

De verhouding tussen de 1RM- en 10RM-waarde in een populatie kwetsbare ouderen in een verpleeghuis

John Branten, Stefan Janssen, Frank van de Gevel, Maarten Goossens, Caroline Tittelbach en Nol Bernards



Sarcopenie wordt gezien als een van de belangrijkste oorzaken van kwetsbaarheid en van beperkingen bij ouderen. Krachttraining is een veel gebruikte en goed gedocumenteerde interventie bij de revalidatie van ouderen. Trainen met een relatief hoge intensiteit is waarschijnlijk de meest effectieve manier van krachttraining. Meestal wordt een belasting van 8-10 Repetition Maximum (RM) gebruikt. Gewoonlijk wordt een 10RM-belasting gedefinieerd als 80% van de 1RM. Er bestaat echter twijfel of dit voor alle verschillende cliënt-groepen geldt. Dit artikel onderzoekt de verhouding tussen de 1RM- en 10RM-waarde in een populatie kwetsbare ouderen en of deze 1RM-10RM-ratio verandert ten gevolge van training. In totaal werden 21 deelnemers in deze studie opgenomen. De gemiddelde verhouding tussen de 1RM- en 10RM-belasting was 30,81% (SD 11,28%, range 3,11-54,96%).

Auteursgegevens: John Branten is geriatriefysiotherapeut, Stefan Jansen is algemeen fysiotherapeut, arbeidsfysiotherapeut en preventiemedewerker, Caroline Tittelbach is Master Geriatriefysiotherapie, Frank van de Gevel en Maarten Goossens waren ten tijde van dit onderzoek onderzoeksstagiaire, opleiding fysiotherapie, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen te Nijmegen. Allen werkzaam bij stichting De Waalboog, Nijmegen. Nol Bernards is arts (niet praktiserend), ten tijde van dit onderzoek werkzaam als docent aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen te Nijmegen en aan het Nederlands Paramedisch Instituut, Amersfoort

Correspondentie: j.branten@waalboog.nl

Inleiding

Sarcopenie wordt gezien als een van de belangrijkste oorzaken van kwetsbaarheid en beperkingen bij ouderen (1–5). Mede hierdoor is krachttraining bij ouderen een veel gebruikte en goed gedocumenteerde interventie (6–10). Geïsoleerde krachttraining verhoogt de maximale kracht en verbetert de functionele mogelijkheden zowel in een verpleeghuispopulatie (11,12), als in een oudere ziekenhuispopulatie bij bijvoorbeeld total knee (13) of total hip revalidatie (14). Vooral de m. Quadriceps lijkt een belangrijke spier te zijn bij kwetsbare ouderen omdat de kracht van deze spier significant correleert met de kwaliteit van belangrijke functionele vaardigheden zoals lopen (15–18), opstaan uit een stoel (19–22), balans (23–25), loopsnelheid en traplopen (26–28). In enkele onderzoeken werd krachttraining (soms in combinatie met conditietraining) beoordeeld als een effectieve interventie om het begin van kwetsbaarheid te vertragen, de algehele fysieke toestand te verbeteren en beperkingen door sarcopenie te voorkomen (29–32). Ten slotte toonde Hasegawa (c.s.) aan dat de grootte van de beenspierkracht ADL-onafhankelijkheid voorspelt (33).

Hoewel de optimale dosis, en vooral de optimale trainingsmethode, om het grootste trainingseffect te verkrijgen nog steeds onderwerp is van onderzoek (34,35), is het zeer waarschijnlijk dat krachttraining met een relatief hoge intensiteit het meest effectief is (6,7,12). Meestal wordt een 8-10 Repetition Maximum (RM) gebruikt (29). De 10RM-trainingsdosis wordt meestal gedefinieerd als het gewicht waarmee de cliënt tien keer een gevraagde beweging kan uitvoeren voordat vormverlies optreedt. Een 10RM is naar verluidt ongeveer 80% van de 1RM-belasting (36).

Binnen stichting de Waalboog in Nijmegen is krachttraining van de onderste extremiteiten de meest ge-

bruikte interventie om de functionele mobiliteit te herstellen. De behandelingen richten zich dan enerzijds op herstel van het opstaan, lopen en gaan zitten en anderzijds op evenwicht en valpreventie. Deze aanpak is beschreven in het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model (37). Binnen dit model worden de m. Quadriceps, de korte heupabductoren en de m. Tibialis Anterior volgens protocol getraind (drie keer per week met drie series van tien contracties met een trainingsbelasting van 8-10RM). Als de tiende contractie door de patiënt kan worden uitgevoerd zonder spiervermoeidheid of compensatie, wordt de trainingsbelasting verhoogd totdat een nieuwe 10RM-belasting is gevonden. Deze nieuwe 10RM-belasting wordt ingevoerd in een klinimetrische database. Tijdens de volgende krachttraining wordt de patiënt getraind met behulp van de laatste genoteerde 10RM trainingsbelasting (38,39). Bij elke training worden functionele prestatiescores gemeten en geregistreerd met behulp van het Functioneel Mobiliteitsprofiel (FMP) (40,41) en de Staplengteschaal (SLS) (41,42).

In een klinische situatie worden er twee technieken gebruikt om de 10RM-trainingsdosis vast te stellen.

1) De fysiotherapeut meet de 1RM met behulp van een handheld dynamometer en berekent 80 procent van de 1RM om een 10RM-trainingsdosis te verkrijgen. 1RM-krachtmeting met een HHD is valide en betrouwbaar gebleken in een (kwetsbare) oudere populatie (43,44).

2) Een tweede methode om de 10RM-last te bepalen is de trial-and-error methode waarbij de fysiotherapeut proefondervindelijk de maximale trainingsbelasting vaststelt waarmee tien herhalingen mogelijk zijn zonder te veel vormverlies (kleinere bewegingsuitslag, te veel compensatie). In ons verpleeghuis wordt deze laatste methode toegepast. We onderzochten de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de trial-and-error methode voor de heupabductoren en

vonden deze uitstekend (0,96, $p < 0,001$) (45). Deze methode is, van beide methoden hierboven beschreven, de enige methode die een echte 10RM-waarde vaststelt zonder gebruik te maken van de regel dat een 10RM-last ongeveer 80% van een 1RM is.

Echter, in een casestudy in onze instelling werden 1RM waarden vastgesteld met een Handheld Dynamometer (HHD) en 10RM met behulp van de hierboven beschreven trial-and-error werkwijze. Uit de verzamelde gegevens bleek dat de gemiddelde 1RM-10RM-ratio voor de mm. Quadriceps van beide benen bij aanvang van de quadricepskrachttraining 7,78% was en na drie weken was gestegen naar 22,6% (46).

... gemiddeld is een 10RM-oefenlast maar 30,81% van de maximale kracht bij kwetsbare ouderen ...

Dit leek in strijd met de wijdverbreide mening dat een trainingsbelasting van 10RM ongeveer 80% van de maximale kracht (1RM) is. Verder lijkt er sprake te zijn van een trainingseffect door de toename in 1RM-10RM-ratio. In de literatuur zijn meer bronnen te vinden die de relatie onderzoeken tussen 1RM- en 10RM-trainingslasten. In 2011 onderzocht Arazi de relatie tussen een gekozen percentage van de 1RM en het aantal realiseerbare herhalingen bij getrainde en ongetrainde mannen (47). Arazi stelde vast hoe vaak zijn proefpersonen een last van 75%, 85% en 95% van de 1RM konden verplaatsen tijdens drie verschillende oefeningen (back squat, bench press en arm curl). Arazi vond bij sommige oefeningen significante verschillen tussen getrainde en ongetrainde mannen, het aantal herhalingen blijkt in zijn onderzoek bij een zelfde RM-niveau toe te nemen met de getraindheid. Hij merkte ook dat voor de 75% en 85% van de 1RM-krachtniveaus het gemiddelde totale aantal herhalingen varieerde tussen oefeningen en tussen individuen. Arazi toonde aan dat de relatie tussen het percentage van de 1RM en het aantal haalbare herhalingen niet vaststaat. Zo lijkt voor sommige oefeningen het aantal haalbare herhalingen afhankelijk te zijn van het trainingsniveau van de

proefpersoon of van de hoeveelheid spieren en totale spiermassa. Ook Shimano stelde in 2006 een verband vast tussen de spiermassa van onderzochte spiergroepen en het mogelijke aantal herhalingen (48).

Bovenstaande bevindingen suggereren een meer complexe relatie tussen 1RM-10RM-ratio dan het eenvoudige en rechttoe rechtaan axioma dat de 10RM-oefenlast altijd 80% van de 1RM-waarde is.

We voerden een beperkt praktijkonderzoek uit om verder licht te werpen op deze materie. Voor ons onderzoek hebben we de volgende vraagstellingen geformuleerd.

- Wat is de gemiddelde verhouding tussen een 1RM- en 10RM-belasting van de m. Quadriceps in een kwetsbare verpleeghuispopulatie? Wat is de standaarddeviatie en de range van deze ratio?
- Verandert de 1RM-10RM-ratio van de m. Quadriceps als gevolg van training?

Methode

Proefpersonen

De proefpersonen werden geselecteerd uit door de specialist ouderengeneeskunde doorverwezen bewoners naar de afdeling fysiotherapie in verband met transferproblemen (opstaan uit een stoel, lopen en veilig gaan zitten) en verhoogd valrisico.

Onze inclusiecriteria waren: 1) proefpersonen worden behandeld met krachttraining van de m. Quadriceps, 2) proefpersonen moeten fysiek en cognitief in staat zijn om tests uit te voeren (vastgesteld door een specialist ouderengeneeskunde).

Als exclusiecriteria gebruikten we 1) pijn of medische aandoeningen die testen onmogelijk maken en 2) afwezigheid van een informed consent (verstrekt door de proefpersoon of door een naast familielid of mantelzorger).

Testprocedure

Het onderzoek is goedgekeurd door de lokale Medisch Ethische Commissie van Stichting Waalboog. Gedurende een onderzoeksperiode van twaalf weken werden alle geïncludeerde proefpersonen zo mogelijk driemaal getest, met een interval van drie weken. Ook als tijdens deze onderzoeksperiode nieuwe proefpersonen werden doorverwezen naar de afde-

ling fysiotherapie en zij voldeden aan de inclusiecriteria, werden ook zij ook toegelaten tot dit onderzoek. De proefpersonen werden getest in de eerste week na toelating tot ons onderzoek ($t = 0$) en na een periode van drie ($t = 1$) en zes weken ($t = 2$).

De 1RM-krachttesten zijn uitgevoerd door twee studenten (FvdG en MG) van de opleiding fysiotherapie van de Hogeschool van Arnhem Nijmegen (HAN). De 1RM-waarde werd gemeten met een Handheld Dynamometer (Microfet, Biometrics, Nederland). Er werd een testprocedure ontwikkeld met behulp van een "break"-methode, gebaseerd op eerdere beschrijvingen van Bohannon (44) en Wang (49).

Voor de beoordeling van 1RM-waarden zat de proefpersoon in een stoel met heupen en knieën in 90 graden flexie. De voeten van de proefpersoon raakten de grond niet terwijl de tester op een lage kruk voor de proefpersoon zat. Het drukkussentje van de Microfet werd op de enkel geplaatst, aan de voorzijde van het talo-crurale gewricht. De proefpersoon werd gevraagd zijn knie te strekken tegen het Microfet-drukken en de uitgeoefende kracht langzaam te laten toenemen. De tester stimuleerde de proefpersoon om de knie met maximale kracht te strekken terwijl de druk die met de Microfet op de enkel werd uitgeoefend, werd verhoogd totdat de proefpersoon de testdruk niet langer kon weerstaan en de flexie van de knie groter werd. De Microfet-score werd genoteerd in kilogram. De testprocedure werd twee keer herhaald met een minuut rust tussen de krachttests, hetgeen een tweede en een derde 1RM-score opleverde. Deze procedure werd afwisselend aan beide benen uitgevoerd.

Van de drie verzamelde 1RM-waarden werden de twee hoogste waarden genomen. Als de laagste van deze twee waarden hoger was dan 90% van de maximale waarde, werd de maximale waarde geaccepteerd als de definitieve 1RM-waarde. Als de op één na hoogste waarden meer dan tien% van de maximale waarde verschilde, werd een vierde 1RM-test uitgevoerd om een 1RM-waarde te verkrijgen die dicht bij de hoogste 1RM-waarde lag. Als deze vierde meting geen bruikbare waarde opleverde, werd het testen gestopt vanwege mogelijke problemen met de betrouwbaarheid van de 1RM-meting door vermoeidheid. In deze gevallen werd de testprocedure zo snel

mogelijk, bij voorkeur binnen drie dagen, herhaald. De 1RM-testwaarden en relevante details van de testprocedure en aspecten van het gedrag van de proefpersoon die de testresultaten zouden kunnen beïnvloeden (bijvoorbeeld agitatie van de proefpersoon, onverwachte verstoringen van de testprocedure, enz.) werden genoteerd op een apart formulier. Alle testgegevens werden in een gesloten envelop bewaard om te worden geopend na voltooiing van de tests.

Na afronding van alle 1RM-tests werden de 10RM-waarden voor beide benen verzameld uit de klinimetrische database van de afdeling fysiotherapie. Dit waren 10RM-trainingswaarden voor de beide mm. Quadriceps die waren verkregen tijdens reguliere krachttraining door een fysiotherapeut van ons verpleeghuis volgens de hierboven beschreven procedure (37). De onderzoekers gebruikten de 10RM-trainingswaarde van dezelfde dag als de 1RM-test, of van een trainingsmoment dat zo dicht mogelijk bij de 1RM-testdatum ligt. Ook werd het aantal trainingsweken voor elk testmoment verkregen uit de klinimetrische database van de afdeling fysiotherapie.

Statistische analyse

De 1RM-10RM-ratio voor elke m. Quadriceps werd berekend door de 10RM-waarde te delen door de 1RM-waarde en het quotiënt te vermenigvuldigen met 100. Zo ontstaan 1RM-10RM-ratio's in procenten. Van alle 1RM-10RM-ratio's van de drie testmomenten ($t = 0$, $t = 1$, $t = 2$) werden het gemiddelde, de standaarddeviatie en de range berekend. Om de 1RM-10RM-verhoudingen op de drie testmomenten met elkaar te vergelijken, werd een gepaarde t-test uitgevoerd. Om het effect van training op de 1RM-10RM-ratio te onderzoeken, werd een Pearson-correlatie berekend voor alle 1-10 RM-ratio's van de linker en rechter quadricepsspiers gecombineerd en het aantal weken dat de proefpersonen in training waren. We hebben het significantieniveau gedefinieerd als $p = 0,05$. Alle statistische berekeningen zijn uitgevoerd met SPSS (versie 22).

Resultaten

In totaal werden 21 proefpersonen geïncludeerd in dit onderzoek (zie tabel 1 voor kenmerken). Vanwege de soms late opname in het onderzoek en de in tijd beperkte onderzoeksperiode, werden uiteindelijk twaalf proefpersonen driemaal getest

Parameter	
Aantal (n)	21
Vrouw (n)	13
Leeftijd (gemiddeld; SD; range)	80,35; 11,31; 47-98
Somatische aandoening (n)	7
Dementie (n)	14

Tabel 1: Kenmerken van de 21 deelnemende proefpersonen.

Afkortingen: n=aantal, SD= Standaard deviatie

1RM-10RM-ratio in % (n=21)	
Gemiddeld (SD)	30,81 (11,28)
Range	3,11-54,96
Aantal weken in training (n=21)	
Gemiddeld (SD)	22,9 (45,5)
Range	2-210

Tabel 2: Gemiddelde 1RM-10RM-ratio en aantal trainingsweken van alle 21 proefpersonen

Afkortingen: SD= Standaard deviatie, % =procent

1RM-10RM-ratio in % (n=12)	t=0	t=1	t=2
Gemiddeld (SD)	31,12 (10,88)	33,59 (10,81)	35,06 (9,69)
Range	3,12-46,65	16,06-53,88	20,45-54,96
Aantal weken in training (n=12)	t=0	t=1	t=2
Gemiddeld (SD)	21,75 (34,23)	24,58(34,31)	24,58(34,31)
Range	2-122	5-125	8-128

Tabel 3: gemiddelde 1RM-10RM ratio en aantal trainingsweken van de 12 proefpersonen die driemaal werden getest op t = 0, t = 1 en t = 2. Afkortingen: RM: Repetition Maximum, t = 0, bij aanvang van het onderzoek; t = 1, na 3 weken; t = 2, na 6 weken, SD: standaard deviatie, n: aantal, %=procent.

(t = 0, t = 1, t = 2), zes proefpersonen tweemaal (t = 0, t = 1) en drie proefpersonen slechts één keer. Twee proefpersonen stopten na één testmoment om medische redenen. Bij negentien proefpersonen werd beide benen getest, terwijl bij twee deelnemers slechts één been werd getest omdat er maar één been was getraind.

In totaal zijn 93 1RM-tests uitgevoerd. Vier keer (4,3% van alle 1RM-tests) moest de testprocedure op een andere dag herhaald worden omdat het eerste testmoment geen geldige waarde opleverde (het

verschil tussen de twee hoogste waarden was groter dan tien% van de hoogste waarde). De gemiddelde 1RM-10RM-ratio van alle mm. Quadriceps van alle 21 proefpersonen was 30,81 (SD 11,28, range 3,11-54,96). In onze testpopulatie was het gemiddelde aantal trainingsweken 22,9 (SD 45,5, range 2-210 weken) (Tabel 2).

De 1RM-10RM-ratio, standaarddeviatie en het bereik van de 1RM-10RM-ratio van de twaalf proefpersonen die op alle drie de testmomenten werden getest, worden weergegeven in tabel 3. Hoewel een toename van

de 1RM-10RM-ratio kan worden opgemerkt tussen $t = 0$ en $t = 2$, zijn deze verschillen tussen de groepen mogelijk door een grote spreiding in trainingsduur, niet significant (gepaarde t-test: T0-T1, $p = 0.239$; T0-T2, $p = 0.072$ en T1-T2, $p = 0.306$). Ook leverde de correlatiecoëfficiënt tussen de 1RM-10RM-verhoudingen en het aantal trainingsweken voor alle 21 proefpersonen samen geen significant resultaat op (Pearson: 0,15, $p = 0,307$).

Discussie

Voor zover wij weten, is deze studie de eerste die de verhouding tussen de 1RM- en 10RM-waarden in een populatie kwetsbare ouderen in een verpleeghuis heeft onderzocht. De gemiddelde verhouding die we in ons onderzoek vonden (30,81 % (SD = 11,28, range = 3.12-54,96) wijkt sterk af van de 80% die in de literatuur wordt genoemd. Dit lijkt vergaande gevolgen te hebben voor de dagelijkse praktijk van krachttraining in een populatie kwetsbare ouderen. Als een fysiotherapeut de optimale trainingsbelasting definieert als 80% van een gemeten 1RM, zal de gemiddelde trainingsbelasting meer dan twee keer zo zwaar zijn en zal de patiënt de beweging geen tien keer met deze trainingsbelasting kunnen uitvoeren. Dit verklaart de soms gehoorde opmerking dat 10RM-krachttraining te veeleisend is voor de verpleeghuispopulatie.

Een positief verband tussen de gemeten 1RM-10RM-ratio en het aantal weken krachttraining konden we op basis van de data van de desbetreffende twaalf proefpersonen op de drie testmomenten niet bevestigen. Door de opzet van ons onderzoek was er op elk testmoment een groot verschil in aantal trainingsweken tussen de proefpersonen, omdat de proefpersonen niet op hetzelfde moment in hun revalidatieproces in het onderzoek werden opgenomen. Hierdoor testten we op $t = 0$, zowel patiënten die net gestart waren met trainen als patiënten die al enkele maanden aan het trainen waren. Daarom bestaat er op elk testmoment een grote variatie aan trainingsweken (range weken in training $t = 0$: 2-122, $t = 1$: 5-125, $t = 2$: 8-128). Dit maakt het lastig om een significant gemiddeld verschil te vinden ten gevolge van het aantal trainingsweken van de 1RM-10RM-ratio's tussen $t = 0$, $t = 1$ en $t = 2$. Om de tweede vraagstelling van deze studie te beantwoorden (verandert de 1RM-10RM-ratio van de m. Quadriceps als gevolg van training?), is er rekening houdend met het grote verschil in trainingsweken,

besloten om de correlatie te bepalen tussen 1RM-10RM-ratio's en het aantal weken training van de groep als geheel. Desalniettemin is er in ons onderzoek geen significante correlatie tussen de 1RM-10RM-ratio en het aantal trainingsweken voor de gehele gegevensverzameling (Pearson 0,079, $p = 0,453$, $n = 93$). Echter, bij een subgroep die minder dan een jaar heeft getraind is een significante en sterke positieve correlatie tussen het aantal trainingsweken en de 1RM-10RM-ratio vastgesteld. (Pearson 0,463, $p < 0,000$, $n = 86$).

Voor trainingsperioden korter dan een jaar lijkt de 1RM-10RM-ratio toe te nemen wanneer proefpersonen meer weken trainen. De toename van de 1RM-10RM-ratio wordt veroorzaakt door de toename van de belasting waarmee de proefpersonen tien keer de gevraagde beweging kunnen uitvoeren, vergeleken met de maximale kracht (1RM). Dit kan worden gezien als een teken van intrinsieke spierfitheid of spierkwaliteit. Men kan veronderstellen dat wanneer een spier tien keer achter elkaar een beweging met een groter deel van de 1RM-belasting kan uitvoeren dan voorheen, de spier intrinsiek fitter is geworden.

Om dit effect goed te kunnen verklaren zijn de data van de twaalf proefpersonen die driemaal zijn getest opnieuw beoordeeld. Van deze twaalf proefpersonen trainden bij aanvang van het onderzoek negen proefpersonen minder dan drie maanden, trainde er een tussen de drie en zes maanden, trainde een proefpersoon langer dan een half jaar en een proefpersoon langer dan een jaar. Bij deze analyse is gekeken naar de toename van de absolute 1RM- en 10RM-waarden. Hiertoe zijn de 1RM en 10RM waarden van de eerste meting ($t=0$) en de derde meting ($t=2$) met elkaar vergeleken. In de tussenliggende periode van gemiddeld zes weken bleek de 1RM-waarde (de maximale kracht) gestegen te zijn met 5,04% terwijl de gemiddelde 10RM-waarde was gestegen met 34,40%. Binnen deze subgroep lijkt de maximale kracht toe te nemen (toename 1RM waarde), en lijken de spieren een groter deel van de maximale kracht tien keer te kunnen verplaatsen (toename 1RM-10RM ratio, zie tabel 3). De toename van de maximale kracht kan mogelijk verklaard worden door toename van de spierkwaliteit en hypertrofie terwijl de toename van de 1RM-10RM ratio mogelijk verklaard kan worden door een verbetering van de spierconditie.

In de internationale literatuur wordt de laatste jaren regelmatig gesproken over spierkwaliteit (muscle quality) (50–52). Spierkwaliteit staat voor de hoeveelheid maximale kracht die een spier kan genereren ten opzichte van de totale spiermassa (52) of per doorsnede-eenheid (in mm² of cm²) (50,51). In alle gevallen wordt gekeken naar de mate van krachtopbrengst uitgedrukt in de omvang van de spier, of deze laatste nu in totale massa of door middel van de doorsnede van de desbetreffende spier wordt uitgedrukt. Dit komt overeen met hetgeen eerdere bronnen melden, de mate van krachtstoename na geïsoleerde krachttraining bij kwetsbare ouderen wordt maar zeer beperkt gecombineerd met toename van de spieromvang (53,54). De toename van de kracht ten gevolge van krachttraining werd, in verband met de achterblijvende hypertrofie, verklaard door verbetering van de inter- en intramusculaire coördinatie, waarbij de spier door verbetering van de aansturing van motorunits en door betere agonistische en antagonistische samenwerking, bij een zelfde spieromvang of spiermassa, meer kracht kon genereren (53,54).

De toenemende 1RM-10RM ratio heeft waarschijnlijk een andere oorzaak, namelijk een toenemend krachthoudingsvermogen. Deze toename in krachthoudingsvermogen komt tot stand door allerlei aanpassingen. Hoe deze aanpassingen gevolgen hebben voor het aantal herhalingen op een bepaald percentage van de 1RM is goed beschreven in het onderzoek van Richens (55). In dit onderzoek werd het aantal herhalingen dat mogelijk gemaakt kon worden op een vast percentage van de 1RM vergeleken tussen krachtgetrainde en duurgetrainde atleten. Het aantal herhalingen dat duurgetrainde atleten konden maken op respectievelijk 80% en 70% van de 1RM was significant groter dan bij de op krachtgetrainde atleten (bij 80% $19,8 \pm 6,4$ versus $11,8 \pm 2,7$; $p < 0,05$ en bij 70% $39,9 \pm 17,6$ versus $17,9 \pm 2,8$; $p < 0,05$) en dit verschil werd nog groter bij lagere percentages van de 1RM. Het vermogen om meer herhalingen uit te voeren bij lagere percentages van de 1RM wordt gedeeltelijk verklaard door de specificiteit van de aanpassingen die het gevolg zijn van de sportspecifieke training. Verhogingen van de capillarisatiegraad, het aantal mitochondriën, het spierfenotype (veel vermoeidheidsresistente type II spiervezels) en lactaatbuffering zijn allemaal aanpassingen die gevonden worden bij duursporters. Dit kan de duursporters in dit onderzoek geholpen hebben

meer herhalingen uit te voeren bij submaximale intensiteiten. Door deze aanpassingen wordt zowel het aerobe als het anaerobe vermogen vergroot.

... de verhouding tussen de 1RM en 10RM stijgt waarschijnlijk door krachttraining ...

De dalende 1-10RM-ratio bij kwetsbare ouderen kan verklaard worden door twee processen die plaatsvinden bij het ouder worden. De atrofie die gevonden wordt bij sarcopenie is een combinatie van denervatieatrofie door verlies van alfa-motoneuronen en atrofie als gevolg van de verminderde activiteit (2,56,57). Dit geheel betekent verlies aan crosssectional area (dwarsdoorsnede) door vermindering van het aantal spiervezels gecombineerd met de afname van het volume van de resterende spiervezels. De verloren gegane spiervezels zijn vooral type II spiervezels, de snelle spiervezels, die voor de grote krachtleverantie nodig zijn. De inactiviteit zorgt voor een transformatie van de overgebleven Type I-spiervezels. Zij leveren hun aerobe systeem in en gaan zich gedragen als snel vermoeibare Type II vezels. Dit proces wordt ook gezien bij patiënten met inactiviteit als gevolg van het vermijden van inspanning, zoals bijvoorbeeld bij COPD (58) en bij symptomatisch perifeer vaatlijden (59). Als men een 10RM bepaalt bij een cliënt met een dergelijke spiersamenstelling, dan zal door een beperkte aerobe capaciteit het vermogen dat in die 10 herhalingen geleverd kan worden, slechts een beperkt percentage zijn van de 1RM. Dit artikel laat zien dat dit percentage als gevolg van training kan toenemen.

Verder laat dit artikel ook zien dat als er wordt getraind met een 10RM-waarde die met behulp van de trial and errormethode wordt vastgesteld (en slechts gemiddeld 30,81% van de 1RM waarde is) de 1RM- en 10RM-krachtwaarden kan doen toenemen. Voor de gedeconditioneerde kwetsbare oudere is dit kenmerklijk voldoende intensief.

Beperkingen en aanbevelingen

De 1RM- en 10RM-belastingen worden gemeten met

een andere testprocedure. Voor de beoordeling van een 1RM volgden we de procedures van Bohannon en Wang (49,60) om met behulp van een isometrische contractie de maximale sterkte te meten. Het 10RM-krachteniveau dat in deze proef wordt gebruikt, is echter gebaseerd op de maximale concentrische contractie die tijdens een trainingssessie wordt verkregen, volgens het krachttrainingsprotocol van ons verpleeghuis (37). Een spier kan tijdens een isometrische contractie meer kracht genereren dan tijdens een concentrische contractie (61). Daarom zou, als in ons onderzoek beide krachtmetingen concentrisch zouden zijn geweest, de 1RM-waarde iets lager zijn geweest, met als resultaat een iets hogere 1RM-10RM-ratio. Dit verschil in geleverde kracht is echter relatief klein (2) en kan het lage niveau van de 1RM-10RM-ratio die in deze studie werd gevonden niet volledig verklaren.

Een andere beperking van deze studie is het relatief kleine aantal deelnemers, deels vanwege de grootte van ons verpleeghuis, en anderzijds vanwege het relatief korte tijdsbestek dat beschikbaar was voor deze studie. Een gevolg hiervan was dat we proefpersonen hebben moeten includeren met een groot verschil in het aantal getrainde weken. Dit versluisde waarschijnlijk voor een deel de gevonden resultaten omdat de grootste toenames van 10RM-kracht wordt behaald in de eerste zes weken van training (11). Verder onderzoek, bij voorkeur in een grotere populatie waarbij cliënten worden gevolgd vanaf de eerste trainingsweek, is wenselijk.

Conclusie

Op basis van de resultaten van dit onderzoek hebben we vastgesteld dat in een groep van 21 kwetsbare verpleeghuisbewoners de gemiddelde verhouding tussen de 10RM en de 1RM 30,81% is, met een standaarddeviatie van 11,38% en een range van 3,12% tot 54,96%. Ook vonden we een verband tussen de 1RM-10RM-ratio en het aantal weken krachttraining in trainingsperioden korter dan een jaar, wat duidt op een mogelijk trainingseffect. De 1RM-10RM-ratio kan mogelijk worden gezien als een maat voor spierfitheid (mate van krachthoudingsvermogen). Verder onderzoek is echter nodig.

Literatuur

1. **Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al.** Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95(5):1851–60.
2. **Vandervoort AA.** Aging of the human neuromuscular system. *Muscle and Nerve.* 2002;25(1):17–25.
3. **Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Tanimoto K, Shishikura K, Sugiura Y, et al.** Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Geriatr Gerontol Int.* 2013;13(4):958–63.
4. **Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al.** Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2001;56(3):146–57.
5. **Fried LP, Guralnik JM.** Disability in older adults: Evidence regarding significance, etiology, and risk. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(1):92–100.
6. **Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al.** Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510–30.
7. **Steib S, Schoene D, Pfeifer K.** Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):902–14.
8. **Stasi S, Papathanasiou G, Chronopoulos E, Dontas I, Baltopoulos I, Papaioannou N.** The effect of intensive abductor strengthening on postoperative muscle efficiency and functional ability of hip-fractured patients: A randomized controlled trial. *Indian J Orthop [Internet].* 2019;53(3):407. Available from: <http://www.ijonline.com/text.asp?2019/53/3/407/256506>
9. **Papa E V., Dong X, Hassan M.** Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: A systematic review. Vol. 12, *Clinical Interventions in Aging.* 2017. p. 955–61.
10. **Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al.** Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019–52.
11. **Branten J, Steuns M, Vollmar C, Janssen S, Velthoven S Van, Koopmans R.** De effectiviteit van progressieve geïsoleerde quadricepskrachttraining bij verpleeghuisbewoners. *Ned Tijdschr voor Geriatr.* 2016;(23):32–43.
12. **Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ.** High-Intensity Strength Training in Nonagenarians: Effects on Skeletal Muscle. *JAMA J Am Med Assoc.* 1990;263(22):3029–34.

13. **Harikesavan K, Chakravarty RD, Maiya AG, Hegde SP, Y. Shivanna S.** Hip Abductor Strengthening Improves Physical Function Following Total Knee Replacement: One-Year Follow-Up of a Randomized Pilot Study. *Open Rheumatol J.* 2017;11(1):30–42.
14. **Unlu E, Eksioğlu E, Aydog E, Aydođ ST, Atay G.** The effect of exercise on hip muscle strength, gait speed and cadence in patients with total hip arthroplasty: A randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2007;21(8):706–11.
15. **Kline PW, Jacobs CA, Duncan ST, Noehren B.** Rate of torque development is the primary contributor to quadriceps avoidance gait following total knee arthroplasty. *Gait Posture [Internet].* 2019;68(December 2018):397–402. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.019>
16. **Christensen JC, Mizner RL, Bo Foreman K, LaStayo PC, Peters CL, Pelt CE.** Preoperative quadriceps weakness preferentially predicts postoperative aberrant movement patterns during high-demand mobility following total knee arthroplasty. *Knee [Internet].* 2019;26(1):79–87. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.12.005>
17. **Liikavainio T, Lyytinen T, Tyrväinen E, Sipilä S, Arokoski JP.** Physical Function and Properties of Quadriceps Femoris Muscle in Men With Knee Osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(11):2185–94.
18. **Ploutz-Snyder LL, Manini T, Ploutz-Snyder RJ, Wolf DA.** Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(4):B144–52.
19. **Miyoshi K, Kimura T, Yokokawa Y, Cheng GA, Fujiwara T, Yamamoto I, et al.** Effect of ageing on quadriceps muscle strength and on the forward shift of center of pressure during sit-to-stand movement from a chair. *J Phys Ther Sci.* 2005;17(1):23–8.
20. **Ohmori Y, Yokoyama H AU.** Relationship between isometric knee extension muscle strength and ability to rise from a chair in elderly patients. *Rigakuryouhugaku.* 2004;31(2):106–12.
21. **Dehaill P, Bestaven E, Muller F, Mallet A, Robert B, Bourdel-Marchasson I, et al.** Kinematic and electromyographic analysis of rising from a chair during a “Sit-to-Walk” task in elderly subjects: Role of strength. *Clin Biomech.* 2007;22(10):1096–103.
22. **Valenzuela T.** Efficacy of Progressive Resistance Training Interventions in Older Adults in Nursing Homes: A Systematic Review. *J Am Med Dir Assoc [Internet].* 2012;13(5):418–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2011.11.001>
23. **Teixeira LEPP, Silva KNG, Imoto AM, Teixeira TJP, Kayo AH, Montenegro-Rodrigues R, et al.** Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2010;21(4):589–96.
24. **Ikezoe T, Asakawa Y, Tsutou A.** The relationship between quadriceps strength and balance to fall of elderly admitted to a nursing home. *J Phys Ther Sci.* 2003;15(2):75–9.
25. **Ahmadiyahangar A, Javadian Y, Babaei M, Heidari B, Hosseini S, Aminzadeh M.** The role of quadriceps muscle strength in the development of falls in the elderly people, a cross-sectional study. *Chiropr Man Ther.* 2018;26(1):1–6.
26. **Piva SR, Teixeira PEP, Almeida GJM, Gil AB, DiGioia AM, Levison TJ, et al.** Contribution of Hip Abductor Strength to Physical Function in Patients With Total Knee Arthroplasty. *Phys Ther [Internet].* 2011 Feb 1;91(2):225–33. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20100122>
27. **Kline Mangione K, Craik RL, Lopopolo R, Tomlinson JD, Brennehan SK.** Predictors of Gait Speed in Patients after Hip Fracture. *Physiother Canada.* 2008;60(1):10–8.
28. **Bassey EJ, Fiatarone MA, O’neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA.** Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci [Internet].* 1992 Mar 1;82(3):321–7. Available from: <https://portlandpress.com/clinsci/article/82/3/321/75702/Leg-extensor-power-and-functional-performance-in>
29. **Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M.** Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis.* 2014;5(3):183–95.
30. **Abate M, Iorio ADI, Renzo DDI, Paganelli R, Saggini R, Abate G.** Frailty in the elderly: the physical dimension. *Eura Medicophys.* 2007;43(3):407–15.
31. **Van Roie E.** Counteracting Sarcopenia and Functional Decline Through Resistance Exercise [Internet]. *Vrije Universiteit Brussel;* 2014. Available from: <https://lirias.kuleuven.be/1951914?limo=0>
32. **Hassan BH, Hewitt J, Keogh JWJ, Bermeo S, Duque G, Henwood TR.** Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. *Geriatr Nurs (Minneapolis) [Internet].* 2016;37(2):116–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gerinurse.2015.11.001>
33. **Hasegawa R, Islam MM, Lee SC, Koizumi D, Rogers ME, Takeshima N.** Threshold of lower body muscular strength necessary to perform ADL independently in community-dwelling older adults. *Clin Rehabil.* 2008;22(10–11):902–10.

34. **Henwood TR, Riek S, Taaffe DR.** Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2008;63(1):83–91.
35. **Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et al.** The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(3):461–7.
36. **J. J. de Morree.** *Dymaniek van het menselijk bindweefsel.* 5th revisi. Bohn, Stafleu en van Loghum; 2008.
37. **Branten J, Janssen S, Tittelbach C, Wichers A, Finken N, Rosenberg L.** *Waalboog Loopvalidatie en ValpreventieModel* [Internet]. Nijmegen; 2019. Available from: <https://www.waalboog.nl/resources/uploads/2019/11/11.2.1-Waalboog-model-voor-loopvalidatie-en-valpreventie-april-2019.pdf>
38. **Branten J, Leijgraaff C, Huijbregts P.** *Strength Training : The Use of the Theravital Bicycle Trainer.* Orthop Div [Internet]. 2006;(1–2):27–32. Available from: www.orthodiv.org
39. **Branten J.** *Quadricepskrachttraining bij verpleeghuispatiënten.* *Fysiopraxis.* 2000;(8):9–13.
40. **Branten J, Waardenburg H, Ktaats A v. d., Janssen G.** *Het Functioneel Mobiliteitsprofiel: validiteit van een meetinstrument in het verpleeghuis.* *Fysiopraxis online.* 2003;(6):1–4.
41. **Ludwig S, Elk S van.** *Validiteit- en betrouwbaarheidsbepaling Van het Functioneel Mobiliteitsprofiel en Staplengteschaal.* HAN Nijmegen; 2013.
42. **Branten J, Wassenberg I, Berg S v. d, Huijbregts P.** *Staplengteschaal, cliëntvriendelijke meting van de staplengte.* *Fysiopraxis.* 2009;(5):10–3.
43. **Alencar MA, Dias JMD, Figueiredo LC, Dias RC.** *Handgrip strength in elderly with dementia: study of reliability.* *Rev Bras Fisioter* [Internet]. 2012;16(6):510–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23175438>
44. **Bohannon RW.** *Measuring knee extensor muscle strength.* *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(1):13–8.
45. **Branten J, Hubertus S, Vollmar C.** *De krachtbepaling van de heupabductoren volgens de 10RM-methode.* *Ned Tijdschrift voor Fysiother.* 2012;122(3):97–103.
46. **Vollmar C.** *Het bevorderen van de zelfstandigheid van het opstaan bij een 82-jarige vrouw met een lage belastbaarheid na 3 weken bedlegerigheid.* Hogeschool Arnhem-Nijmegen; 2012.
47. **Arazi H, Asadi A.** *The relationship between the selected percentages of one repetition maximum and the number of repetitions in trained and untrained males.* *Facta Univ Phys Educ Sport.* 2011;9(1):25–33.
48. **Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al.** *Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men.* *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):819–23.
49. **Wang CY, Olson SL, Protas EJ.** *Test-retest strength reliability: Hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers.* *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(6):811–5.
50. **Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz A V., et al.** *The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study.* *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(10):1059–64.
51. **Gadella AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM.** *The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: An 18-month follow-up study.* *Exp Gerontol* [Internet]. 2018;110(June):241–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.06.018>
52. **Straight CR, Berg AC, Reed RA, Johnson MA, Evans EM.** *Reduced body weight or increased muscle quality: Which is more important for improving physical function following exercise and weight loss in overweight and obese older women?* *Exp Gerontol* [Internet]. 2018;108(December 2017):159–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.011>
53. **Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mäkiä E, et al.** *Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people.* *J Appl Physiol.* 1998;84(4):1341–9.
54. **Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M.** *Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women.* *J Appl Physiol.* 2001;91(2):569–80.
55. **Richens B, Cleather DJ.** *The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes.* *Biol Sport.* 2014;31(2):157–61.
56. **Mcgregor RA, Cameron-smith D, Poppitt SD.** *It is not just muscle mass : a review of muscle quality , composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life.* 2014;1–8.
57. **Wilkinson DJ, Piasecki M, Atherton PJ.** *The age-related loss of skeletal muscle mass and function : Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans.* *Ageing Res Rev.* 2018;47(May):123–32.

58. **Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigar'e R, et al.** An official American thoracic society/ european respiratory society statement: Update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014;189(9):15–62.
59. **McGuigan M, Bronks R, Newton R, Sharman M, Graham J, Cody D, et al.** Muscle fiber characteristics in patients with peripheral arterial disease. *Med Sci Sport Exerc.* 2001;33(12):2016–21.
60. **Bohannon RW.** Hand-held dynamometry; stability of muscle strength over multiple measurements. *Clin Biomech.* 1987;2(2):74–7.
61. **Faulkner JA, Larkin LM, Claffin DR, Brooks S V.** Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007;34(11):1091–6.