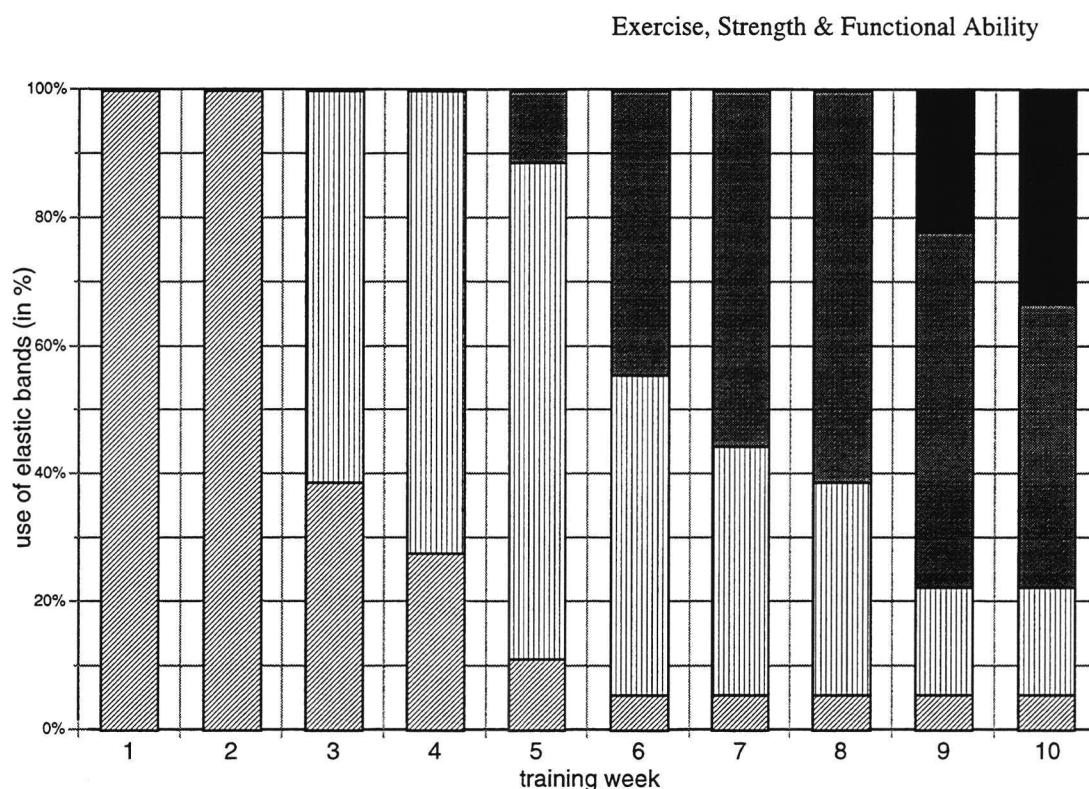


Figure 1: Use of the elastic bands during the 10-week strength training program (n=10). The resistance of elastic bands increased from light to dark bars by 2 kg, 3.5 kg, 4.5 kg, to 6.8 kg (100% stretch)

Experience with the strength training program

During the strength training program the physical therapist asked the subjects whether they had complaints about the exercises and whether they had experienced any benefit. Most of the exercises did not cause discomfort. One woman with a history of osteoarthritis of the knee said she felt more pain. She was advised to exercise at a lower intensity and to stop the exercise if pain occurred. After a while her complaints diminished and she could continue with the strength training program. The elastic bands gave rise to some complaints. One woman found that elastic band was painful on her shin-bone. This was solved by using a washing-up glove to reduce the pressure of the elastic band. The physical therapist managed the complaints well and these subjects completed the strength training program. Most subjects were very enthusiastic about the program and experienced benefit from it. One subject found it was easier to keep up with her grandson when walking with him. Another subject felt that she moved more supplely and another mentioned that she had fewer problems going up and down stairs.

Strength, ADL/ IADL activities, flexibility, balance, and functional ability

After 10 weeks there was a statistically significant training-induced improvement in the knee

extensor strength (averaged for both legs) in the exercise group compared to the control group ($F=13.02$, $p=.01$) (table 2). Most gain was observed after the first 8 weeks of training, after which a small (not statistically significant) decline was observed (figure 2). Six months after completion of the program, knee extensor strength of the exercise group was still 45% greater than it was at baseline (95%CI [19, 71]) and was statistically significantly better than that of the control group ($F=5.7$, $p=.02$). Directly after completion of the strength training program the exercise group showed a statistically significant improvement compared to the control group in the Timed Up and Go test ($F=3.99$, $p=.03$) and in the specific GARS score for lower extremity performance ($F=6.97$, $p=.02$). These improvements were still detected six months later (respectively $F=3.31$, $p=.04$ and $F=1.93$, $p=.09$) (table 3). There was no statistically significant difference between the two groups for the other functional tasks and the range of motion of the knee. The results are summarized in table 2 and 3.

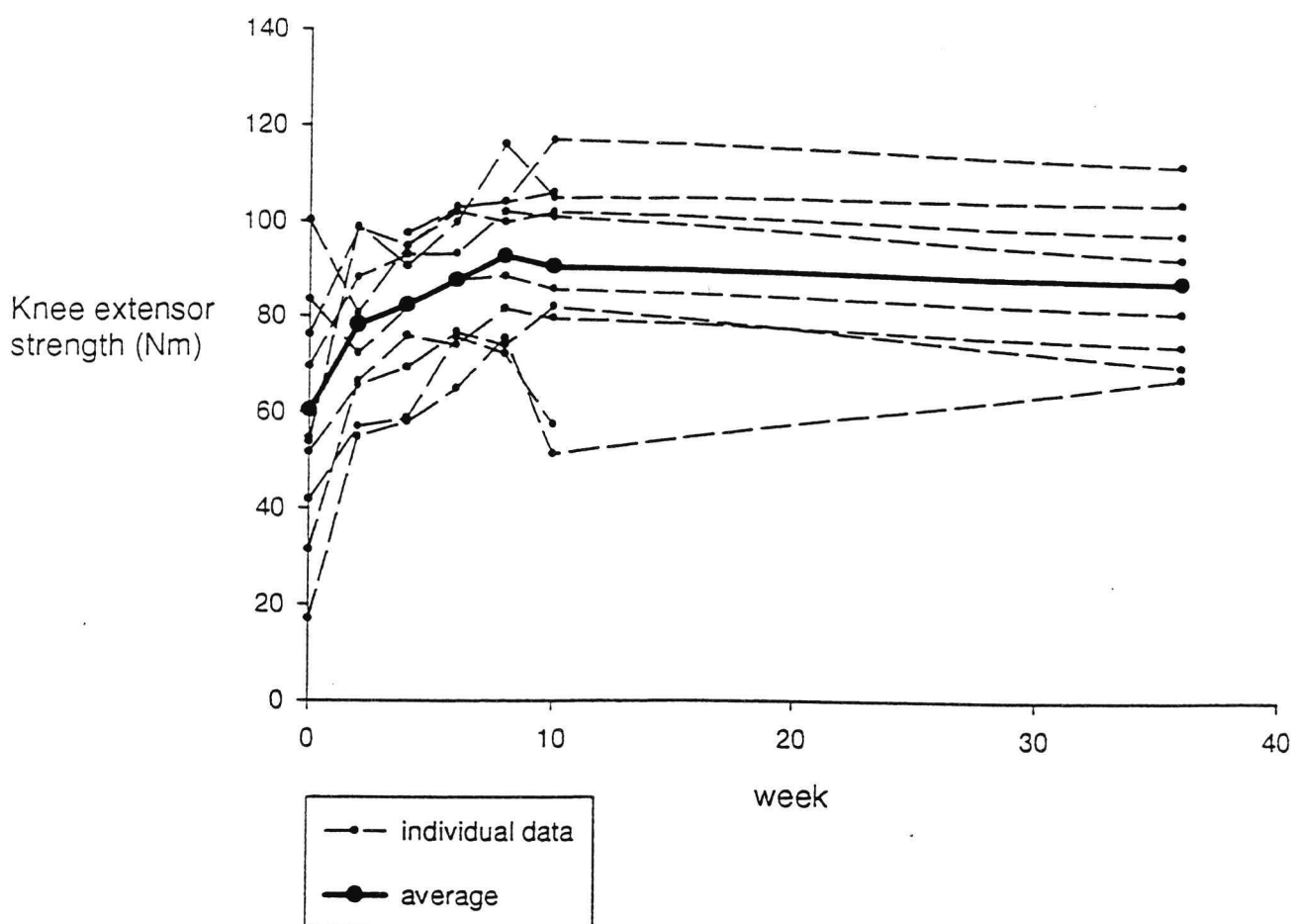


Figure 2: individual development of knee extensor strength of the exercise groep (=n=10) during the training period and six months after the training program ended.

Table 2 Results for pre-test and post-test performance of the exercise and control groups

	Exercise group (n=10)			control group (n=11)			p-value (1-side)
	Pre- testing (mean, sd)	post- testing (mean, sd)	Δ% pre-post [95% CI]	pre- testing (mean, sd)	post- testing (mean, sd)	Δ% pre-post [95% CI]	
knee extensor strength (Nm)**	57.8 (24.9)	88.7 (21.7)	54[33, 74]	66.7 (25.2)	75.7 (31.7)	13[2,25]	.01*
GARS general (grade 18-72)	28.8 (6.3)	28.4 (7.5)	-1[-8, 5]	25.2 (7.9)	23.1 (6.6)	-8[-16, 1]	.09
GARS specific ADL (6-24)	8.6 (2.5)	7.6 (2.0)	-12[-21,-2]	6.5 (2.1)	6.9 (1.8)	6[-7, 18]	.02*
flexion knee (°)	119.7 (9.7)	122.4 (5.3)	2[-2,7]	123.5 (7.7)	123.6 (6.2)	0[-3,3]	.19
extension knee (°)	3.3 (3.0)	1.9 (2.1)	-43[-132, 46]	1.6 (2.6)	2.1 (2.4)	30[-91,151]	.12
Timed Walking test (sec)	27.7 (9.1)	22.6 (6.7)	-18[-39, 2]	25.5 (8.8)	21.9 (5.6)	-14[-32, 4]	.32
Timed to Get up/Go test (sec)	13.2 (4.3)	10.8 (3.1)	-18[-33, -3]	12.1 (3.2)	11.7 (3.6)	-4[-13, 6]	.03*
Balance test (grade 1-6)	5.2 (0.6)	5.3 (0.8)	2[-10, 14]	5.5 (0.7)	5.5 (0.8)	2[-5, 8]	.49
Tandem time (sec)	5.1 (4.1)	6.4 (4.4)	26[-17, 69]	6.1 (4.6)	6.9 (4.6)	13[-8, 33]	.31
box stepping (cm)	32 (6.3)	31.5 (8.8)	-2[-11, 8]	34.5 (11.5)	34.5 (9.6)	0[-11, 11]	.59

Note. Δ %=percentage difference. * = p-value <.05 (1-side).

** Maximum knee extensor strength was averaged for both legs, except for one subject who only performed all testing on the right knee extensor

Table 3: Results for pre-test and follow-up test performance of the exercise and control groups

	exercise group (n=9)			control group (n=8)			p-value (1-side)
	pre-testing (mean, sd)	follow-up testing (mean, sd)	_% pre-post [95% CI]	pre- testing (mean, sd)	follow-up testing (mean, sd)	_% pre-post [95% CI]	
Knee extensor strength (Nm)	60.2 (27.4)	87.2 (16.6)	45[19, 71]	64.1 (27.4)	71.7 (27.8)	12[-5, 29]	.02*
GARS general (grade 18-72)	29.7 (6.0)	28.1 (5.7)	-5[-22, 11]	24.0 (7.1)	23.4 (7.9)	-3[-11, 6]	.35
GARSspecific/ADL(grade 6-24)	9.0 (2.3)	7.7 (1.6)	-14[-29, 2]	7.4 (1.8)	7.1 (2.1)	-3[-13, 7]	.09
Flexion knee (°)	118.7 (9.7)	119.7 (8.1)	1[-3, 5]	124.6 (5.8)	120.4 (4.0)	-3[-8, 1]	.06
extension knee (°)	3.2 (3.2)	2.6 (3.4)	-18[-143, 107]	0.9 (2.3)	1.8 (1.8)	115[-125, 354]	.23
Timed walking test (sec)	28.1 (9.6)	24.2 (4.0)	-14[-39, 11]	25.1 (9.7)	24.2 (9.7)	-4[-28, 21]	.23
Timed to Get up/ Go test (sec)	13.2 (4.5)	12.2 (2.9)	-8[-29, 13]	11.5 (3.6)	13.9 (6.8)	21[-10, 52]	.04*
Balance test (grade 1-6)	5.1 (0.6)	5.0 (0.9)	-2[-14, 10]	5.4 (0.7)	5.1 (1.2)	-5[-18, 9]	.37
tandem time (sec)	5.8 (3.9)	7.6 (3.4)	30[-81, 140]	8.8 (2.7)	10 (0)	5[-31, 42]	.47
box stepping (cm)	33.1 (5.3)	34.4 (9.8)	4[-13, 20]	36.3 (9.1)	36.3 (10.9)	0[-18, 18]	.37

Note. Δ %=percentage difference. * = p-value <.05 (1-side).

** Maximum knee extensor strength was averaged for both legs, except for one subject who only performed all testing on the right knee extensor

Four subjects of the exercise group whose initial knee extensor strength was less than 50 Nm showed a training-induced increase in strength of 92% (95%CI [31, 152]); however, despite this impressive increase in strength, the increase in performance in the functional tests was not better than that of the exercise group as a whole. In the exercise group, there was a statistically signifi-

cant correlation ($r = -.64$) between the improvement in knee extensor strength and the decrease in the time on the Timed Up and Go test (95%CI $[-.9, -.01]$) and between the improvement in strength of the left knee extensor and the increase in time on the Tandem Stance test of $r = .77$ (95%CI $[.23, .94]$).

Discussion

Community residents aged 65 years and older (mostly women) showed a statistically significant increase in knee extensor strength (mean 54%) after completion of the 10-week program. Most gain was observed during the first 8 weeks of training. Pyka et al. (1994), who used a high-intensity resistance training program, also found the greatest improvement in strength after 6 to 8 weeks. A possible explanation for the lack of a further increase after 6 weeks could be a plateau in the intensity of the program. The physical therapist reported that after 6 weeks all subjects performed the exercises with a maximum number of sets and repetitions. Therefore the exercise intensity was regulated in the three exercises in which resistance was increased with elastic bands. The knee extensor strength of the exercise group was still statistically significantly higher (with an average of 45%) than that of the control group 6 months after the end of the program.

It should be noted that the subjects in the control group also showed an increase in knee extensor strength (about 13%) both directly after the end of the program and 6 months later. This could be due to a learning effect (subjects became more familiar with the strength testing procedures).

Although muscle strength increased, performance improved in only a few functional tests. A statistically significant effect was observed on the Timed Up and Go test and on the specific GARS sum scores, which showed an increase in independence on ADL/IADL activities related to lower extremity performance. No effect was observed on the balance test. Although the high baseline total score (5.5 out of 6) suggests that there was a ceiling effect, balance is a complex process and involves factors other than motor impairments such as multiple pathologic conditions, visual impairment, vestibular problems etc. It is not clear what influence strength training has on these destabilizing factors. Four initially weaker subjects increased their knee extensor strength by more than 90%, but their functional ability did not increase more than that of the exercise group as a whole.

Cross-sectional studies on strength and physical disability have shown there to be positive associations between knee extensor strength and several parameters of physical disability (Judge et al., 1996; Langlois et al., 1996; Laukkanen et al., 1994; Rantanen et al., 1994; Rantanen et al., 1996; Satariano et al., 1996). Although these cross-sectional studies suggest that functional ability can be improved by exercise, this has not yet been confirmed in prospective studies. In their controlled studies, Skelton et al. (1995, 1996) observed only limited functional benefits of resistance programs for older women ($n=40$, $n=20$) that increased isometric knee extensor strength (mean increase of respectively 20% and 27%). Strength training in 105 people aged 68-85 years with mild impairments caused an increase in knee extension strength by 13% but did not improve gait speed and balance (Buchner et al., 1997). Other studies have shown that training programs aimed at increasing muscular strength did improve function. These studies mainly

involved very old, frail people with low baseline muscle strength (Buchner & de Lateur, 1991; Buchner, Beresford, Larson, LaCroix, & Wagner, 1992; Fiatarone et al., 1990; Young, 1986). It has been hypothesized that there is a threshold below which a reduction in strength is associated with a progressive decrease in lower extremity performance. Above this threshold an increase in strength substantially improves physiologic reserve but has only minimum effects on actual performance (Buchner, Larson, Wagner, Koepsell, & de Lateur, 1996; Judge et al., 1993). A recent study by Ferrucci et al. (1997) indicated that a certain threshold of muscle strength is important, but that other factors, such as medical conditions, health-related behaviors, psychological well-being, and socio-economic status, may have even more influence on lower extremity performance. These factors may have an important and complex role in determining whether functional ability can be improved by training programs. People may develop preferred movement patterns when they get older, such as getting up from a chair by using the strength of their arms. For this reason, increasing the strength of the legs may not necessarily improve the speed getting up from a chair. Skelton et al. (1995) suggested that functional ability can be improved by training specific aspects of functional tasks. Besides these objectively measured functional benefits, subjects in our study experienced an increase in their functional ability. A possible explanation is that a certain amount of functional gain may be obtained through the use of compensatory strategies that become possible only after strength is improved (Ferrucci et al., 1997).

Although our results should be regarded with caution because of the small sample size, we did find that the strength training program was beneficial. It should be noted that because of the small sample size no statistically significant improvement of a test does not mean that there is no effect of the program.

To conclude we found that our strength training program increased muscle strength of the knee extensors in older adults, an effect that lasted for 6 months. Some improvement in functional ability was observed, especially in the time to rise from a chair and walk three meters and for self-reported ADL/IADL activities related to lower extremity performances, and may be contribute to an improvement of independent living. Further research should concentrate on testing strength training programs in a high-risk group of dependency with an initially low knee extensor strength (< 50 Nm), and on unraveling the complex role of strength and other factors which influence lower extremity performance.

References

1. Aniansson, A., Rundgren, Å., & Sperling, L. (1980). Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med*, 12, 145-154.
2. Aniansson, A., Sperling, L., Rundgren, Å., & Lehnberg. (1983). Muscle function in 75-years-old men and women, a longitudinal study. *Scand J Rehab Med, suppl.* (9), 92-102.
3. Åstrand, P.-O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise.* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
4. Bassey, E. J., Bendall, M. J., & Pearson, M. (1988). Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci*, 74(1), 85-89.
5. Brown, A. B., McCartney, N., & Sale, D. G. (1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol*, 69(5), 1725-1733.
6. Buchner, D. M., Beresford, S. A., Larson, E. B., LaCroix, A. Z., & Wagner, E. H. (1992). Effects of physical activity on health status in older adults. II. Intervention studies. *Annu Rev Public Health*, 13, 469-488.
7. Buchner, D. M., Cress, M. E., de Lateur, B. J., Esselman, P. C., Margherita, A. J., Price, R., &
8. Wagner, E. H. (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(4), M218-24.
9. Buchner, D. M., Larson, E. B., Wagner, E. H., Koepsell, T. D., & de Lateur, B. J. (1996). Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing*, 25, 386-391.
10. Buchner, D. M., & de Lateur, B. J. (1991). The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults. *Ann Behav Med*, 13, 91-98. muscle strength (Buchner et al. 1991, Buchner et al., 1992; Fiatarone et al. 1990; Young, 1986)
11. Chandler, J. M., & Hadley, E. C. (1996). Exercise to improve physiologic and functional performance in old age. *Clin Geriatr Med*, 12(4), 761-784.
12. Ehrlsam, R., & Aeschlimann, A. (1994). [Muscle strength training in old age] Training der Muskelkraft im Alter. *Orthopade*, 23(1), 65-75.
13. Ferrucci, L., Guralnik, J. M., Buchner, D., Kasper, J., Lamb, S. E., Simonsick, E. M., Corti, M. C.,
14. Bandeen Roche, K., & Fried, L. P. (1997). Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(5), M275-85.
15. Fiatarone, M. A., & Evans, W. J. (1993). The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol*, 48, 77-83.
16. Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1990).
17. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263(22), 3029-3034.
18. Fisher, N. M., Gresham, G. E., Abrams, M., Hicks, J., Horrigan, D., & Pendergast, D. R. (1993). Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knees. *Arch Phys Med Rehabil*, 74(8), 840-847.
19. Fisher, N. M., Kame, V. D. J. r., Rouse, L., & Pendergast, D. R. (1994). Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil*, 73(6), 413-420.
20. Frontera, W. R., Meredith, C. N., O'Reilly, K. P., Knuttgen, H. G., & Evans, W. J. (1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 64(3), 1038-1044.
21. Grimby, G., Aniansson, A., Hedberg, M., Henning, G. B., Grangard, U., & Kvist, H. (1992). Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-old men. *J Appl Physiol*, 73(6), 2517-2523.
22. Hyatt, R. H., Whitelaw, M. N., Bhat, A., Scott, S., & Maxwell, J. D. (1990). Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing*, 19(5), 330-336.
23. Judge, J. O., Lindsey, C., Underwood, M., & Winsemius, D. (1993). Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther*, 73(4), 254-255.
24. Judge, J. O., Schechtman, K., & Cress, E. (1996). The relationship between physical performance measures and independence in instrumental activities of daily living. *J Am Geriatr Soc*, 44, 1332-1341.
25. Kempen, G.I., Miedema I., Ormel J., & Molenaar W. (1996). The assessment of disability with the groningen activity restriction scale. Conceptual framework and psychometric properties. *Soc Sci Med*, 43, 1610-1610.
26. Kempen, G. I., Steverink, N., Ormel, J., & Deeg, D. J. (1996). The assessment of ADL among frail elderly in an interview survey: self-report versus performance-based tests and determinants of discrepancies. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 51(5), P254-60.
27. Kreindler, H., Lewis, C. B., Rush, S., & Schaefer, K. (1989). Effects of three exercise protocols on strength of persons with osteoarthritis of the knee. *Top Geriatr Rehabil*, 4(3), 32-39.

28. Langlois, J. A., Maggi, S., Harris, T., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Pavan, M., Sartori, L., & Enzi, G. (1996). Self-report of difficulty in performing functional activities identifies a broad range of disability in old age. *J Am Geriatr Soc*, 44(12), 1421-1428.
29. Larsson, L. (1982). Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. *Med Sci Sports Exerc*, 14(3), 203-206.
30. Laukkanen, P., Era, P., Heikkinen, R. L., Suutama, T., Kauppinen, M., & Heikkinen, E. (1994). Factors related to carrying out everyday activities among elderly people aged 80. *Aging Clin Exp Res*, 6(6), 433-443. Kreindler, Lewis, Rush & Schaefer, 1989.
31. Lemmink, K. (1998). *De Groninger Fitheidstest voor ouderen: ontwikkeling van een meetinstrument*. (Thesis, University Groningen).
32. Mikesky, A. E., Topp, R., Wigglesworth, J. K., Harsha, D. M., & Edwards, J. E. (1994). Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol*, 69(4), 316-320.
33. Nichols, J. F., Omizo, D. K., Peterson, K. K., & Nelson, K. P. (1993). Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc*, 41(3), 205-210.
34. Odding, E. (1994). Locomotor disability in the elderly: an epidemiological study of its occurrence and determinants in a general population of 55 years and over. The Rotterdam Study. (Thesis Erasmus University Rotterdam). Alblasterdam: Haveka B.V.
35. Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39(2), 142-148.
36. Pyka, G., Lindenberger, E., Charette, S., & Marcus, R. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol*, 49(1), M22-M27.
37. Rantanen, T. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *J Am Geriatr Soc*, 45, 1439-1445.
38. Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1994). Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age Ageing*, 23(2), 132-137.
39. Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1996). Maximal isometric knee extension strength and stair-mounting ability in 75- and 80-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med*, 28, 89-93.
40. Rogers, M. A., & Evans, W. J. (1993). Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc Sport Sci Rev*, 21, 65-102.
41. Rossiter Fomoff, J. E., Wolf, S. L., Wolfson, L. I., & Buchner, D. M. (1995). A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50(6), M291-7.
42. Satariano, W. A., DeLorenze, G. N., Reed, D., & Schneider, E. L. (1996). Imbalance in an older population: an epidemiological analysis. *J Aging Health*, 8(3), 334-358.
43. Schilke, J. M., Johnson, G. O., Housh, T. J., & O'Dell, J. R. (1996). Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nursing Res*, 45(2), 68-72.
44. Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing*, 23(5), 371-377.
45. Skelton, D. A., & McLaughlin, A. W. (1996). Training functional ability in old age. *Physiotherapy*, 82(3), 159-167.
46. Skelton, D. A., Young, A., Greig, C. A., & Malbut, K. E. (1995). Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc*, 43(10), 1081-1087.
47. Suurmeijer, T. P., Doeglas, D. M., Moum, T., Briancon, S., Krol, B., Sanderman, R., Guillemin, F., Bjelle, A., & van den Heuvel, W. J. (1994). The Groningen Activity Restriction Scale for measuring disability: its utility in international comparisons. *Am J Public Health*, 84(8), 1270-1273.
48. Stamford, B. A. (1988). Exercise and the elderly. *Exerc Sport Sci Rev*, 16, 341-379.
49. US Department of Health and Human Services. (1996). *Physical activity and health: a report of the Surgeon General*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. Young, A. (1986). Exercise physiology in geriatric practice. *Acta Med Scand Suppl*, (711), 227-232.

Acknowledgments

This study was funded by "het Praeventiefonds" in the Netherlands. We thank Dr. M. Hopman-Rock for her useful comments on this manuscript.

**Bijlage 3 THE INFLUENCE OF THE INTENSITY OF
GUIDANCE ON IMPROVEMENT IN AN EXERCISE
PROGRAM FOR THE ELDERLY**

THE INFLUENCE OF THE INTENSITY OF GUIDANCE ON IMPROVEMENT IN AN EXERCISE PROGRAM FOR THE ELDERLY

Lysander Stemmerik, Marja Westhoff, Hendriek C. Boshuizen

This study was funded by the Health Research and Development Council of the Netherlands.

Abstract

- Objective: To investigate whether the effect of a strength-training program, intended to be carried out three times a week, is the same in a group of participants offered supervised sessions twice a week, as in a group supervised only once a week.
- Design: Randomized trial with a high guidance (HG) group (supervision twice a week; n=17), a medium guidance group (supervision once a week; n=16) and a control group (no exercise; n=16)
- Setting: Community of Zoetermeer, the Netherlands
- Participants: Community residents and residents of sheltered housing experiencing difficulty getting up from a chair and having a maximum knee-extensor torque - of both legs - below 87.5 Nm.
- Intervention: Three weekly training sessions, during a 10-week period. The HG-group attended two exercise classes a week, supervised by a physiotherapist and were asked to complete one unsupervised 'home session'. The MG-group attended only one supervised class leaving two home sessions a week. In three of the nine strength-training exercises elastic bands were used to regulate resistance.
- Measurements: Maximal isometric knee extensor torque, a 20m walking test, a timed get-up-and-go test, a balance test and a box-stepping test were done before and after the exercise program. All variables were assessed in the week prior to the start of the program (PRE) and during the two weeks following the program (POST). Maximal isometric knee-extensor torque was additionally measured during the 6th week of the program (T6).
- Results: Group values of maximal isometric knee strength (averaged for both legs) increased from 56.1 to 69.3 Nm in the HG group, from 57.4 to 65.6 Nm in the MG group and from 50.7 to 56.2 Nm in the Control group. The increase in the HG group is statistically significantly greater than that in the control group ($p=0.03$). Also there is a statistically significant trend of increasing strength with increasing guidance ($p=0.03$). Subgroup analysis showed that knee-extensor strength increased significantly ($p=0.02$.) with increasing guidance in the sub-group with low initial strength (< 52.5 Nm) but not in the sub-group with high initial strength. A decrease in time taken for the timed walking test was found in the HG group. The difference between the HG and C group was statistically significant ($p=0.02$), while a trend was observed between the HG and MG group ($p=0.06$). Although both experimental groups showed a reduction in time taken for the timed get-up-and-go test after the program, these changes did not differ statistically significant from those in the control subjects. No clear differences were seen in the other tests.
- Conclusion: The study indicates that guidance by physical therapists is an important factor in increasing strength and performance in functional tasks.

Introduction

In our society the number of elderly people is rapidly growing. Therefore age-related problems become an increasingly dominant phenomenon. Decline in the muscular strength in older people is often observed, and frequently ignored until weakness prevents the performance of functional tasks or contributes to a fall. One of the frequently occurring problems is a growing dependency on other people or medical facilities. The increasing use of care facilities involves a rise in medical costs as well. The importance of remaining independent to a greater age seems obvious.

In general an increase in strength is observed until the age of 20, followed by a decrease to about 70% of the maximum at the age of 70 (Åstrand and Rodahl, 1986). In some studies, strength increased until the age of 30, followed by a plateau to 50 years of age, after which a decline commences to about 60 % of the peak value at the age of 80 (Roger and Evans, 1993; Brown *et al.*, 1990). Cross-sectional studies have shown that, even in health, men and women across the age range 65 to 89 years have declining isometric knee extensor strength. An age-related decrease in strength between 1 and 2% per annum is observed (Skelton *et al.*, 1994; Aniansson *et al.*, 1983; Åstrand and Rodahl, 1986).

Part of the decline in muscular strength - between 30 to 40% according to Stamford (Stamford, 1988) is related to the natural process of ageing. The remaining part is caused by other factors, such as a general decline in customary activity (Backx, Swinkels and Bol, 1990; Bassey *et al.*, 1988; US Department of health and health services, 1996), disorders of the nervous- or musculo-skeletal systems or by nutritional deficiency (Bassey *et al.*, 1988; Hyatt *et al.*, 1990).

In several studies muscular strength is associated with physical disabilities (for instance in stair-climbing, rising from a chair and walking). Considering the importance of the use of the knee-extensors in these movements, it is to be expected that reduced knee-extensor strength is often accompanied by a higher prevalence of physical disabilities as was shown in several studies (McAlindon *et al.*, 1993; Laukkanen *et al.*, 1994; Hyatt *et al.*, 1990).

Luckily, improvement in (knee-extensor) strength due to exercise is not restricted to the young (Frontera *et al.*, 1988; Hartigan *et al.*, 1989; Charette *et al.*, 1991; Grimby *et al.*, 1992; Nichols *et al.*, 1993; Fiatarone and Evans, 1993; Judge *et al.*, 1993; Mikesky *et al.*, 1994; Lord and Castell, 1994; Ehrlsam and Aeschlimann, 1994; Häkkinen and Pakarinen, 1994; Sipilä and Suominen, 1995; Pyka *et al.*, 1994; Pendergast *et al.*, 1991). In general the basic training principles (intensity, duration and frequency) are also applicable to the elderly. One study (Fiatarone 1990) showed that even frail - institutionalized - elderly people could gain an increase in knee-extensor strength of 174% in eight weeks of training.

Considering the fact that a low knee-extensor strength is linked to a high prevalence of the aforementioned physical disabilities, it is quite possible that an increase in knee-extensor strength will lead to a decrease in these disabilities. In a preceding study (annex 2), participants in an exercise program showed a statistically significant greater increase in maximal isometric knee extensor strength and performance on a timed get-up-and-go test, compared to the control group.

The exercise program consisted of three weekly training sessions, two of which were group sessions supervised by a physical therapist. The remaining session had to be carried out at home.

The effect of exercise programs is determined by several factors, one of which is the guidance of the participants. Guidance is necessary to stimulate and motivate the participants, to assure that exercises are carried out correctly, and to protect participants from injury. The present study was designed to investigate whether the effect of the training program is the same in a group of participants supervised twice a week, as in a group that is supervised only once a week. If the latter turns out to be true, this would provide a more cost-effective way of implementing the exercise program. On the basis of the stimulatory and motivational role which the physical therapist probably plays, it might be expected that the opposite is true: i.e. the higher the amount of guidance, the higher the increase in performance.

Subjects & Methods

Exclusion criteria and subjects

Volunteers were recruited through advertisements in local newspapers and on local TV, and by mailing those living in a selected number of sheltered accommodation establishments. The advertisement and the letter emphasised that those interested in participating should experience difficulty in getting up from a chair. Furthermore, posters were displayed in the sheltered accommodation to draw the attention of elderly people visiting the building to participate in ongoing activities. On four consecutive mornings an introduction to the exercise program was given and the opportunity to be tested was offered. Subjects with a maximum knee-extensor torque - of both legs - exceeding 87.5 Nm were excluded from this study, because the exercise program was aimed at subjects at risk for disabilities due to lack of muscular power. Subjects were also excluded if they had a self-reported disease or condition that would be adversely affected by the exercises involved in the program.

If a subject fulfilled both criteria, participation in the exercise program was possible. After written informed consent, subjects were randomly allocated to one of three groups; a high guidance group (HG), a medium guidance group (MG) and a control group (C). The number of subjects in the control group was kept somewhat smaller than in the experimental groups because drop-out in the control group was expected to be smaller. After randomization, and before the actual program started, one subject dropped out of the HG group. She had not been able to come to the introduction and was admitted after a telephone call. During the screening she turned out to be too strong. All groups consisted of two separate subgroups of which the training and testing took place at two different locations. In table 1 an overview is given of the distribution of the subjects over the two locations. At the start of this study, in total 74 subjects participated, 4 of whom were males.

Table 1 number of female (f) and male (m) subjects per group. HG=High Guidance, MG=Medium Guidance, C=Control group.

	subgroup a	subgroup b	total		
	f	m	f	m	
HG	14	0	11	0	25
MG	14	1	11	1	27
C	10	2	10	0	22

Twenty subjects dropped out of an exercise group, while four control subjects did not complete all testing procedures. The main reasons for dropping out of an exercise group were illness (participant or partner) (n=9), conflict of interest with other activities - i.e. some subjects considered training three times a week too much of a good thing - (n=4) and pain during or after the exercises (n=4). Two subjects left the program without providing a reason and one subject did not complete the testing procedures because she could not overcome her fear of falling, stepping on or off the Quadriso tester. Drop-out in the control group was caused by the inconvenience of the tests (n=3), and death (n=1). Thus 50 subjects completed the study and all the testing procedures. One further subject (belonging to the control group) was excluded from the analysis because she showed little interest and was very uncooperative during the posttest. The extremely low maximal knee extensor force exerted during this test provided motive to leave these results out of the analysis. All analyses therefore are based on results from 49 subjects.

No statistically significant differences prior to the start of the program could be found between the groups (table 2).

Table 2: Subject characteristics of pre-test (Mean (s.d.))

	HG		MG		C	
	participants	drop-outs	participants	drop-outs	participants	drop-outs
n=	16	9	16	11	17	5
age (yrs)	80.0(6.7)	80.8(4.9)	79.3(7.0)	79.6(5.7)	77.2(6.5)	75.2(10.5)
weight (kg)	77.9(18.4)	69.3(14.7)	70.4(10.4)	70.2(7.9)	67.9(10.8)	68.8(8.4)
length (cm)	159(6)	159(6)	160(7)	157(5)	161(8)	161(5)
Max. isom. knee extensor torque (Nm)	50.4 (19.7)	58.9(35.8)	52.5(24.9)	47.9(23.4)	45.2(30.8)	13.9(15.7)
gender	f=16; m=0	f=9; m=0	f=14; m=2	f=11; m=0	f=15 m=2	f=5 m=0

Approval

The study was approved by the Medical Ethics Review Board of TNO. All subjects gave written informed consent before participation.

Interventions

The exercise program consisted of three weekly training sessions, during a 10 week period, for the exercise groups. The control group received no training and was asked to remain habitually

active. The two exercise groups differed in the amount of guidance. The high guidance group (HG) attended two exercise classes a week, supervised by a physical therapist and completed one unsupervised 'home session'. The medium guidance group (MG) attended only one supervised class leaving two home sessions a week. During the first week of training the MG group received two supervised sessions to get acquainted with the exercises. For the unsupervised sessions the subjects of the exercise groups received an instruction booklet, in which the exercises were described, so the subjects could do their home sessions independently. Furthermore an exercise diary was to be filled out to record the number of sets and repetitions achieved during each session, supervised as well as unsupervised.

Exercise class

Each of the training sessions started with a warming-up period of 10 minutes covering the large muscle groups. The strength component of the program consisted of 9 exercises, 6 of which could be done seated in a chair; two required standing behind the chair. For 3 exercises elastic bands (Lastic Bands, Enraf-Nonius, Delft, The Netherlands) were used to regulate resistance. The intensity of these exercises was established individually for each subject, using Lastic Bands with different resistance. Resistance of the elastic bands was chosen so that the subject was not quite able to complete the full three sets of four repetitions. Once a subject was able to complete three sets of eight repetitions of an exercise, the resistance was increased (i.e. a Lastic Band with higher resistance was used) and the number of repetitions reduced. The intensity of the other exercises was individually tailored as well. The number of repetitions was chosen so that the subject could not quite complete three sets, with a maximum of 8 repetitions. The 40-minute long strengthening component of the training session was followed by a 10-minute cooling-down period. All exercises were chosen for their expected effectiveness, safety and ease of learning. All exercises are shown in table 1 of annex 1. The resistance of the elastic bands used was to be written down in the exercise diary as well.

Measurements

Maximal isometric knee extensor torque, a 20 meter walking test, a timed get-up-and-go test, a balance test and a box-stepping test were done before and after the exercise program. All variables were assessed in the week prior to the start of the program (PRE) and during the two weeks following the program (POST), except for length - which was measured only once (PRE) - and maximal knee-extensor torque which was additionally measured during the 6th week of the program (T6).

Anthropometrics

Height was measured in centimeters, using a tape-measure.

Body weight was measured in kilograms using scales and rounded to the nearest half kilogram (skirt/trousers and shoes removed).

The medical questionnaire consisted of 10 questions about physical complaints -mainly directed at the lower extremities - and physical therapy treatment, history of illness and operations and recent use of medication.

GARS questionnaire Suurmeijer *et al.*, 1994, Kempen, 1996a) contained 18 questions concerning functioning in activities of daily living (ADL) and instrumental activities of daily living (IADL). Items were measured on a 4-point scale, ranging from 1 (I can do fully independently without any difficulties) to 4 (I cannot do fully independently, only with someone's help). This test has good psychometric characteristics. The internal reliability estimate (Cronbach's alpha) is 0.91 (Kempen, 1996b).

In this study the sum of the 6 items specifically associated with knee functioning, was computed as well. These items were:

- Are you able to get in/out of bed fully independently of others?
- Are you able to rise from a chair fully independently of others?
- Are you able to get on and off the toilet fully independently of others ?
- Are you able to get around in your home fully independently of others?
- Are you able to go up and down the stairs fully independently of others?
- Are you able to walk outdoors fully independently of others?

Maximal isometric knee-extensor torque was measured using a Quadriso-tester (RUG/BMTC, Groningen; see figure 2) at 90° flexion of the hip and knee (Lemmink, 1998). Subjects were asked to gradually increase force to the maximum. Force was exerted on a shin-guard which was connected to a force transducer by a strap (figure 1 of annex 1). Three trials were made per leg, excluding the trials in which the subjects applied explosive force. Between trials one minute's rest was taken. The highest scores of right and left leg were averaged and used for further analysis.

Functional tasks

Timed Walking Test (TWT): subjects were asked to walk to a mark ten metres away, turn around and walk back. Total time, including the turn, to complete the 20m was measured in seconds and rounded to one digit.

Timed Get-up-and-Go test (TGG) (Podsiadlo *et al.*, 1991) subjects were seated in a chair and asked to rise (using arm-rests as usual), walk forward to a mark 3 metres away, turn around and return to the chair and be seated again. The time from rising from the seat to contact with the back of the seat (or sitting comfortably) was measured.

Chair Rise (CR): Subjects were asked to sit with their back to the back of the seat and rise with their arms crossed and be seated again. The time taken to complete the task was measured. If the subjects failed to rise they were allowed to use their arms, which was recorded.

Box stepping test (BS): (Aniansion *et al.*, 1980; Skelton, 1995) Subjects were asked to step onto three stacked blocks, each 5 cm high. If they succeeded, the height was increased until either

their maximum potential was reached, or all ten blocks were used. The maximum height was recorded.

Balance test: (Rossiter-Formhoff *et al.*, 1995) consisted of three separate tests. Subjects were asked to stand for 10 seconds in three different poses: parallel stance, semi-tandem stance and tandem stance. Whether or not the subject could achieve the stance was recorded, and if so for how long (with a maximum of 10 seconds). Possible score was from 1 (no stance could be achieved) to 6 (all stances were maintained for 10 seconds). To increase sensitivity, we also considered the time the tandem stance could be maintained (in seconds) as a separate outcome measurement.

For all tests, except for the questionnaires, whether the subjects felt pain or not was recorded, using a four point scale (1 = no pain, 4 = draw back reaction or grimace) and, if the subject felt pain, the location was written down (knee, hip, or elsewhere).

Statistical analysis

Data analysis included the computation of descriptive statistics of subject demographics (mean, standard deviation (SD)) and of all other variables. The 95% confidence interval (CI) based on a paired t-test was given for the effects in the exercise and control group. A MANOVA design for repeated measurements was used to test for differences between pre- and post-tests by looking at the significant of the interaction term between group and time. For the analysis of the increase in knee extensor strength (measured three times) a multilevel model was used (Raudenbush, 1993). As the increase in strength after 6 weeks of training hardly differed from the increase after the entire 10 weeks of training (table 4), pre-test measurements were contrasted with the measurements at 6 weeks and at the post-test measurements. A greater increase in performance was expected in the exercise groups (MG and HG) than in the control group. The increase in the HG group was, in turn, expected to be greater than the increase in the MG group. Hence, one-tailed tests for significances were used.

Because the exercise program was specifically designed for subjects with (very) low knee-extensor torque, analysis was not only done for the groups as a whole. The groups were also split according to the initial level of strength of the participants (cut-off point: 52.5 Nm). Whenever the results for the groups with high/low initial strength differ from group results this will be pointed out.

Results

Compliance

According to the registration of the physical therapist, attendance of group sessions ranged from 35 to 100 % in the HG group (mean 73%) and from 27 to 100% in the MG group (mean 76%; see table 3).

Table 3 Mean percentages (range) of sessions executed in the high guidance (HG) and medium guidance (MG) group

	group session	home session	total
HG	73(35-100)	90(10-130)	79(57-100)
MG	76(27-100)	72(16-100)	72(20-93)

The difference in attendance is not statistically significant. In the exercise diaries the participants recorded how many home sessions they completed, and what exercises they did (number of sets and repetitions performed). According to this registration between 10 and 130% (mean 90%) of the home sessions were carried out in the HG group. Values above 100% for the homesessions are due to subjects who made up for the missed group sessions at home. In the MG group the home sessions were executed 72% of the time (range 16 - 100%). Of the 30 possible sessions (i.e. group- and home-sessions together) the HG group executed 24 sessions (79%, range 57 - 100%) and the MG group 22 sessions (72%, range 20 - 93%). The registration of the number of sets and repetitions appeared to be questionable. Apparently the participants had trouble filling out the schedules. The most common mistake observed was for the number of repetitions performed; several participants ticked all boxes indicating that 5, 6, 7 and 8 repetitions were done. Therefore analysis of diaries was not performed, except for the number of sessions and the use of the elastic bands. This is justified by the observation that there was no statistical difference between the number of group sessions the participants reported they had attended and the number registered by the physical therapist. For each week the subjects had to write down which color (i.e. resistance) of elastic band they used. This did not cause any problems at all. In figure 1 the percentage of the type of band used in each week is represented.

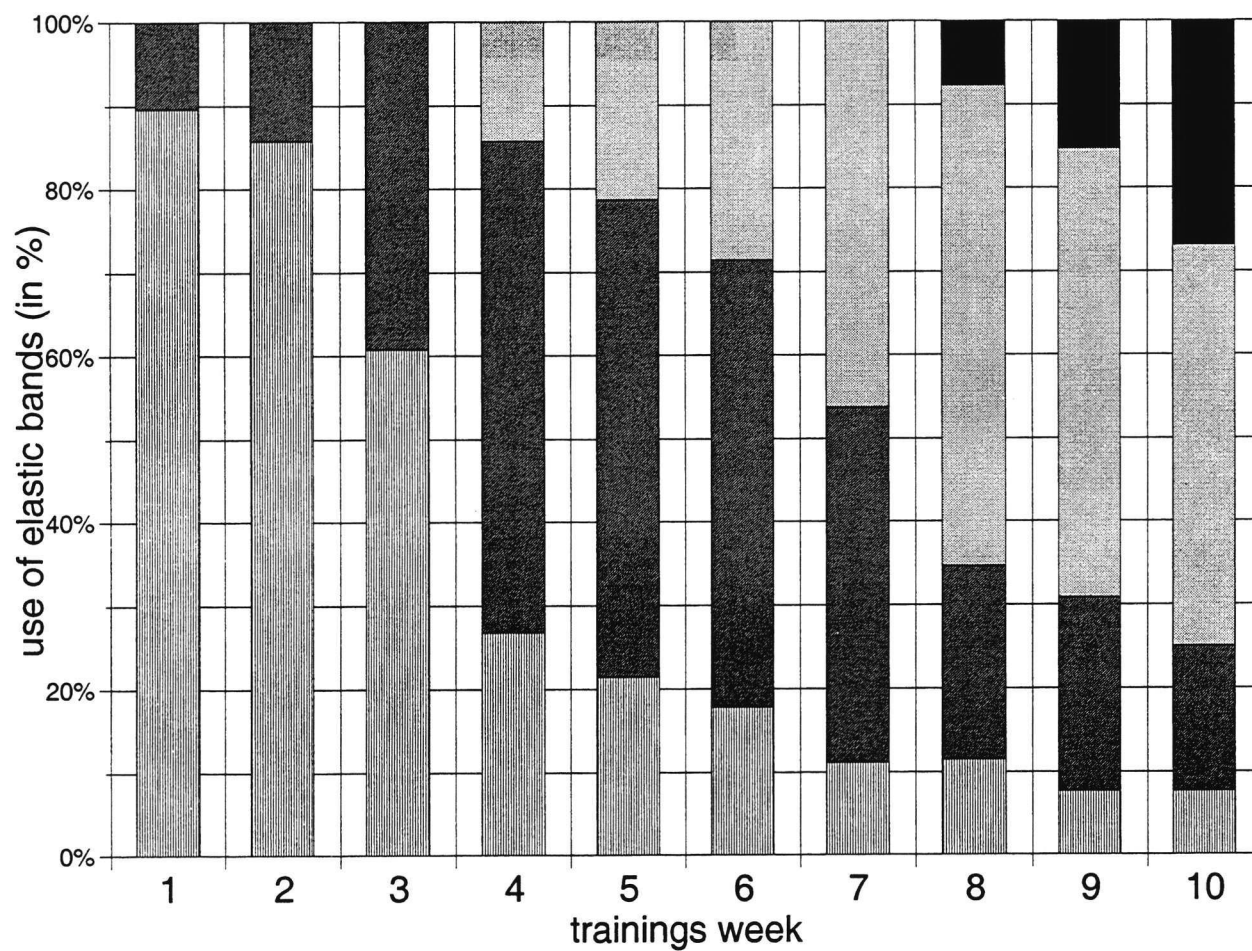


Figure 1 The resistance value of the elastic bands used by the participants during the training program. The resistance of the elastic bands at 100% stretch increased from 2 kg (fine stripes) to 3.5 kg (dark gray), 4.5 kg (light gray) and 6.8 kg (black).

Strength

Group values of maximal isometric knee strength (averaged for both legs) increased from 56.1 to 69.3 Nm in the HG group, from 57.4 to 65.6 Nm in the MG group and from 50.7 to 56.2 Nm in the Control group (table 4). Comparison of pre- and post- values proved to be significant ($p=0.001$) for the HG group using a paired t-test (one-sided). In a random effect model contrasting the measurements before the training with those during and after the training, the increase in the HG group is statistically significantly larger than that in the control group ($p=0.03$). Also there is a statistically significant trend of increasing strength with increasing guidance ($p=0.03$).

Table 4: Mean (standard deviation) values for maximal knee extensor torque (Nm), before (pre), during (6 wk) and after (post) the 10-week long exercise program, separately for subjects with low initial torque (L (≤ 52.5 Nm)) and subjects with high initial torque (H (> 52.5 Nm)). Mean percentage of change (% incr.) from pre-training to post-training is given, together with its 95% confidence interval

	pre	(sd)	wk 6	(sd)	post	(sd)	D%	(95% CI)	p-value (1-sided)
HG (n=16)	56.10	19.9	69.8	18.2	69.3	17.2	23.6	(9.7;37.6)	0.001
HGL	32.9	16.6	53.2	12.7	53.4	15.1	62.1	(17.3;106.8)	0.009
HGH	66.6	9.7	77.3	15.3	76.6	12.9	15.0	(-0.2;30.2)	0.026
MG (n=16)	57.4	23.1	68.6	20.0	65.6	20.5	14.3	(-3.5;31.9)	0.055
MGL	36.2	15.2	56.0	22.8	54.2	24.3	49.6	(-9.4;108.5)	0.043
MGH	73.9	11.2	78.5	10.6	74.5	11.8	0.7	(-11.5;12.9)	0.447
C (n=17)	50.7	28.2	55.0	27.0	56.2	29.4	10.8	(-4.1;25.7)	0.073
CL	22.7	14.1	27.9	12.7	25.9	13.8	13.9	(-31.4;59.2)	0.241
CH	70.3	15.6	73.9	14.7	77.4	13.9	10.1	(-7.4;27.6)	0.113

According to the general training principles (Åstrand and Rodahl, 1986) a greater increase in strength was expected in the subjects with a low initial strength (L). Looking at table 4 this supposition is confirmed. In the random effect model knee-extensor strength increased significantly with increasing guidance in the sub-group with low initial strengths ($p=0.02$), but not in the sub-group with high initial strength. Also the strength both in the High Guidance group with low initial strength (HGL) and in the medium guidance with low initial strength (MGL) increased significantly more than in the control subjects with low initial strength (CL) ($p=0.01$ and $p=0.02$ respectively).

GARS-questionnaire and functional tests

In table 5 an overview of the scores in ADL/IADL activities, balance test and functional abilities is given for all groups. No significant changes occurred in the general GARS sum scores. For the specific scores an increase was found in the MG group, pointing to an increase of problems with functional tasks - in which knee function plays an important part - after the program. The increase was only found in the subjects with high initial strength.

Table 5: Scores in functional tasks before, halfway through and after the exercise program and standard deviations, percentage of change (D%), 95% confidence intervals of this change, and one-sided p-values of this change for subjects in the High Guidance (HG), Medium Guidance (MG) and Control group (C).

HG (n=16)							
	pre	(sd)	post	(sd)	D%	(95% CI)	p-value
GARS general	27.44	-8.98	27.25	-9.57	-0.68	(-6.5;5.1)	0.40
GARS specific	8.44	-3.22	8.94	-3.49	5.93	(-3.2;16.4)	0.94
20m walking test	29.09	-13.58	25.16	-8.21	-13.51	(25.1;-1.9)	0.01
Chair rise	5.11	-2.03	4.45	-1.31	-12.80	(-33.4;7.8)	0.10
Box step	23.67	-10.77	26.00	-8.90	9.86	(-4.7;24.4)	0.08
TGG	15.25	-7.48	14.01	-7.45	-8.10	(-13.7;-2.5)	<0.01
Balance (grade)	4.87	-1.19	4.80	-1.01	-1.37	(-13.9;11.1)	0.41
Tandem stance	5.11	-4.60	3.87	-4.27	-24.23	(-78.5;30.1)	0.82
MG (n=16)							
	pre	(sd)	post	(sd)	D%	(95% CI)	p-value
GARS general	27.00	-8.97	26.50	-7.22	-1.85	(-17.4;13.7)	0.40
GARS specific	7.38	-1.41	8.44	-2.34	14.41	(-10.5;22.4)	0.98
20 m walking test	27.40	-7.25	26.39	-7.59	-3.70	(-11.1;3.7)	0.15
Chair rise	4.32	-1.32	4.89	-1.49	13.17	(-4.6;31.0)	0.93
Box step	28.75	-12.45	31.88	-7.93	10.87	(-2.2;23.9)	0.05
TGG	14.01	-3.40	13.56	-3.48	-3.17	(-10.7;4.4)	0.19
Balance (grade)	5.38	-0.72	5.38	-0.89	0.0	(-10.2;10.2)	0.50
Tandem stance	7.14	-3.56	8.00	-3.48	11.99	(-21.6;45.6)	0.23
Controls (n=17)							
	pre	(sd)	post	(sd)	D%	(95% CI)	p-value
GARS general	27.47	-7.50	28.18	-7.91	2.57	(-4.5;9.6)	0.77
GARS specific	9.12	-2.37	9.24	-2.97	1.29	(-14.9;8.2)	0.58
20 m walking test	30.33	-14.68	31.86	-20.40	5.06	(-7.8;17.9)	0.79
Chair rise	7.08	-4.09	6.90	-4.96	-2.52	(-47.5;42.4)	0.45
Box step	25.29	-13.63	27.06	-8.11	6.98	(-13.3;27.3)	0.24
TGG	17.42	-8.37	17.48	-10.48	0.34	(-11.0;11.7)	0.52
Balance (grade)	4.76	-1.09	4.53	-1.46	-4.94	(-16.7;6.8)	0.81
Tandem stance	4.18	-4.26	4.58	-4.89	9.42	(-26.7;45.5)	0.29

A decrease in the time taken for the timed walking test was found in the exercise groups. Average change in the HG group was - 13.5% (range from 29.1 to 25.2 seconds) and -3.7% in the MG group (range 27.4 to 26.4 seconds). The control group showed an average increase of 5.1% (from 30.3 to 31.9 seconds). The difference between the HG and C group was statistically significant ($p=0.02$), while the difference between HG and MG group was of borderline significance ($p=0.06$).

Although both exercise groups showed a reduction in the time taken for the timed-get-up-and-go test after the program (-8.1% and -3.2% for the HG and MG groups respectively), none of these changes were statistically significantly different from the slight increase in time taken by the control subjects (0.3%). The pre- and post-test values of the HG group differed statistically significantly using a paired t-test ($p=0.004$).

The chair rise test yielded conflicting results. In the HG group performance improved (i.e. a reduction in the time taken) by -12.8% while the MG group took more time in the post-test (+13.2%). The control subjects hardly changed (-2.5%). None of these changes within groups were statistically significant. The changes between groups were not statistically significant either.

A slight increase in performance could be observed in all three groups for the box-stepping test (none of them statistically significant). The same holds true for the grade scored in the balance test; no statistically significant changes were found, not even in the most discriminative part of the balance test, the tandem stance.

Discussion

The development of knee extensor strength observed in this study is in the expected direction: the increase in strength is greater in the HG than in the MG group. Only the increase in the HG group is statistically greater than the increase in the control group. The increase is more pronounced in those with low initial strength.

The design of the present study was based on a power analysis of the data of a previous study, (annex 2) in which the exercise group corresponded with the HG group of this study. Compared with the previous study the mean increase of strength in the control subjects is about equal to the increase observed in this study (13% vs 11% respectively). In the exercise group however, the mean increase in strength was much higher in the previous study than in the HG group of this study (54% vs 24% respectively). The size of this study is adequate to detect (when testing one-sided) a 15% difference in the increase of strength between two groups with a power of 80%, which was deemed adequate in view of the 41% difference observed between exercise and control group in the previous study. It is not adequate, however, to detect a difference between 21% (HG) and 14% (MG) as observed in this study and thus to fully substantiate statistically a higher increase in the HG group than in the MG group.

Although the intensity of the exercise program was individually determined and adjusted, the main increase in strength took place in the first five weeks of the program (table 4). The same was observed in the previous study. Because of the lack of increase in strength during the second half of the program, the suggestion might be made that the overload needed to establish an increase in strength was not imposed throughout the whole 10 weeks. During the whole program, the participants used elastic bands with increasing resistance (figure 3). Thus, looking at the exercise in which the elastic bands are used, the thought that the intensity might be too low to provide an overload is not substantiated. The intensity of the remaining six exercises was varied in the number of sets and repetitions. The participants registered the number of sets and repetitions

they performed in their exercise diaries. This registration, unfortunately, turned out to be too unreliable to use. However, the opinion of the physical therapists was that the maximum of 8 repetitions was already reached after approximately two weeks of training. From this point onwards there was no possibility of increasing the intensity of the six exercises in which no elastic bands were used. Hence, for two thirds of the exercises there was no possibility of increasing the intensity after two or three weeks. For future programs it might be beneficial to find a way to create the possibility of increasing the intensity of the exercises throughout the entire program.

The compliance observed in the exercise groups is comparable to that observed in similar programs. Values in the literature are between 74% (Gori *et al.*, 1984), 77% (Ewart *et al.*, 1986) and 87% (Pollock *et al.*, 1991). Between the two exercise groups there was only a small, not significant difference in the total number of exercise sessions they completed (group sessions and home sessions together). It is not unlikely that the group sessions are more intense than the home sessions. Subjects are stimulated to do well by the physical therapist and the other participants, while subjects might be more prone to slackening during the home sessions. Therefore it might be true that it is not merely the number of sessions in general, but the intensity of the sessions that plays a decisive part in bringing about an increase in strength.

Looking at the two functional tasks that increased significantly in the HG group (the 20m walking test and the timed get-up-and-go test), the same trends are observed as for strength. The power of this study, however, is too small to substantiate this statistically.

Most of the participants in the actual exercise program were very enthusiastic. Difficulties in stair-climbing and walking were reported to lessen during the course of the program and subjects said they were more flexible in their movements. This could indicate that the performance tests used here were not sensitive enough to pick up these subjectively experienced improvements in stair-climbing or walking ability. On the other hand, these (subjective) findings might also be attributable to the attention given to the subjects (i.e. a placebo effect).

With respect to the lesser increase in strength - compared with the previous study - in the exercise groups, one of the possible explanations is the fact that the stimulatory role of the physical therapist and/or research team becomes less when the program is on a larger scale. In the previous study there was only one exercise group and one control group. Because the previous exercise program was done at one location only, the researchers visited the program more often and the contact between subjects, physical therapist and research team may have been more personal. Hence, the intensity of guidance in the previous study, might have been higher due to the smaller total number of participants.

One of the findings of this study is that knee-extensor strength did not only increase in the exercise groups, but in the control group as well. Different reasons for the increase in strength in the control group can be postulated, one of which is seasonal influence. This study started at the end of March and the post testing was done in the first two weeks of June. An increase in bodily exercise in springtime is not unlikely to occur. However, a similar increase in strength was seen

in our previous study which took place from September to December. Hence, a seasonal influence does not seem very likely. Another possibility is a learning effect. The force exertion on the shin-guard was a strange experience for all subjects. They were given several trials to get used to the phenomenon but there is a possibility that a learning effect occurred which leads to higher forces in the tests in week 6 and after the end of the program. Moreover, all our participants, exercise as well as control subjects, were enlisted in the same way. Most of them lived in one of the sheltered accommodation establishments in which the program was organized. The possibility exists that (stories about) activities of the participants on the exercise program stimulated control subjects to become more active.

Before implementing this exercise program the exercises should be reviewed once more. Especially the individual adjustments of the exercises in which no elastic bands are used must be reconsidered. Furthermore, the increase in subjects with a low initial strength is much more pronounced than in the subjects with a high initial strength. Therefore, criteria for admittance must be reconsidered as well. A threshold value of about 50 Nm for knee-extensor strength will probably influence the results positively.

Although the power of this study is not high enough to fully substantiate statistically the finding that the HG group increases more in strength than the MG group, in our opinion the data nevertheless are indicative of a higher amount of guidance by physical therapists resulting in a higher increase in strength during the 10-week long exercise program. As increasing performance was observed in two functional tasks following the training program, such training may also play a role in increasing performance in functional tasks.

Acknowledgments

We wish to thank Elise van Rooij for her help in organizing the trial. The study was funded by the Health Research and Development Council of the Netherlands.

References

1. Åstrand P-O; Rodahl K. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1986.
2. Rogers MA, Evans WJ. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc.Sport.Sci.Rev.* 1993;21:65-102.
3. Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 1990;69(5):1725-33.
4. Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing* 1994;23(5):371-7.
5. Aniansson A, Sperling L, Rundgren Å, Lehnberg. Muscle function in 75-years-old men and women, a longitudinal study. *Scand J Rehab Med, suppl.* 1983;(9):92-102.
6. Stamford BA. Exercise and the elderly. *Exerc Sport Sci Rev* 1988;16:341-79.
7. Backx FJG, Swinkels H, Bol E. Hoe lichamelijk (in)actief zijn Nederlandse volwassenen in hun vrije tijd? *Maandber Gezondheidsstat* 1994;13(3):4-16.
8. Bassey EJ, Bendall MJ, Pearson M. Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci.* 1988;74(1):85-9.
9. Hyatt RH, Whitelaw MN, Bhat A, Scott S, Maxwell JD. Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing* 1990;19(5):330-6.
10. McAlindon TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann.Rheum.Dis.* 1993;52(4):258-62.
11. Laukkanen P, Era P, Heikkinen RL, Suutama T, Kauppinen M, Heikkinen E. Factors related to carrying out everyday activities among elderly people aged 80. *Aging Clin Exp Res* 1994;6(6):433-43.
12. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64(3):1038-44.
13. Hartigan C, Persing JA, Williamson SC, et al. An overview of muscle strengthening. *J Burn Care & Rehabil* 1989;10(3):251-7.
14. Charette SL, McEvoy L, Pyka G, Snow Harter C, Guido D, Wiswell RA, Marcus R. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol* 1991;70(5):1912-6.
15. Grimby G, Aniansson A, Hedberg M, Henning GB, Grangard U, Kvist H. Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84- yr-old men. *J Appl Physiol* 1992;73(6):2517-23.
16. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc* 1993;41(3):205-10.
17. Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol* 1993;48:77-83.
18. Judge JO, Underwood M, Gennosa T. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 1993;74(4):400-6.
19. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, Harsha DM, Edwards JE. Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol* 1994;69(4):316-20.
20. Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(6):648-52.
21. Ehrlsam R, Aeschlimann A. [Muscle strength training in old age] *Training der Muskelkraft im Alter.* *Orthopäde* 1994;23(1):65-75.
22. Hakkinen K, Pakarinen A. Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. *Acta Physiol Scand* 1994;150(2):211-9.
23. Sipilä S, Suominen H. Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. *J Appl Physiol* 1995;78(1):334-40.
24. Pyka G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol* 1994;49(1):M22-M27.
25. Pendergast DR, Fisher NM, Calkins E. Cardiovascular, neuromuscular, and metabolic alterations with age leading to frailty. *J Gerontol.* 1993;48 Spec No:61-7.
26. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990;263(22):3029-34.
27. Westhoff MH, Stemmerik L, Boshuizen HC. Effects of a tailor-made strength training program on knee extensor strength and functional ability of community living people aged 65 years and older. *J Aging Phys Activity* 1999;(submitted)

28. Suurmeijer TP, Doeglas DM, Moum T, Briancon S, Krol B, Sanderman R, Guillemin F, Bjelle A, van den Heuvel WJ. The Groningen Activity Restriction Scale for measuring disability: its utility in international comparisons. *Am J Public Health* 1994;84(8):1270-3.
29. Kempen GI, Steverink N, Ormel J, Deeg DJ. The assessment of ADL among frail elderly in an interview survey: self-report versus performance-based tests and determinants of discrepancies. *J Gerontol.B.Psychol.Sci.Soc Sci.* 1996a;51(5):P254-60.
30. Kempen GI, Miedema I, Ormel J, Molenaar W. The assessment of disability with the Groningen Activity Restriction Scale. Conceptual framework and psychometric properties. *Soc Sci.Med.* 1996b;43(11):1601-10.
31. Lemmink K. De Groninger Fitheidstest voor ouderen: ontwikkeling van een meetinstrument. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 1998.
32. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-8.
32. Aniansson A, Rundgren Å, Sperling L. Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. *Scand J Rehabil Med* 1980;12:145-54.
33. Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc* 1995;43(10):1081-7.
34. Rossiter Fornoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, Buchner DM. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. J Gerontol.A.Biol.Sci.Med.Sci.* 1995;50(6):M291-7.
35. Raudenbush SW, Edwards L, editors. *Applied analysis of variance in behavioral science*. New York: Marcel Dekker; 1993; Hierarchical linear models as generalizations of certain common experimental designs. p. 459-96.
36. Gori P, Pivotti F, Masi N, Zucconi V, Scardi S. Compliance with cardiac rehabilitation in the elderly. *Eur Heart J* 1984;5:109-11.
37. Ewart CK, Stewart KJ, Gillilan RE, Kelemen MH. Self-efficacy mediates strength gains during circuit weight training in men with coronary artery disease. *Med.Sci.Sports Exerc.* 1986;18(5):531-40.
38. Pollock ML, Carroll JF, Graves JE, Leggett SH, Braith RW, Limacher M, Hagberg JM. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(10):1194-200.

Bijlage 4 VERGELIJKING QUADRISO-TESTER MET HAND- HELD DYNAMOMETER

VERGELIJKING QUADRISO-TESTER MET HAND-HELD DYNAMOMETER

In fase twee van deze studie zijn gedurende een aantal meetsessies isometrische krachtmetingen uitgevoerd met zowel de QUADRISO-tester als met een hand-held dynamometer.

Fase twee van het onderzoek omvatte drie verschillende groepen ouderen:

- groep O1: Een groep van acht ouderen uit Oestgeest, die gedurende twaalf weken deelnamen aan het trainingsprogramma. Van deze groep viel één persoon direct af (nog voor de voormeting), twee personen stopten na twee weken en één persoon na vier weken, zodat vier personen het programma voltooiden, terwijl van zeven personen voormetingen beschikbaar zijn. In deze groep werden zowel de voormeting als de nameting met zowel de QUADRISO-tester als de hand-held dynamometer uitgevoerd.
- groep O2: een groep van oorspronkelijk acht ouderen uit Leiderdorp die gedurende tien weken deelnamen aan het trainingsprogramma. In deze groep stopte slechts één persoon al snel na het begin van het programma. In deze groep werden zowel de voormeting, de tussenmeting (na zes weken) als de nameting verricht met zowel de QUADRISO-tester als de hand-held dynamometer.
- groep C: een groep van vijf ouderen uit Lisse, die niet deelname aan het trainingsprogramma. Deze groep was oorspronkelijk bedoeld als (niet gerandomiseerde) controlegroep. Uiteindelijk is ervan afgezien om deze groep als controlegroep in het onderzoek te betrekken, omdat de krachtmeting met de QUADRISO-tester bij de voormeting in deze groep mislukte vanwege een technisch mankement van de apparatuur. Bovendien bleek de groep nogal sterk te verschillen van de twee oefengroepen (met name wat betreft beginkracht). Van deze groep stopte één persoon na deelname aan de eerste meting. De opzet was dat in deze groep de voormeting, de tussenmeting (na zes weken) en de nameting verricht zouden worden met zowel de QUADRISO-tester als de hand-held dynamometer. Van deze groep zijn alleen de tussenmetingen en nametingen aanwezig.

In onderstaand schema is aangegeven op welke momenten dubbele metingen (met QUADRISO-tester en hand-held dynamometer) aanwezig zijn:

Groep	Voormeting	Tussenmeting	Nameting
O1	7	-	4
O2	8	7	7
C	-	4	4

Meetmethoden

In de meetsessie werd de isometrische krachtmeting met de hand-held dynamometer eerst uitgevoerd. Daarna werden lengte en gewicht van de proefpersoon gemeten, de beweeglijkheid van de gewrichten bepaald, de lenigheid (tenen-reik test) vastgesteld en werd een vragenlijst afgenomen. Dit geeft de spieren enige gelegenheid zich te herstellen van de inspanning. Daarna vonden de krachtmetingen met de QUADRISO-tester plaats. In beide gevallen zat de persoon op de teststoel van de QUADRISO-tester, werden er per been vier pogingen gedaan en werd tussen de pogingen telkens 30 seconden rust in acht genomen. Bij de hand-held dynamometer werd afwisselend het linker- en het rechterbeen gemeten. De meer inspanningsvereisende functionele testen werden na afloop van de krachtmetingen afgenomen.

De hand-held dynamometer werd op dezelfde plek op het scheenbeen geplaatst als de fixatieband van de QUADRISO-tester. De uitkomsten werden omgerekend naar Nm door vermenigvuldiging met 0,35 m. Van de vier metingen per been werd het maximum genomen. In de latere fasen van de studie werd volstaan met slechts drie metingen per been. Om te bezien wat de invloed daarvan is, zullen ook gegevens worden gepresenteerd gebaseerd op het maximum van de eerste drie metingen.

Tabel 1 geeft een overzicht van meetresultaten ter vergelijking van de resultaten op grond van de eerste drie metingen en op grond van alle vier metingen. Wanneer de vierde poging wordt meegenomen, blijkt dat het meetresultaat met de hand-held dynamometer 1,3% hoger uitvalt, en dat met de QUADRISO-tester 1,6%. De hoogste waarde werd gemeten bij de vierde poging tijdens 21% van de metingen met de hand-held dynamometer, en tijdens 27% van de metingen met de QUADRISO-tester. Dit wijkt niet statistisch significant af van de 25% die verwacht wordt wanneer alle 4 pogingen een gelijke kans hebben om de hoogste waarde te registreren.

Tabel 1 Meetresultaten: vergelijking maximum eerste drie pogingen en maximum van alle vier de pogingen.

		Hand-held dynamometer			QUADRISO-tester		
meting		maximum 3 pogingen	maximum 4 pogingen	poging 4 = hoogste	maximum 3 pogingen	maximum 4 pogingen	poging 4 = hoogste
voor	li	58,9	58,9	0	79,3	81,59	4
(n=15)	re	59,4	60,1	3	80,2	81,46	2
tussen	li	60,2	60,7	1	100,9	102,7	3
(n=11)	re	61,6	63,1	3	106,5	107,9	3
na	li	73,2	73,9	5	104,4	105,5	5
(n=15)	re	76,1	77,8	5	108,6	110,4	5
Gemiddeld		65,3	66,1	17	96,0	97,5	22
(n=82)							

De uitkomsten van beide methoden zijn op de volgende punten vergeleken:

1. Geeft één van de twee meetmethoden een significant hogere uitkomst?
Het doel van de metingen is om de maximale kracht te meten. Op zich kunnen we ervan uitgaan dat beide meetinstrumenten in staat zijn kracht op zich goed te registreren. Er zouden echter toch verschillen kunnen zijn, die met name worden veroorzaakt doordat de situatie wisselt, waarin proefpersonen die kracht moeten uitoefenen: bij de hand-held dynamometer moet de dynamometer in de hand van de proefleider worden weggeduwd; bij de QUADRISO-tester moet met de enkel aan een band worden getrokken. In principe is de methode die de hoogste kracht oplevert de beste.
2. Welke methode heeft de beste test-hertest betrouwbaarheid?
Dit kan alleen worden vastgesteld bij die proefpersonen waarvan de spierkracht bij de test-hertest periode in principe niet verandert, dus bij de controlegroep. Helaas betreft dit slechts een zeer kleine groep.
3. Welke methode is het meest sensitief voor het meten van veranderingen door training?
Aangezien beide methoden dezelfde uitkomst meten (kracht), zal dit in dit geval de methode met de beste test-hertest betrouwbaarheid zijn. Dit wordt echter ook afzonderlijk in kaart gebracht.

Resultaten

Metten van maximale isometrische kracht

Tabel 2 geeft een overzicht van de hoogte van de uitkomsten. Daaruit blijkt dat de waarden gemeten met de QUADRISO-tester hoger zijn dan die gemeten met de hand-held dynamometer. Daarbij levert het meten met de QUADRISO-tester tevens een hogere standaarddeviatie; in absolute zin, en in het merendeel van de gevallen ook in relatieve zin. Dit betekent dat met de QUADRISO-tester grotere verschillen tussen personen worden gemeten dan met de hand-held dynamometer. Dit zou er op kunnen wijzen dat het onderscheidend vermogen van meten met de QUADRISO-tester groter is.

Tabel 2a Maximumkracht (in Nm) van eerste vier pogingen, zoals gemeten met de hand-held dynamometer versus met de QUADRISO-tester

		hand-held dynamometer			QUADRISO-tester			verschil*
		gem.	S.D.	S.D. in %	gem.	S.D.	S.D. in %	p-waarde
voormeting (n=15)	links	58,9	23,3	39,5	81,5	35,3	43,4	0,04
	rechts	60,1	21,6	36,0	81,4	34,8	43,3	0,007
tussenmeting (n=11)	links	60,7	30,5	50,1	102,7	51,4	50,1	<0,0005
	rechts	63,1	25,7	40,7	107,9	51,1	47,3	0,001
nameting (n=15)	links	73,9	32,6	44,1	105,5	47,9	45,4	0,001
	rechts	77,8	29,1	37,4	110,4	43,3	39,2	0,001

* gepaarde t-toets

Tabel 2b Maximumkracht (in Nm) van eerste drie pogingen, zoals gemeten met de hand-held dynamometer versus met de QUADRISO-tester.

		hand-held dynamometer			QUADRISO-tester			verschil*
		gem.	S.D.	S.D. in %	gem.	S.D.	S.D. in %	p-waarde
voormeting (n=15)	links	58,9	23,3	39,5	79,3	33,9	42,8	0,006
	rechts	59,4	22,0	37,1	80,2	35,0	43,7	0,009
tussenmeting (n=11)	links	60,2	31,0	51,5	100,9	49,3	48,9	<0,0005
	rechts	61,6	26,5	42,9	106,5	50,8	47,7	0,001
nameting (n=15)	links	73,2	33,2	45,4	104,4	48,7	46,7	0,02
	rechts	76,1	29,1	38,2	108,6	43,0	39,6	0,002

* gepaarde t-toets

De grootste verschillen worden gevonden bij de tussenmeting, de kleinste bij de voormeting. Dit laatste hangt vooral samen met het feit dat de gemiddelde kracht bij de voormeting lager is dan die bij de andere meetmomenten. Tabel 3 laat zien dat het verschil tussen de twee meetmethoden toeneemt met het verschil in kracht.

Tabel 3 Verschil (in Nm) tussen de waarde gemeten met de QUADRISO-tester en die gemeten met de hand-held dynamometer, als functie van de waarde gemeten met de QUADRISO-tester.

Kracht gemeten met QUADRISO-tester		< 75 Nm		75-150 Nm		> 150 Nm		p-waarde voor samenhang beginkracht
Meetmoment	been	verschil	n	verschil	n	verschil	n	
voor	links	10,9	10	45,8	4	47,6	1	0,03
	rechts	5,9	9	44,6	6	-	0	0,002
tussen	links	18,6	5	43,2	4	84,9	2	0,01
	rechts	22,2	4	51,3	4	74,9	3	0,03
na	links	12,3	6	35,4	6	62,7	3	0,04
	rechts	14,5	4	26,5	7	61,3	4	0,07

Test-hertest betrouwbaarheid

In tabel 4 wordt de test-hertest correlatiecoëfficiënt gegeven van beide meetmethoden. Deze gegevens zijn gebaseerd op de herhaalde meting in de vier controlepersonen met zes weken tussenpauze. Het zal duidelijk zijn dat met dergelijke kleine groep maar zeer globale uitspraken kunnen worden gedaan.

Niettemin lijkt het er op dat de QUADRISO-tester een hogere test-hertest betrouwbaarheid heeft dan de hand-held dynamometer.

Omdat de aantallen hier wel erg klein zijn, is ook gekeken naar de herhaalbaarheid van de metingen binnen één meetsessie: hiertoe werd de correlatie berekend van het resultaat van de tweede en de vierde poging. De tweede poging werd genomen, omdat de eerste poging ook als oefenpoging kan worden gezien. Deze is vergeleken met de vierde poging, omdat deze mogelijk onafhankelijker is van de tweede poging dan de derde poging. In deze analyse zijn alleen die personen betrokken waarbij binnen één meetsessie zowel met de QUADRISO-tester als met de hand-held dynamometer metingen zijn uitgevoerd.

In tabel 5 worden de gevonden correlatiecoëfficiënten weergegeven. Hoewel de verschillen tussen QUADRISO-tester en hand-held dynamometer niet statistisch significant zijn, zijn de correlatiecoëfficiënten ook hier wel in alle gevallen hoger voor de QUADRISO-tester.

Tabel 4a Correlatiecoëfficiënt (r) net 95% betrouwbaarheidsinterval (b.i.) tussen meting bij de tussenmeting en bij de nameting in de controlegroep. Kracht= maximum van de eerste vier pogingen.

correlatie	hand-held dynamometer		QUADRISO-tester		p-waarde verschil
	r	95% b.i.	r	95% b.i.	
links (n=4)	0,84	[-0,62- 0,997]	0,999	[0,97 - 0,99999]	0,05
rechts (n=4)	0,96	[-0,06 - 0,999]	0,97	[0,12 - 0,999]	0,90
beide (n=8)	0,89	[0,49 - 0,98]	0,99	[0,93-0,998]	0,08

Tabel 4b Correlatiecoëfficiënt (r) en 95% betrouwbaarheidsinterval (b.i.) tussen meting bij de tussenmeting en bij de nameting in de controlegroep. Kracht= maximum van de eerstedrie pogingen.

correlatie	hand-held dynamometer		QUADRISO-tester		p-waarde verschil
	r	b.i.	r	b.i.	
links (n=4)	0,85	[-0,61- 0,997]	0,99	[0,71 - 0,9999]	0,26
rechts (n=4)	0,91	[-0,40 - 0,998]	0,97	[0,20 - 0,9995]	0,66
beide (n=8)	0,87	[0,42 - 0,98]	0,98	[0,91-0,997]	0,08

Tabel 4 Correlatiecoëfficiënt (r) met 95% betrouwbaarheidsinterval (b.i.) tussen de 2-de en de 4-de meetpoging voor alle personen waarbij binnen één sessie zowel metingen met de QUADRISO-tester als met de hand-held dynamometer zijn uitgevoerd.

correlatie		hand-held dynamometer		QUADRISO-tester		p-waarde verschil
		r	95% b.i.	r		
voor (n=15)	li	0,96	[0,88 - 0,99]	0,98	[0,93 - 0,99]	0,38
	re	0,93	[0,81 - 0,98]	0,97	[0,92 - 0,99]	0,26
tussen (n=11)	li	0,99	[0,95 - 0,997]	0,99	[0,97-0,998]	0,66
	re	0,94	[0,79 - 0,99]	0,99	[0,95 - 0,996]	0,16
na (n=15)	li	0,98	[0,94 - 0,99]	0,99	[0,97 - 0,997]	0,44
	re	0,97	[0,90 - 0,99]	0,98	[0,94 - 0,99]	0,53

Gevoeligheid voor verandering

Beide metingen zouden in principe dezelfde fysiologische grootte moeten registreren. Daardoor is het niet waarschijnlijk dat één van beide gevoeliger is voor de effecten van training. Wanneer effecten van training niettemin met één van beide beter aantoonbaar zouden zijn, ligt het meer voor de hand dat dit het gevolg is van een betere test-hertest betrouwbaarheid. Omdat de studie slechts beperkte informatie levert over deze laatste, presenteren we hier ook gegevens over de gevoeligheid van de meetmethode voor het waarnemen van trainingseffecten.

Daartoe zijn de krachtsverschillen ten gevolge van het trainingsprogramma (kracht na - kracht voor) in tabel 5 weergegeven voor de verschillende meetmethoden. De verschillende meetmethoden gaven geen statistisch significant van elkaar verschillend resultaat. Toch bleek de QUADRISO-tester in alle gevallen gevoeliger dan de hand-held dynamometer. Volgens de metingen met de QUADRISO-tester was de kracht na het programma significant toegenomen in zowel het rechter- als het linkerbeen. De hand-held dynamometer kon alleen voor het rechterbeen een statistisch significant verschil aantonen.

Tabel 5 Krachtstoename na de training, gemeten op verschillende manieren

voor/na vergelijking (n=11)		hand-held dynamometer			QUADRISO-tester			p-waarde verschil
		verschil na/voor	S.D.	S.D. in %	verschil na/voor	S.D.	S.D. in %	
maximum 4 pogingen	li	4,8	8,0	165,4	10,5*	13,6	129,6	0,22
	re	12,3**	10,0	81,9	17,0***	9,6	56,5	0,32
maximum 3 pogingen	li	3,9	7,8	203,0	13,1*	11,7	96,3	0,06
	re	11,7**	10,7	91,7	17,1***	10,7	62,7	0,29

* p (tweezijdig) <0,05
 ** p (tweezijdig) <0,005
 *** p (tweezijdig) <0,0005

Discussie en conclusies

Deze vergelijkende studie tussen beide meetmethoden wordt helaas beperkt door de geringe omvang van het materiaal. Toch zijn er wel enkele conclusies te trekken. Ten eerste levert meten met de QUADRISO-tester een significant hogere maximale isometrische kracht op dan meten met een hand-held dynamometer. In principe is een hogere kracht altijd dichterbij de te bepalen maximale kracht, wat daarom pleit voor het gebruik van de QUADRISO-tester. Een uitzondering zou zijn, wanneer de verschillen veroorzaakt worden door verschillen in ijking van de apparatuur, of door de volgorde waarin de metingen zijn afgenomen. Omdat er in fase één problemen waren met een sterk ijkpuntsverloop van de QUADRISO-tester, is in deze fase van het onderzoek de meetapparatuur zeer frequent geijkt. Waar nodig is naar aanleiding van de ijkingen een correctie toegepast, zodat dit niet de oorzaak van de verschillen kan zijn. In theorie zou het verder mogelijk zijn dat met de QUADRISO-tester hogere waarden worden gevonden doordat deze meting telkens als tweede werd verricht, namelijk wanneer de proefpersoon dan inmiddels meer geoefend is in het leveren van kracht en daardoor een hogere prestatie levert. Anderzijds is het ook mogelijk dat de proefpersoon door vermoeidheid een tweede maal juist minder presteert. Wanneer gekeken wordt naar de resultaten van de afzonderlijke vier metingen per been, dan is daarin geen trend naar een betere prestatie in latere metingen zichtbaar. Het is daarom niet waarschijnlijk dat een oefen-effect een grote rol speelt.

De gevonden verschillen zijn goed te verklaren, doordat bij het meten van grotere krachten met de hand-held dynamometer, het resultaat niet alleen wordt bepaald door de kracht die door de proefpersoon wordt uitgeoefend, maar ook door de tegenkracht die de testafnemer kan leveren. Roebroek (44) gebruikt als 75 Nm als criterium voor het moment waarboven de quadricepskracht bij 90° niet meer goed te meten is met een hand-held dynamometer. Bohannon (45) daarentegen vindt bij proefpersonen met een kracht tot 212 Nm geen verschillen tussen metingen met een hand-held dynamometer en met een isokinetische dynamometer. Hij gebruikte wel een zeer ervaren en vrij sterke proefafnemer. De resultaten hier laten zien dat ook bij krachten onder de 75 Nm lagere waarden worden gemeten met een hand-held dynamometer dan met een vaste opstelling zoals de QUADRISO-tester. Ook omdat – zeker na de training – krachtsmomenten boven de

75 Nm niet zijn uitgesloten, lijkt gebruik van een hand-held dynamometer in vervolgonderzoek daarom af te raden.

De aantallen in de studie zijn te klein om duidelijke statistisch significante verschillen te vinden tussen de test-hertest betrouwbaarheid van beide meetmethoden. Niettemin zijn de resultaten wel zeer consistent: In alle gevallen presteert de QUADRISO-tester het beste. Daarom is in de verdere onderdelen van deze studie alleen de QUADRISO-tester gebruikt.

**Bijlage 5: OPZET IMPLEMENTATIEPLAN
 QUADRICEPSSCREENING**

OPZET IMPLEMENTATIEPLAN QUADRICEPSSCREENING

In deze eerste opzet van een implementatieplan is de situatie uitgewerkt waarin de werving van deelnemers (opsporingsfunctie) via hulpverleners (thuiszorg dan wel huisartsen) loopt.

We verdelen de activiteiten die verricht moeten worden door de regievoerende instantie in wervingsactiviteiten (1) en trainingsactiviteiten (2).

De regievoerende instantie zal voor deze activiteiten een draaiboek moeten maken. Hieronder worden een aantal belangrijke elementen voor een dergelijk draaiboek geschetst.

Wervingsactiviteiten

- contacten leggen met organisaties en hulpverleners, en accoord bereiken over opsporing deelnemers via protocol 1;
- in samenwerking protocol 1 maken voor inpassen opsporing in gangbare hulpverlening (zie globaal protocol 1);
- maken van folder voor potentiële deelnemers;
- laten uitvoeren protocol 1 vanaf af te spreken datum.

Globaal protocol 1

- hulpverlener neemt waar dat een cliënt problemen heeft met opstaan of vraagt dit na;
- hulpverlener doet eenvoudige test (kan proefpersoon binnen 3 seconden opstaan uit een gewone stoel (geen lage stoel) zonder de handen te gebruiken);
- indien test positief: vraagt aan cliënt of deze geïnteresseerd zou zijn in een trainingsprogramma en geeft een folder mee; houdt bij hoeveel testen positief zijn;
- zo ja, vraagt of om toestemming voor het doorgeven van naam en adres zodat de cliënt benaderd kan worden voor deelname;
- zo ja, geeft naam en adres door aan instantie die regie voert (eventueel direct naar uitvoerders programma: dat maakt controle echter moeilijker).

Trainingsactiviteiten

- de regievoerende instantie benadert periodiek personen die zijn opgespoord en nodigt hen uit voor een intake-bijeenkomst;
- trainen van fysiotherapeuten voor houden van intake-bijeenkomsten volgens protocol 2;
- laten trainen van fysiotherapeuten voor geven van de trainingen volgens protocol 3;
- organiseren intake-bijeenkomst waarop volgens protocol 2 wordt bezien of deelname mogelijk is;
- indelen van personen die voor deelname in aanmerking komen in trainingsgroepen;
- organiseren intakesessies;
 - aanschaf en onderhoud spiersterktemeter
 - organiseren medische advisering voor twijfelgevallen
 - organiseren zaalruimte en inplannen van de fysiotherapeuten
 - organiseren trainingssessies;
 - inkoop /verkoop /verhuur elastic bands
 - zaalruimte regelen
 - inplannen van de uitvoerende fysiotherapeuten
 - indelen deelnemers in groepen
 - correspondentie deelnemers over tijden etc
- feedback organiseren;

- na 10 weken hernieuwde meting (= gelijk aan intake) uit laten voeren om te zien of persoon voldoende vooruitgegaan is en – indien dat niet het geval is – of men is gemotiveerd om door te gaan
- eventueel: na laatste sessie voorlichting over vervolg bewegingsactiviteiten organiseren.

Te monitoren parameters:

- Aantal opgespoorde personen door hulpverlener;
- Aantal 70-plussers dat bij hulpverlener komt;
- Aantal aangemelde personen door hulpverlener;
- Aantal aangemelde personen dat naar intake bijeenkomst komt;
- Aantal dat daarvan voor deelname in aanmerking komt;
- Aantal personen dat minimaal 1 trainingssessie bijwoont;
- Aantal personen dat minimaal 10 trainingssessies bijwoont;
- Spierkracht (aan begin en aan het einde van het programma). Dit is een maat voor het goed uitgevoerd zijn van het programma (= voor succesvolle implementatie);
- Zelfredzaamheid (met een vragenlijst aan begin en aan het einde van het programma);
- Mobiliteit (met een vragenlijst aan het begin en aan het einde van het programma).