Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model

Een evidence based / best practice aanpak

December 2025

Inleiding
Het belang van krachttraining
Rol van kracht in een functie, drempelwaarden voor een functie
Functionele versus geïsoleerde krachttraining
Trainingsparameters, functionele winst
Schema Waalboog Model voor Looprevalidatie en Valpreventie
Problemen met het opstaan
Problemen met lopen
Problemen met draaien en gaan zitten
Valpreventietraining
Gericht geïsoleerd trainen van compensatiestrategieën voor het opstaan
Invloed van cognitie op de effectiviteit van de behandeling
Gevolgen van stoppen van de fysiotherapeutische behandeling
Toegepaste klinimetrie
Functioneel Mobiliteitsprofiel
Staplengteschaal
Afbakening t.o.v. Bewegingsgerichte Zorg
Toekomst van het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model
Dankwoord

Inleiding

Binnen de stichting De Waalboog is de laatste 20 jaar een methode ontwikkeld voor een zo evidence based mogelijke revalidatie van het opstaan, lopen en gaan zitten voor verpleeghuisbewoners, eventueel vervolgd met een op kwetsbare ouderen toegesneden valpreventietraining. Gedurende deze periode hebben wij, fysiotherapeuten van De Waalboog, op verschillende momenten gepubliceerd over onze de bevindingen. We hebben verslag gedaan van de effectiviteit van onze interventies en op onze doelgroep toegespitste klinimetrie ontwikkeld. Daarnaast hebben we een op onze doelgroep toegespitst valpreventieparcours ontwikkeld en op effectiviteit getoetst en er over gepubliceerd. Verder hebben we gekeken naar de gevolgen en risico's na het stoppen van een behandeling. Dit alles heeft geleid tot een samenhangende aanpak van looprevalidatie en valpreventie voor kwetsbare ouderen.

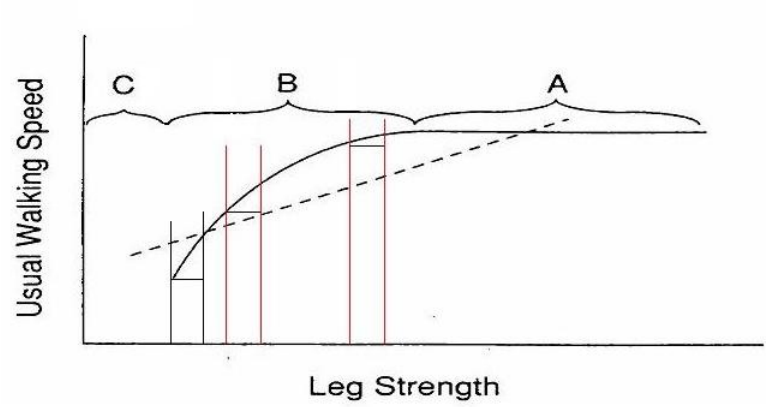
Onze werkwijze is erop gebaseerd om grondmotorische voorwaarden (waarvan kracht binnen onze doelgroep de belangrijkste is) te herstellen. Uit onze ervaring en uit onze effectstudies blijkt dat 75-80% van de ouderen die motorisch nog niet zelfstandig zijn bij de aanvang van de training klinisch relevant beter gaat functioneren.

Het belang van krachttraining

De basis onder ons model wordt gevormd door onze overtuiging en, door evidence ondersteunde, visie dat te beperkte spierkracht de meest belemmerende factor is voor zelfstandig en veilig lopen bij

kwetsbare ouderen. Onder looprevalidatie verstaan we ook het revalideren van opstaan en gaan zitten. Immers, om te kunnen lopen zal men eerst moeten kunnen opstaan en natuurlijk ook veilig moeten kunnen gaan zitten. Er is uitgebreide evidence dat het hebben van weinig spierkracht in de onderste extremiteiten samenhangt met een beperkte, nog niet zelfstandig uit te voeren loopfunctie. Dit gebrek aan spierkracht lijkt de meest beperkende factor te zijn. Je ziet dat gezonde thuiswonende fitte ouderen gemiddeld nog maar de helft van de spierkracht hebben dan toen zij in de kracht van hun leven waren (tussen hun 20e en 50e levensjaar) (1,2). Voor motorisch laag functionerende kwetsbare ouderen is deze situatie nog slechter, zij hebben weer ongeveer 30% minder kracht dan hun fittere leeftijdgenoten (3). De ouderen die opgenomen worden in het verpleeghuis scoren ten aanzien van de aanwezige beenspierkracht weer beduidend lager (eigen niet gepubliceerde data). In de literatuur worden tal van problemen gekoppeld aan het hebben van (te) weinig kracht zoals vallen en valrisico (4–11), kunnen opstaan uit een stoel (12,13), kunnen lopen en loopsnelheid (7,14–17), ADL zelfstandigheid (9,18), niveau van functioneren en pijn bij gevorderde knie-artrose (19,20) of pijn na heupoperaties (21–23) etc. Zelfs de ervaren kwaliteit van leven correleert met de aanwezige beenspierkracht (24). Het hebben van weinig kracht wordt tegenwoordig gezien als één van de grootste problemen bij kwetsbare ouderen en wordt gerekend tot de Geriatric Giants (25–28).
Binnen het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model worden de m. Quadriceps, de m Glutei medius en minimus en de Tibialis Anterior op kracht getraind in verband met hun rol bij het opstaan, lopen en gaan zitten, evenwicht en balans.

Rol van kracht in een functie, drempelwaarden voor een functie
In de vorige paragraaf is verteld dat de omvang van de kracht significant correleert met functies. Het is echter informatief om te kijken naar de vorm van deze correlatie. David Buchner heeft daar verhelderend onderzoek naar gedaan (17). De kern van zijn conclusie is zichtbaar in afbeelding 1.



Afbeelding 1: Grafische relatie tussen functie (loopsnelheid) en beenspierkracht (17).

Afbeelding 1 laat zien dat de relatie tussen kracht en functie niet, zoals door Buchner verwacht, kan worden weergeven met een rechte lijn (gearceerde lijn), maar dat deze relatie een stuk complexer is en beter door een curvi-lineaire lijn kan worden getypeerd. Het verloop van deze lijn maakt een aantal zaken duidelijk. Als eerste: er is een zone (A-zone) waarbij ouderen zoveel kracht hebben dat (verdere) krachttraining niet meer heel effectief lijkt te zijn. In deze zone is functionele training meer geïndiceerd (29). Als tweede is er, links in de grafiek, een zone (C-zone) waarbij er zo weinig kracht is

dat er nog geen functie mogelijk is. Bij het passeren van een bepaald krachtsniveau (de drempelwaarde voor een functie, op de overgang tussen de C- en B-zone) blijkt er wel voldoende kracht te zijn voor een functie. In zone B verbetert de functie bij het toenemen van de kracht. Een bepaalde krachtstoename (de ruimte tussen de rode lijnen) hangt in het begin samen met een relatief grote functionele winst. Als we verder naar rechts gaan in de B-zone neemt de functionele winst af om uiteindelijk uit te komen in het plafond van de C-zone.
Omdat, zoals eerder gezegd, verpleeghuisbewoners enorm weinig kracht hebben zitten zij voornamelijk in de C- en B-zone en waarschijnlijk dan ook nog het linker deel van zone B. Veel onderzoekers raden dan ook aan om juist in deze groep primair aan verbetering van kracht te werken (7,30–35).

Functionele versus geïsoleerde krachttraining
In het Waalboog Model wordt voornamelijk getraind met vormen van geïsoleerde spierkrachttraining met behulp van aangepaste trainingsapparatuur. De aanpassingen in onze apparatuur zitten hem voornamelijk in de omvang van de gewichtenblokken van de verschillende pulley's en abductietrainers. We hebben deze op ongeveer een niveau van 50% van de normale fitness-units laten uitvoeren waarbij ook de afzonderlijke gewichten lichter zijn, waardoor de trainingslast met kleine stappen kan worden verhoogd.
Met onze keuze voor geïsoleerde krachttraining wijken wij af van hetgeen dat gangbaar is in Nederland. De keuze ligt echter nogal voor de hand. De Morree is in zijn standaardwerk "*Dynamiek van het menselijk bindweefsel*" glashelder over dit onderwerp: "Het is onmogelijk functioneel te trainen bij mensen die nog geen volwaardig belastbare functie hebben" (36). De keuze om dan geïsoleerd te trainen lijkt logisch bij de motorisch laag functionerende kwetsbare doelgroep (zonder belastbare functie). Immers, voor veel (onderdelen van) functies is maximale kracht (Medical Research Council 5, MRC 5) noodzakelijk. Als mensen geen spierkracht op het niveau van MRC 5 hebben zullen ze genoodzaakt zijn om te compenseren. Als je functioneel traint, train je daarmee (voornamelijk) compensatiemechanismen. Dat is net wat je niet wil. Functionele training is daarmee onvoldoende gelokaliseerd in de spiergroepen die primair getraind moeten worden. Daarnaast is het, door de slechte lokalisatie van de trainingsprikkel, met functionele training bij deze doelgroep onmogelijk om voor de gewenste trainingsintensiteit te zorgen in de verzwakte spiergroepen

Trainingsparameters, functionele winst
De parameters voor de spierkrachttraining zijn op basis van een literatuuronderzoek voor het eerst geformuleerd door Maria Fiatarone (37) en nadien ook in richtlijnen en reviews steeds bevestigd (38–40). Fiatarone zag dat de meeste toename van kracht ontstond als er getraind werd met een 8-10 repeated maximum (RM) last, als er drie series werden uitgevoerd per oefenmoment en er drie oefenmomenten per week waren met 48 uur ertussen. De oefenlast wordt binnen het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model via de trial and error methode bepaald en niet via de werkwijze volgens Holten waarbij de oefenlast wordt bepaald door 80% te nemen van de maximale kracht (1RM). Wij hebben twijfels of deze berekening tot een correcte oefenlast leidt. In de literatuur bestaat al twijfel over de correctheid van de Holten-methode bij sporters (41) en eigen onderzoek toont een zelfde twijfel aan bij de kwetsbare doelgroep (42). Om de problemen van de Holten-methode te voorkomen heeft het fysiotherapieteam van de Waalboog steeds met de trial and error methode gewerkt. We hebben de betrouwbaarheid van de trial and error methode onderzocht voor de korte heupabductoren en vonden een uitstekende betrouwbaarheid (43).

Geïsoleerde spierkrachttraining is op deze manier uitgevoerd enorm effectief. In de literatuur en in eigen onderzoek worden krachtt*oenames* gevonden van 130-170% (een meer dan verdubbeling) na een trainingsperiode van 5-8 weken (37,44–46). Omdat deze krachtstoename door de goede lokalisatie van de geïsoleerde krachttraining ook werkelijk optreedt in de gewenste spiergroepen, vertaalt deze krachtstoename zich ook in een betere functie. Eigen onderzoek laat zien dat tussen de 75 en 80% van de verpleeghuisbewoners die niet zelfstandig konden opstaan, lopen of gaan zitten bij aanvang van de revalidatieperiode, statistisch significant en klinisch relevant hun functioneren verbetert (46). Frappant is dat ouderen zelf automatisch andere coördinatiepatronen kiezen die gebruik maken van de toegenomen kracht. In de literatuur is dit principe vaker te vinden (47). Het lijkt daarmee ook om deze reden niet wenselijk of nodig om veel behandeltijd te besteden aan vormen van functionele training en zeker niet bij kwetsbare ouderen met een (te) laag krachtniveau aan begin van de training.

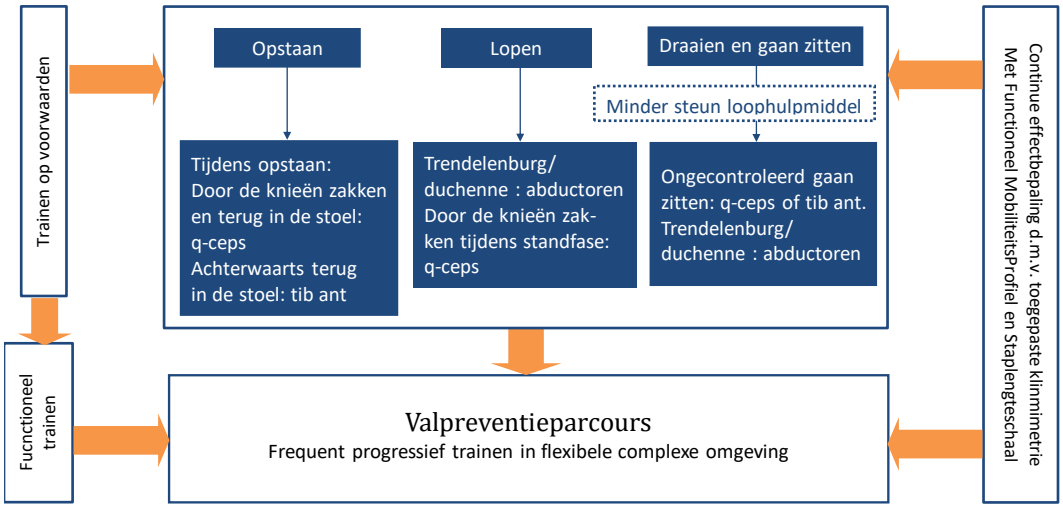
De functionele veranderingen worden binnen ons model vastgelegd met het Functioneel Mobiliteitsprofiel (FMP). Het FMP wordt bij ieder oefenmoment geregistreerd en meet de zelfstandigheid en veiligheid van het opstaan, lopen en gaan zitten. Zie voor informatie over het FMP de paragraaf over toegepaste klinimetrie.

Geen training gericht op coördinatie

Binnen het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model wordt maar zeer beperkt op coördinatie getraind. Wij gaan uit van de visie dat cliënten op basis van de aanwezige voorwaarden voor motoriek en rekening houdend met hun motorische beperkingen de meest optimale coördinatie kiezen. Voor dit uitgangspunt zijn in de literatuur meerdere aanwijzingen te vinden (47–50). Er bestaat daarmee in onze ogen geen “foute” coördinatie, maar wel een pragmatische coördinatieve oplossing voor een motorisch probleem waarbij de cliënt probeert gebruik te maken van wel aanwezige voorwaarden voor motoriek. Het aldus gekozen coördinatiepatroon zal nog niet altijd succesvol zijn (bv. door nog onvoldoende spierkracht). Door zorgvuldige observatie (eventueel met behulp van videoanalyse) kan de fysiotherapeut vaststellen waar de beperking zit in het door de cliënt gekozen coördinatiepatroon. Vaak zal in deze doelgroep de beperking een krachtsprobleem blijken te zijn. Het versterken van de bijbehorende spier(groep) lijkt dan voor de hand te liggen.

Waalboog Model voor Looprevalidatie en Valpreventie

Het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model (51,52) wordt schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 2: Waalboog Model voor Looprevalidatie en Valpreventie

Het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model wordt in de onderstaande paragrafen verder toegelicht.

<u>Problemen met het opstaan</u>

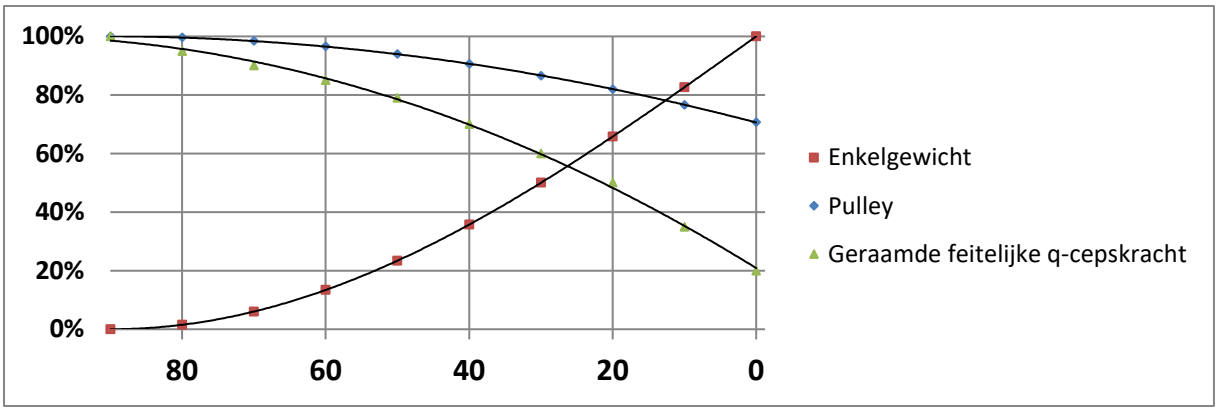
Als het opstaan niet lukt, spelen bij kwetsbare ouderen twee verschillende problemen een rol. Als eerste opstaan bij te weinig quadricepskracht, waarbij de cliënt probeert op te staan, maar met de billen terug op de zitting van de stoel terecht komt. De cliënt zal dat proberen te compenseren door zich op te drukken met de armen, maar dat is vaak onvoldoende, omdat ook de kracht in de armen beperkt is. Dit opstaprobleem wordt veroorzaakt door problemen met het omhoog verplaatsen van het lichaamszwaartepunt,

Het tweede probleem is wat lastiger te onderscheiden omdat het minder vaak voorkomt en in zijn uitingsvorm vrij sterk lijkt op het voorgaande opstaprobleem en daardoor frequent wordt gemist. Deze groep is in staat om met de billen los van de zitting te komen, maar het lichaamszwaartepunt onvoldoende naar voren te verplaatsen tijdens (de beginfase van) het opstaan, waardoor men met de romp achterwaarts in de stoel terugvalt. In dit laatste geval ligt volgens ons de oorzaak in een insufficiënte Tibialis Anterior.

Beide spieren, de m. Quadriceps en m. Tibialis Anterior zijn uitstekend geïsoleerd te trainen. Bij de quadriceps wordt er gebruik gemaakt van een leg-extension apparaat (zie afbeelding 3). Binnen de Waalboog wordt er geen gebruik gemaakt van losse enkelgewichten omdat deze een volledige andere krachtsopbouw laten zien in de Quadriceps dan bij het normale opstaan nodig is. Bij losse enkelgewichten (enkelmanchetten) echter, is bij de eerste graden kniestrekking vanuit een hoek van 90 graden flexie de gevraagde kracht van de quadriceps ongeveer 0, terwijl in een hoek van 90 graden bij het opstaan juist maximale kracht wordt gevraagd. Bij losse gewichten wordt de maximale last voor de quadriceps pas bereikt bij volledige strekking, terwijl in deze kniehoek op het einde van de opsta-beweging de gevraagde activiteit van de quadriceps juist relatief laag is (zie afbeelding 4).

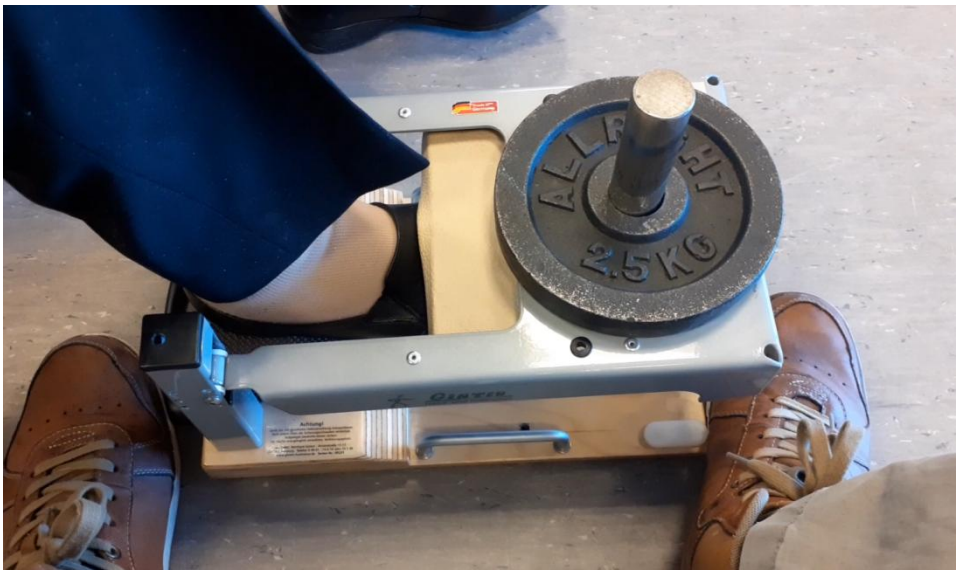


Afbeelding 3: Quadricepskrachttraining met pulley.



Afbeelding 4: Verloop omvang quadricepskracht bij verschillende kniehoeken tijdens strekken knie bij verschillende activiteiten. Groen: raming verloop feitelijke kracht bij opstaan, blauw: verloop quadricepskracht bij pulleygebruik en rood, verloop quadricepskracht bij gebruik enkelmanchetten.

Bij de Tibialistraining wordt gebruik gemaakt van een specifiek voor dit doel ontworpen apparaat (afbeelding 5). Ondanks dat we hier zelf nog geen onderzoek naar hebben gedaan hebben we wel de ervaring dat door de versterking van de Tibialis Anterior de voorwaartse lichaamszwaartepuntverplaatsing tijdens opstaan verbetert en het gaan zitten gecontroleerder verloopt. De Tibialis Anterior heeft ook een rol bij de kwaliteit van de enkelstrategie bij het handhaven van de staande balans bij ouderen (53,54). De Tibialis Anterior wordt in ons model ook getraind om binnen de enkelstrategie de achterwaartse balans te verbeteren. Ook de Tibialis Anterior wordt getraind volgens de besproken 10RM opbouw.



Afbeelding 5: Krachttraining voor de mm. Tibialis Anterior

Problemen met lopen

Zeker in verband met het uitgebreide krachtsverlies in onze doelgroep zien wij dat ouderen die weer zelfstandig kunnen gaan staan door de toegenomen quadricepskracht op het moment dat zij gaan lopen, al dan niet met een loophulpmiddel, soms nog problemen met hun heupstabiliteit hebben en een looppatroon volgens Trendelenburg of Duchenne vertonen. Dergelijke problemen met de actieve gewrichtsstabiliteit rond de heup leidt tot een onveiliger looppatroon en hangt samen met de kracht van de korte heupabductoren (21,23,50,55,56). Binnen het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model wordt de kracht van heupabductoren getraind met behulp van een abductiekrachttrainer volgens een 10RM opbouw (zie afbeelding 6). Volgens het protocol voor de abductietrainer wordt in een zo ver mogelijk (nog wel comfortabele) onderuitgezakte houding getraind waardoor de korte abductoren (mm Gluteus Medius en Minimus) meer in hun functionele werkingshoek komen te liggen en optimaal worden belast.


Afbeelding 6. Abductietrainer

De uitgangshouding wordt per cliënt vastgelegd door, na een voldoende onderuitgezakte houding te hebben aangenomen, de positie van de weerstandsrollen in cm (of standen, afhankelijk van het model abductietrainer) te registreren. De weerstandsrollen worden geplaatst net proximaal van de laterale femurcondylen. Daarnaast wordt de omvang van de abductiehoek tijdens training gestandaardiseerd waarbij de oefenrange tussen de 0 en circa 20 graden abductie hoort te vallen. Verdere standaardisatie van de bewegingsuitslag wordt bereikt door een spreidlatje te kiezen van een lengte die leidt tot de gewenste bewegingsuitslag (tussen de 0 en 20 graden abductie). Bij volgende behandelingen bieden de vastgelegde positie van de weerstandrollen en de lengte van het spreidlatje de garantie dat de oefeningen in dezelfde (optimale) houding en met dezelfde optimale bewegingsrange worden uitgevoerd.
Bij de abductiekrachttraining wordt de beweging symmetrisch uitgevoerd. Omdat er soms grote krachtsverschillen zijn tussen linker en rechter kant en in tegenstelling tot de quadricepskrachttraining gewicht niet per been kan worden ingesteld wordt bij oefenlastbepaling voornamelijk gekeken naar een correcte uitvoering bij de verzwakte zijde, vaak is dat de kant waar artrose is vastgesteld of een heupoperatie heeft plaatsgevonden. Om de correcte uitvoering te bereiken moet bij grote verschillen in abductiekracht de meest sterke kant in zijn beweging wat worden afgeremd door de fysiotherapeut zodat er een symmetrische uitvoering ontstaat, met aan beide kanten een voldoende bewegingsuitslag.
De effectiviteit van geïsoleerde abductiekrachttraining hebben we nog niet onderzocht. Eerder leidde krachttraining van de hele heupregio ook tot een meer dan verdubbeling van de kracht met significante en klinisch relevante verbetering van de loopvaardigheid (45).
Ten gevolge van de toenemende abductorenkracht neemt de stabiliteit van de aangedane heup toe, hoeven mensen minder te compenseren door te steunen op hun rollator en neemt de staplengte toe. De staplengte wordt gemeten met de Staplengteschaal (SLS). Over deze schaal meer in het hoofdstuk over toepaste klinimetrie.

<u>Problemen met draaien en gaan zitten</u>

Bij het gaan zitten spelen bij het controleren van het lichaamszwaartepunt dezelfde problemen als bij het opstaan. Zowel de m. Quadriceps (cranio-caudale controle van het lichaamszwaartepunt) als de Tibialis Anterior (ventro-dorsale controle van het lichaamszwaartepunt) kunnen verdere versterking behoeven als het gaan zitten ongecontroleerd verloopt.
Bij de voorbereiding van het gaan zitten speelt nog wel een ander aspect. Cliënten moeten natuurlijk omdraaien voor zij kunnen gaan zitten. Dit omdraaien voor het gaan zitten wordt binnen het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model klinimetrisch bij het gaan zitten gescoord met het FMP.
Als mensen met een rollator lopen wordt bij het draaien voor het gaan zitten de mogelijkheid om te steunen op de rollator minder gunstig en dan met name bij de van het lichaam af bewegende hand. Bij het naar links draaien met de rollator, beweegt de rechter hand van het lichaam weg en komt daarmee minder verticaal onder de schouder te staan. De mogelijkheid tot een goede steunactie neemt daardoor af. Als de cliënt nog een beperkte Trendelenburg of Duchenne links heeft die tijdens rechtuit lopen goed wordt gecompenseerd door de steun met de rechter hand, komt deze cliënt tijdens draaien naar links soms nog in de problemen en loopt hij het risico zijn balans naar rechts toe te verliezen. Dit probleem is op te lossen door de abductoren (met name links in dit geval) verder in kracht te verhogen. In principe kan ook door de afnemende steunmogelijkheid een nog te zwakke rechter quadriceps een probleem opleveren tijdens het naar links indraaien voor het gaan zitten. Dan is natuurlijk (verdere) versterking van de quadriceps geïndiceerd.

<u>Valpreventietraining</u>
In 2010 heeft het team fysiotherapie van De Waalboog een valpreventieparcours ontwikkeld. Dit parcours is onder andere gebaseerd op de ideeën van Paul de Vreede die liet zien dat bij ouderen met een belastbare functie, functionele training in een beweeglaboratorium met een aanpasbare omgeving uitermate effectief was (29). We hebben toen ook gekeken naar de oefenparcoursen van “Vallen Verleden Tijd” van de st. Maartenskliniek (57). Dit heeft geleid tot een op kwetsbare ouderen toegespitst valpreventieparcours. (58) Dit parcours (afbeelding 7) wordt gebruikt sinds een kleine 10 jaar en maakt gebruik van verschillende onderlagen, hindernissen, overstapjes, oefendrempel, Belgisch Trottoir, oefenen met visuele beperkingen (duisternissimulatie) en motorische en cognitieve dubbeltaken. De effectiviteit is positief beoordeeld in een kleine groep bewoners (n=7) (58). Wat wel opvalt is dat de meeste bewoners hun behandeldoel halen, alleen met behulp van de verschillende vormen van geïsoleerde krachttraining uit de basis van het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model. Het valpreventieparcours wordt slechts bij een minderheid gebruikt voor de complexere vormen van balans, bijvoorbeeld voor de cliënten die weer naar huis gaan of de cliënten die voornemens zijn om ook buiten te lopen. Er blijkt evenwel nieuwe evidence te zijn die bovenstaande praktijkervaring ondersteunt. Joshua e.a. melden dat het trainen op kracht van de meest relevante spieren voor de balans even effectief en mogelijk effectiever is dan het functioneel trainen van de balans an sich (10). Hiermee zou trainen volgens het Waalboog Model, om zelfstandig lopen mogelijk te maken, automatisch de meest relevante spieren voor de handhaving van de balans op kracht trainen waardoor als cliënten eenmaal zelfstandig kunnen lopen, problemen met de balans maar in beperkte mate optreden. Toch blijken sommige cliënten daar nog wel behoefte aan te hebben, onder andere in verband met risico op vallen en de ermee samengaande angst om te vallen.



Afbeelding 7: Valpreventieparcours

Gericht geïsoleerd trainen van compensatiestrategieën voor het opstaan

In sommige gevallen is het onmogelijk om door middel van geïsoleerde krachttraining het opstaan, lopen en gaan zitten voldoende te verbeteren. We treffen dat bij voorbeeld aan bij cliënten met zeer forse artrose in de knieën waarbij de normale uitvoering van de geïsoleerde Quadricepskrachttraining door de toenemende oefenlast letterlijk vastloopt door de onregelmatigheden in de gewrichtsvlakken van femurcondylen en tibiaplateau.
Alhoewel we soms dit probleem bij dergelijke cliënten proberen te omzeilen door excentrisch te trainen wil dit nog niet altijd tot een voldoende resultaat leiden voor de cliënt. In deze gevallen kan de cliënt alleen zelfstandig tot stand gaan komen als hij beter gebruik kan maken van een compensatiestrategie. De meest gebruikte compensatiestrategie bij het opstaan is het maximaal opduwen van de romp met de armen, waarbij het lichaamsgewicht pas laat boven de voeten wordt gebracht (en men bijvoorbeeld de rollator vastpakt) als de armen ongeveer volledig zijn gestrekt. De cliënt maakt dus geen vorlage tijdens de beginfase van het opstaan en doet dit om een goede reden. De benodigde quadricepskracht om de knieën gestrekt te houden is, in de dan ontstane meer gestrekte positie van de knieën, maar ongeveer de helft van de kracht die zonder compensatie nodig is om op te staan (zie afbeelding 4). De extensiekracht van de armen is uitstekend te trainen met behulp van een pulley waarbij in zit vanaf de hoogte van de elleboogsteun de arm naar de vloer wordt gestrekt volgens een 10RM-opbouw (afbeelding 8).



Afbeelding 8, training van de kracht van de compensatiestrategie voor het opstaan.

Invloed van cognitie op de effectiviteit van Quadricepskrachttraining

Zoals bij alle fysiotherapeutische interventies is het Waalboog Model alleen effectief bij cliënten die in staat zijn om de gewenste oefeningen op een goede manier uit te voeren. Cliënten met cognitieve problemen kunnen niet altijd de krachtstrainingsoefeningen uitvoeren. Dit geldt dan het meest voor de minder vanzelfsprekende oefeningen als abductie- en tibialiskrachttraining.
Quadricepskrachttraining, bijvoorbeeld met een bal als mikpunt, is ook voor cognitief beperkte mensen over het algemeen goed te begrijpen. Geïsoleerde krachttraining is dan even effectief bij mensen met een cognitieve beperking als bij mensen met alleen een somatisch probleem (59).

Gevolgen van stoppen van de fysiotherapeutische behandeling

Binnen het Waalboog Model streven we naar korte intensieve revalidatieperioden. Bij het ontstaan van een plafondeffect in de toename van kracht en functionele scores wordt de behandeling gestopt, tenminste als de fysiotherapeut geen nieuwe behandelmogelijkheden meer vindt. De revalidatie moet een nieuw niveau van transfers opleveren die via de reguliere samenwerkingsafspraken met de zorgteams worden geïmplementeerd in de dagelijkse zorg.
Van het begin af aan hadden wij de indruk dat onderhoudsbehandelingen niet nodig zouden zijn. Veel van de behandelde loopproblemen zijn van oorsprong quadriceps gerelateerd. Op het moment dat cliënten weer een actieve opsta-transfer kunnen maken wordt aanwezige quadricepskracht voor vrijwel 100% gebruikt (60). Wij zijn er steeds van uit gegaan dat daarmee het kunnen maken van actieve opsta-transfers gedurende de ADL een voldoende trainingsprikkel zou opleveren om de kracht van de quadriceps op niveau te houden om onderhoudsbehandelingen overbodig te maken. Enkele jaren geleden wilden we dit uitgangspunt toch een keer wetenschappelijk toetsen om onze werkwijze verder wetenschappelijk te onderbouwen. Het bleek dat 6 weken na het stoppen van de behandeling bij de mensen die weer een actieve (opsta) transfer konden maken na de fysiotherapeutische revalidatie het functieniveau, gemeten met de Physical Mobility Scale (PMS), niet was gedaald maar zelfs een (niet significante) tendens tot stijgen had (61). Ook 12 weken na het

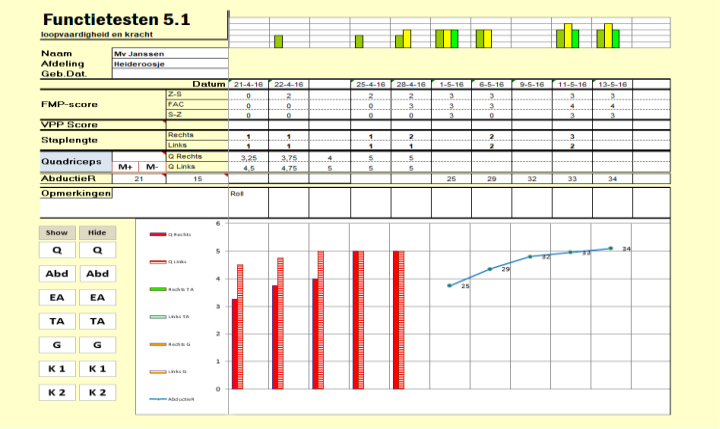
stoppen van de behandeling blijken patiënten, door het gestegen activiteitenniveau in de ADL, hun de mobiliteitsniveau te onderhouden (62).

Intermitterende fysiotherapie

Onze revalidatie is dus georganiseerd volgens de principes van “intermitterende fysiotherapie”. Binnen het Waalboog Model worden in principe geen onderhoudsbehandelingen gegeven. Cliënten worden getraind tot er een maximum ontstaat in krachts- en functionele scores met een daarbij behorend nieuw motorisch niveau in de ADL. Als er naar de mening van de behandelend fysiotherapeut (eventueel na second opinion van een collega) geen mogelijkheden meer zijn om het motorisch niveau van cliënten nog verder te verhogen, wordt de fysiotherapie gestopt. Fysiotherapie wordt weer gestart als daar opnieuw een noodzaak voor ontstaat. In vrijwel alle gevallen gaat daar in onze ervaring een incident aan vooraf zoals een periode van ziekte met bedlegerigheid, een valincident of een operatie of ziekenhuisopname.

Toegepaste klinimetrie

In het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model wordt de effectiviteit van het revalidatieproces nauwgezet gevolgd met behulp van toegepaste klinimetrie. Iedere cliënt krijgt een eigen klinimetriepagina in de vorm van een Excel-bestand. In deze klinimetriepagina wordt de ontwikkeling van de binnen de casus relevante oefenkrachtswaarden (10RM-waarden) genoteerd en gevolgd en de consequenties voor het motorisch functioneren van de cliënt vastgelegd (zie afbeelding 9).



Afbeelding 9: Een voorbeeld van een klinimetriepagina volgens het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model. Per behandelmoment wordt functioneren m.b.v. het FMP (groen-geel-groene staafjes bovenaan in overzicht), staplengte m.b.v. SLS, en relevante krachtswaardes (10RM oefenbelastingen, i.c. quadriceps (rode staafjes) en heupabductoren (blauwe lijn)) geregistreerd. Links onder in het overzicht staan knoppen waarmee extra registratieregels kunnen worden geopend voor extensie armen (EA)), Tibialis Anterior (TA), Gastrocnemicus (G) en twee vrije regels voor andere te trainen spieren (K1 en K2).

Twijfel over gebruikswaarde reguliere klinimetrie

In het verleden heeft fysiotherapie-team van De Waalboog twee nieuwe klinimetrische instrumenten ontworpen (in 2003 het Functioneel Mobiliteitsprofiel (FMP) en in 2009 de Staplengteschaal (SLS)).

Deze initiatieven kwamen voort uit een onvrede binnen het fysiotherapieteam over de bruikbaarheid van de reguliere meetinstrumenten binnen een kwetsbare geriatrische doelgroep. Deze onvrede betrof voornamelijk veel gebruikte tests als Timed Up and Go (TUG) en loopsnelheidtest (LST) en verder ook de Performance Oriented Mobility Assessment (Tinetti (POMA)). Met betrekking tot de LST hebben wij twijfel of de sensitiviteit van de test, de uitslag ook niet gevoelig maakt voor nevenproblematiek als pijn, of benauwdheid (63) waardoor de validiteit van deze tests in onze beleving binnen een kwetsbare doelgroep wordt bedreigd**.** De LST en de TUG hebben natuurlijk ook het nadeel alleen gebruikt te kunnen worden als de cliënt al zelfstandig kan lopen. Bij de TUG en de POMA maakt de beperkte cognitie een betrouwbare meting regelmatig problematisch terwijl het beperkte functioneringsniveau van onze doelgroep zinvol meten bemoeilijkt. In die periode was het team wel tevreden over het gebruiksgemak en de klinische relevantie van de Functional Ambulation Categories (FAC). We waren wel van mening dat de FAC een te beperkt beeld gaf van de motoriek bij ouderen omdat de FAC alleen het lopen beschreef, terwijl we juist ook het opstaan en gaan zitten in kaart wilden brengen.

Functioneel Mobiliteitsprofiel

Deze overwegingen hebben geleid tot het ontwikkelen van het FMP. Het FMP is een driedelige categorale schaal waarbij het opstaan, lopen en gaan zitten afzonderlijk worden gemeten en gescoord. Hierdoor ontstaat een transparante registratiewijze die, evenals de FAC, uitstekend gebruikt kan worden om het motorisch niveau van een geriatrische cliënt te beschrijven. Het FMP is bij onderzoek valide en betrouwbaar gebleken (64–66) Door zijn opbouw heeft het FMP een sterke ecologische validiteit (interpretability), de FMP-scores zijn goed te vertalen naar het dagelijks leven. In onderzoek hebben we de voorspelbaarheid van de FMP-uitslag (gemeten in een oefenzaal) voor het functioneren op de woonafdeling van de bewoners kunnen bevestigen (67). Met name deze laatste eigenschap maakt van het FMP een uitermate zinnig en praktisch waardevol meetinstrument.

Staplengteschaal

De Staplengteschaal (SLS) is ontworpen omdat we een meetinstrument wilden hebben dat de effecten van de behandeling van heupinstabiliteit
(looppatronen volgens Trendelenburg en Duchenne) kon meten. Het meten van staplengtes leek ons daarbij voor de hand te liggen. Omdat er wereldwijd alleen instrumentele meetinstrumenten voorhanden waren voor de staplengte als de Gaitrite (68–70) en allerlei videosystemen en wij een meetinstrument wilden hebben dat eenvoudig in een oefenzaal of woonomgeving was te gebruiken zonder enige cliëntbelasting hebben we uiteindelijk de SLS ontwikkeld. Ook de SLS hebben we onderzocht op betrouwbaarheid en validiteit. De SLS scoorde goed tot uitstekend (66,71) en is een handzaam instrument om de effecten van revalidatie bij een cliënt te volgen (72).
Zowel FMP als SLS leveren geen cliëntbelasting op. Beiden kunnen tegelijkertijd worden afgenomen tijdens het maken van een transfer van rolstoel naar een krachttrainingsapparaat.

Toekomst van het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model

Het Waalboog Model zal zich blijven ontwikkelen. Al hoewel het model steunt op veel internationale evidence is het nog niet af. Er zijn nog verschillende onderzoeksvragen die beantwoord moeten worden. Wat is precies de effectiviteit van het versterken van de korte abductoren, gaan mensen grotere passen maken of gaan ze minder steunen op hun rollator? Ook hebben we effectiviteit van krachttraining van de Tibialis Anterior niet verder onderzocht en zou de effectiviteit van het valpreventieparcours in een grotere groep onderzocht mogen worden. Wat is de verhouding tussen een 10RM oefenlast en maximale kracht bij kwetsbare ouderen? En er blijkt een kleine subgroep van ongeveer 20 cliënten met nog niet zelfstandige FMP-scores te zijn binnen de retrospectieve analyse van 215 bewoners die geen enkel resultaat hebben van geïsoleerde krachttraining van de Quadriceps, wat zien we bij deze groep over het hoofd? Missen we een motorisch probleem, neemt de kracht onvoldoende toe en blijft die onder de drempelwaarde voor het opstaan, en wat is daar dan weer de oorzaak van? Of is er een te sterke invloed van somatische problematiek?

Dankwoord

Het Waalboog Looprevalidatie en Valpreventie Model is mede tot stand gekomen door kritisch meedenken van oud-fysiotherapeuten van het team. Ook danken wij de fysiotherapiestudenten die sinds 2002 met hun afstudeeronderzoeken hun steentje hebben bijgedragen aan de onderbouwing van het model.

Team fysio- en bewegingstherapie

Correspondentie: j.branten@waalboog.nl

Literatuur

1. Ossendorff R, Lauter LM, Walter SG, Sowa M, Haeder G, Salzmann GM. Systematic Evaluation of Isometric Maximal Muscle Strength in an Orthopaedic Cohort. Sports Health. 2025 May 1;17(3):629–36.
2. Evans WJ, Roubenoff Walter Frontera RR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Siparsky PN, et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study Motor Unit Changes Seen With Skeletal Muscle Sarcopenia in Oldest Old Rats. J Appl Physiol Journal of Applied Physiology [Internet]. 2000;88:1321–6. Available from: http://www.the-aps.org/publications/jappl
3. Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The Relationship of Knee and Ankle Weakness to Falls in Nursing Home Residents: An Isokinetic Study. J Am Geriatr Soc. 1987;35(1):13–20.
4. Takazawa K, Arisawa K, Honda S, Shibata Y, Saito H. Lower-extremity muscle forces measured by a hand-held dynamometer and the risk of falls among day-care users in Japan: Using multinomial logistic regression analysis. Disabil Rehabil. 2003 Apr 22;25(8):399–404.
5. 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. Osteoporosis International. 2010 Apr;21(4):589–96.

6. Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. Gerontology. 2013 Feb;59(2):105–13.
7. 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. Dove Medical Press Ltd.; 2017. p. 955–61.
8. Persch LN, Ugrinowitsch C, Pereira G, Rodacki ALF. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: A randomized controlled trial. Clinical Biomechanics. 2009 Dec;24(10):819–25.
9. Schreier MM, Bauer U, Osterbrink J, Niebauer J, Iglseder B, Reiss J. Fitness training for the old and frail: Effectiveness and impact on daily life coping and self-care abilities. Z Gerontol Geriatr. 2016 Feb 1;49(2):107–14.
10. Joshua AM, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, et al. Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly - a randomised controlled trial. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 Mar 15;8(3):98–102.
11. Cámara-Calmaestra R, Martínez-Amat A, Aibar-Almazán A, Hita-Contreras F, de Miguel-Hernando N, Rodríguez-Almagro D, et al. Resistance exercise to reduce risk of falls in people with Alzheimer's disease: a randomised clinical trial. Physiotherapy (United Kingdom). 2025 Mar 1;126.
12. Corrigan D, Bohannon RW. Relationship between knee extension force and stand-up performance in community-dwelling elderly women. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(12):1666–72.
13. Bohannon RW. BODY WEIGHT-NORMALIZED KNEE EXTENSION STRENGTH EXPLAINS SIT-TO-STAND INDEPENDENCE: A VALIDATION STUDY [Internet]. Available from: www.nsca-jscr.org
14. 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. Vol. 50, JAGS. 2002.
15. Bassey EJ, Fiataronet$$ MA, O'neill$ EF, Kelly$ M, Evanst WJ, Llpsltz$$ LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. Vol. 82, Clinical Science. 1992.
16. McLean RR, Shardell MD, Alley DE, Cawthon PM, Fragala MS, Harris TB, et al. Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality: The Foundation for the National Institutes of Health (FNIH) sarcopenia project. Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences. 2014;69 A(5):576–83.
17. Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, De Lateur BJ. Evidence for a Non-linear Relationship between Leg Strength and Gait Speed. Vol. 25, Age and Ageing. 1996.
18. 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.
19. Chun SW, Kim KE, Jang SN, Kim K Il, Paik NJ, Kim KW, et al. Muscle strength is the main associated factor of physical performance in older adults with knee osteoarthritis regardless of radiographic severity. Arch Gerontol Geriatr. 2013 Mar;56(2):377–82.

20. Chung JY, Min BH. Is bicompartmental knee arthroplasty more favourable to knee muscle strength and physical performance compared to total knee arthroplasty? Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013 Nov;21(11):2532–41.
21. Kronborg L, Bandholm T, Palm H, Kehlet H, Kristensen MT. Feasibility of progressive strength training implemented in the acute ward after hip fracture surgery. PLoS One. 2014 Apr 3;9(4).
22. Lee SY, Yoon BH, Beom J, Ha YC, Lim JY. Effect of Lower-Limb Progressive Resistance Exercise After Hip Fracture Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. J Am Med Dir Assoc. 2017 Dec 1;18(12):1096.e19-1096.e26.
23. Stasi S, Papathanasiou G, Chronopoulos E, Dontas I, Baltopoulos I, Papaioannou N. The effect of intensive abductor strengthening on postoperative muscle efficiency ands functional ability of hip-fractured patients: A randomized controlled trial. Indian J Orthop. 2019 May 1;53(3):407–19.
24. Tan RC, Castilla KK, Serafico M, Mensink M, de Groot L. Sarcopenia is associated with lower quality of life scores among community-dwelling older Filipinos: Findings from a cross-sectional study. Journal of Frailty and Aging . 2025 Jun 1;14(3).
25. Morley 2016 Frailty and Sarcopenia the new geriatric giants.
26. Senior HE, Henwood TR, Beller EM, Mitchell GK, Keogh JWL. Prevalence and risk factors of sarcopenia among adults living in nursing homes. Maturitas. 2015 Dec 1;82(4):418–23.
27. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: Rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences. 2014;69 A(5):547–58.
28. 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 Oct;13(4):958–63.
29. De Vreede PL, Samson MM, Van Meeteren NLU, Duursma SA, Verhaar HJJ. Functional-Task Exercise Versus Resistance Strength Exercise to Improve Daily Function in Older Women: A Randomized, Controlled Trial.
30. Hassan BH, Hewitt J, Keogh JWL, Bermeo S, Duque G, Henwood TR. Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. Geriatr Nurs (Minneap). 2016 Mar 1;37(2):116–21.
31. Peterson MD, Casten K, Collins S, Hassan H, García-Hermoso A, Faul J. Muscle weakness is a prognostic indicator of disability and chronic disease multimorbidity. Exp Gerontol. 2021 Sep 1;152.
32. Law TD, Clark LA, Clark BC. Resistance exercise to prevent and manage sarcopenia and dynapenia. In: Annual Review of Gerontology and Geriatrics. Springer Publishing Company; 2016. p. 205–28.
33. Liberman K, Forti LN, Beyer I, Bautmans I. The effects of exercise on muscle strength, body composition, physical functioning and the inflammatory profile of older adults: A systematic review. Vol. 20, Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. Lippincott Williams and Wilkins; 2017. p. 30–53.
34. Mangione KK, Miller AH, Naughton I V. Take-Home Message The Cochrane review by Liu and Latham included 121 trials with <LEAP> LINKING EVIDENCE AND PRACTICE Cochrane Review: Improving Physical Function and Performance With Progressive Resistance Strength Training

in Older Adults [Internet]. Vol. 90, Physical Therapy ■. 2010. Available from: http://ptjournal.apta.org/cgi/
35. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2009.
36. de Morree JJ. Dynamiek van het menselijk bindweefsel.
37. Fiatarone 1990 High intensity strength training in nonagenarians.
38. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. Vol. 41, Medicine and Science in Sports and Exercise. 2009. p. 1510–30.
39. 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.
40. 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 [Internet]. 2019. Available from: www.nsca.com
41. Arazi H, Asadi A. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SELECTED PERCENTAGES OF ONE REPETITION MAXIMUM AND THE NUMBER OF REPETITIONS IN TRAINED AND UNTRAINED MALES . Vol. 9, Physical Education and Sport. 2011.
42. Branten J, Stefan J, Gevel F van de, Goossens M, Tittelbach C, Bernards N. De verhouding tussen de 1RM- en 10RM- waarde in een populatie kwetsbare ouderen in een verpleeghuis. Nederlands Tijdschrift voor Geriatriefysiotherapie [Internet]. 2021 Mar;30–40. Available from: www.nvfgnet.nl
43. Branten J, Hubertus S, Vollmar C. De krachtbepaling van de heupabductoren volgens de 10RM-methode. Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie. 2012 Mar;122:97–103.
44. Branten J. Quadricepskrachttraining bij verpleeghuispatiënten. FysioPraxis. 2000 Aug;(8):9–13.
45. Branten J, Leygraaff C, Huijbregts P. Strenght Training: The use of the Theravital Bicycle Trainer for the treatment of gate dysfunction in extended care patients. Interdivisional Review [Internet]. 2006 Jan;27–32. Available from: www.orthodiv.org
46. Branten J, Steuns M, Vollmar C, Janssen S, Van Velthoven S, Koopmans R. De effectiviteit van progressieve geïsoleerde quadricepskrachttraining bij verpleeghuisbewoners Een retrospectieve analyse van 215 casussen [Internet]. 2016 Dec. Available from: www.nvfgnet.nl
47. Papa E, Cappozzo A. Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects. Vol. 33, Journal of Biomechanics. 2000.
48. Scarborough DM, McGibbon CA, Krebs DE. Chair rise strategies in older adults with functional limitations. J Rehabil Res Dev. 2007;44(1):33–41.
49. Dehail 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. Clinical Biomechanics. 2007 Dec;22(10):1096–103.
50. Lanza MB, De Souza CDC, Gray VL. The Influence of Aging on Hip Abductor Muscle Torque, Power, Velocity and the Association with Lower Limb Physical Function. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2025 Apr 1;48(2):E129–37.
51. Branten J, Janssen S, Derksen L, Loeffen E, Rosenberg L. Waalboog Model Looprevalidatie en Valpreventie. Achtergronden en theorie. Nederlands Tijdschrift voor Geriatriefysiotherapie [Internet]. 2023 Sep;32–6. Available from: www.nvfgnet.nl

52. Branten J, Janssen S, Rosenberg L. Waalboog Model Looprevalidatie en Valpreventie. Deel 2: Praktijk en klinimetrie. Nederlands Tijdschrift voor Geriatriefysiotherapie [Internet]. 2024 Mar;38–48. Available from: www.nvfgnet.nl
53. Ribeiro F, Teixeira F, Brochado G, Oliveira J. Impact of low cost strength training of dorsi- and plantar flexors on balance and functional mobility in institutionalized elderly people. Geriatr Gerontol Int. 2009;9(1):75–80.
54. Hasselgren L, Olsson LL, Nyberg L. Is leg muscle strength correlated with functional balance and mobility among inpatients in geriatric rehabilitation? Arch Gerontol Geriatr. 2011 May;52(3).
55. Arvin M, Van Dieën JH, Faber GS, Pijnappels M, Hoozemans MJM, Verschueren SMP. Hip abductor neuromuscular capacity: A limiting factor in mediolateral balance control in older adults? Clinical Biomechanics. 2016 Aug 1;37:27–33.
56. Horstmann T, Listringhaus R, Brauner T, Grau S, Mündermann A. Minimizing preoperative and postoperative limping in patients after total hip arthroplasty: Relevance of hip muscle strength and endurance. Am J Phys Med Rehabil. 2013 Dec;92(12):1060–9.
57. Bernts C, Smulders E. Valpreventie voor mensen met osteoporose. FysioPraxis. 2009 May;14–7.
58. Vollmar C, Schönebeck M, Branten J, Wassenberg I. Oefenparcours ter verbetering balans van kwetsbare verpleeghuisbewoners. Fysiotherapie & Ouderenzorg. 2010 Sep;(3):29–37.
59. Siebert A, Teunissen T, Heide M van der. Sieberts 2020 Is er een verschil in effectiviteit van geïsoleerde quadriceps kracht training tussen verpleeghuisbewoners met somatische klachten en verpleeghuisbewoners met dementie. HAN Nijmegen; 2020.
60. Hughes MA, Myers BS, Schenkman$ ML. THE ROLE OF STRENGTH IN RISING FROM A CHAIR IN THE FUNCTIONALLY IMPAIRED ELDERLY. Vol. 29, J. Biomechanics. 1996.
61. Vollmar C, Janssen S, Branten J, Steuns M, Hoeijmakers A, Ketelaar-Spek M. Blijft de kwetsbare verpleeghuiscliënt op de been na het stoppen van de fysiotherapie. 2016 May;34–9.
62. Baxter BA, Baross AW, Ryan DJ, Kay AD. Effects of detraining on neuromuscular function and structural adaptations following once- or twice-weekly eccentric resistance training in older adults. Aging Clin Exp Res. 2024 Dec 1;36(1).
63. Branten J. Functional Ambulation Categories en loopsnelheidtest als evaluatie-instrument, problemen bij het vaststellen van behandeleffect van looptraining bij verpleeghuisbewoners. Fysiotherapie en Ouderenzorg. 2000 Feb;(1):5–12.
64. Branten J, Waardenburg H, Kraats A van der, Janssen G. Functioneel MobiliteitsProfiel, validiteit van een meetinstrument in het verpleeghuis. FysioPraxis Online. 2003 Jul;1–4.
65. Branten J, Waardenburg H, Kraats A van der, Janssen G, Wassenberg I. Functioneel MobiliteitsProfiel, betrouwbaarheid en validiteit van een meetinstrument in het verpleeghuis. FysioPraxis. 2003 Jul;36–9.
66. Ludwig S, Elk S van. Validiteits- en betrouwbaarheidsbepaling van het functioneel mobiliteitsprofiel en de staplengteschaal. [Nijmegen]: HAN; 2013.
67. Branten 2015 De score van het Functioneel MobiliteitsProfiel gemeten in de oefenzaal voorspelt de motoriek in de ADL van verpleeghuisbewoners.
68. Bilney B, Morris M, Webster K. Concurrent related validity of the GAITRite † walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait [Internet]. Available from: www.elsevier.com/locate/gaitpost

69. Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. Gait Posture. 2005 Dec;22(4):317–21.
70. Wittwer JE, Webster KE, Andrews PT, Menz HB. Test-retest reliability of spatial and temporal gait parameters of people with Alzheimer's disease. Gait Posture. 2008;28(3):392–6.
71. Branten J, Wassenberg I, Diemers J, Huijbregts P. Cliëntvriendelijk meting van de staplengte, de Staplengteschaal. FysioPraxis. 2009 May;10–3.
72. Branten J. Gebruik van de Staplengteschaal bij krachttraining voor de onderste extremiteit - casuistiek een chronische CVA-patiënt. Fysiotherapie en Ouderenzorg. 2005 Jun;17–23.