

# Håndholdt dynamometer er reliabelt til måling af muskelstyrke i rygekstensorerne hos kvinder med osteoporose

Gitte.valentin@rm.dk.

*Fikseret håndholdt dynamometer er reliabelt til måling af muskelstyrke i rygekstensorerne hos kvinder med osteoporose (14. november 2014). Fag og Forskning. Link: [fysio.dk/kandidatprisen/2014](http://fysio.dk/kandidatprisen/2014)*

## Baggrund

Det skønnes, at ca. 40 % af alle kvinder over 50 år har osteoporose. Vertebrale frakturer menes at være den hyppigst forekommende kliniske manifestation af lidelsen (1). Vertebrale frakturer og nedsat muskelstyrke i rygekstensorerne kan føre til en forøget thorakal kyfose (2). En forøget kyfose er bl.a. associeret med nedsat funktionsevne (3,4), nedsat livskvalitet (4-8), reduceret lungefunktion (9) samt en øget risiko for fald (10-13). Muskelstyrken i rygekstensorerne menes at have betydelig indflydelse på graden af kyfose (14). Studier har påvist, at kvinder med osteoporose har signifikant lavere muskelstyrke i rygekstensorerne sammenlignet med jævnaldrende raske kvinder (2,15,16). Ydermere er der påvist en korrelation mellem graden af kyfose og muskelstyrken i rygekstensorerne (17-19). Flere follow-up studier har fundet, at styrketræning af rygekstensorerne var associeret med reduktion i graden af kyfose (20,21), forbedret balance (20-22) samt reduktion i incidensen af vertebrale frakturer (23,24) hos kvinder

med osteoporose. Træning af rygekstensorerne bør derfor spille en central rolle i forhold til at forebygge vertebrale frakturer hos personer med osteoporose (14).

For at kunne evaluere og dokumentere effekten af rygstyrkende øvelser er det nødvendigt med en metode, som er velegnet i klinisk praksis til at måle styrken i rygekstensorerne (25). Hos patienter med osteoporose er det vigtigt, at den målemetode som anvendes er skånsom med minimal risiko for frakturer eller overbelastning (25). I litteraturen måles muskelstyrken i rygekstensorerne hos denne patientgruppe derfor som oftest isometrisk med permanente opstillinger med strain-gauges (kraftsensorer) (1,8,25). Ulemperne ved at anvende permanente opstillinger med strain-gauges er imidlertid, at udstyret er tidskrævende at anvende og dyrt at anskaffe, og derfor primært bliver anvendt i forskningsøjemed (26). Et alternativ til de permanente opstillinger er et håndholdt dynamometer (HHD). HHD er mindre tidskrævende at anvende og langt billigere

## Blå bog

Fysioterapeut Gitte Hoff Valentin afsluttede Den Sundhedsfaglige Kandidatuddannelse ved Aarhus Universitet i juni 2013. Hun har været praktiserende fysioterapeut fra 2007-2008. Har været ansat på Aarhus Universitetshospital fra 2008-13. Blev i september 2013 ansat som forskningsassistent på Center for Folkesundhed og Kvalitetsudvikling (CFK).

Gitte Valentin er desuden timelærer på cand. scient. san.-uddannelsen på Aarhus Universitet. Hun har publiceret flere artikler i internationale forskningstidsskrifter og i Apropos, Osteoporoseforeningens medlemsblad.



re at anskaffe, hvilket gør det attraktivt til brug i klinisk praksis (26). To systematiske oversigtsartikler konkluderer, at HHD er et reliabelt og validt redskab til måling af muskelstyrke over ekstremitetsled sammenholdt med isokinetisk muskeltestning og manuel muskeltestning (27,28). Evidensen for anvendelse af HHD til måling af muskelstyrken i rygekstensorerne er imidlertid yderst sparsom. Kun et enkelt studie er blevet identificeret, og dette studie fandt at måling af muskelstyrke i rygekstensorerne med HHD var associeret med lav reliabilitet (29).

Det er en udfordring, når man anvender HHD, at det kan være vanskeligt for testeren at give et modpres, som præcist modsvarer patientens (28). Det kan især være vanskeligt ved måling af større muskelgrupper, hvor testpersonen er stærkere end testeren. I de tilfælde kan testeren både komme til at give for lidt eller for meget modstand, hvilket vil resultere i en upræcis måling (26). For at undgå dette kan man vælge at fikse dynamometret med bælt eller lignende. Flere studier har påvist, at anvendelse af ekstern fiksering reducerer måleusikkerheden i forhold til manuel fiksering (30,31). Ulempen ved det fikserede dynamometer er imidlertid, at det ikke er lige så velegnet til brug i en travl klinisk hverdag (26). Dette kan dog afhjælpes ved at få konstrueret en opstilling, som kræver mindst mulig ekstraudstyr og tidsforbrug (26).

Formålet med dette studie er at afdække intratesters reliabiliteten ved måling af maksimal isometrisk muskelstyrke i rygekstensorerne med et håndholdt dynamometer hos kvinder med osteoporose og vertebrale frakturer. Reliabiliteten afdækkes både ved anvendelse af HHD med manuel fiksering og ved anvendelse af HHD fikseret med en ramme.

## Materiale og metode

### *Deltagere*

Deltagerne blev rekrutteret via Osteoporoseklinikken på Aarhus Universitetshospital. Inklusionskriterierne var: Kvinde, over 50 år med minimum én vertebral fraktur med højdereduktion på mindst 20 % på forkanten af corpora i forhold til bagkanten eller mindst 20 % reduktion af

vertebrae i forhold til over- eller underliggende vertebrae. Eksklusionskriterierne var: Kraftig forværring af rygsmerter indenfor seks uger op til første test, nyopstået fraktur verificeret via røntgen eller betydelig komorbiditet som f.eks. maligne lidelser i columna.

### *Dataindsamling*

Projektet er godkendt af Datatilsynet, mens Videnskabetisk komité har vurderet, at projektet ikke var anmeldelsespligtigt. Alle test blev udført i overensstemmelse med protokollen og etiske og humane principper for forskning blev overholdt.

### *Udstyr*

Den maksimale isometriske muskelstyrke i rygekstensorerne blev målt med HHD (Power track II commander). Testprocedurerne var standardiserede og dynamometret blev kalibreret før hver test. Rammen til fiksering af dynamometret bestod af en let aluminiumsramme med en kasse, hvori belastningscellen på dynamometret blev monteret. Rammen med belastningscellen blev fikseret via to gjorde, som blev ført under brikken. Rammen er designet således, at den kan kippes, så belastningscellen på HHD har fuld kontakt med patientens ryg til trods for denne har en øget kyfose. En tynd plade blev placeret mellem deltagerens ryg og det fikserede HHD for at gøre testopstillingen stabil.

### *Testprocedure*

Deltagerne fik målt muskelstyrken i rygekstensorerne to gange med 7 dages mellemrum på det samme tidspunkt på dagen. Alle muskelstyrketestene blev udført af den samme tester med erfaring med anvendelse af HHD. Det samme måleudstyr og rækkefølge af målingerne blev anvendt ved begge testgange. Både tester og deltager var blindede overfor resultatet af muskelstyrketestene fra test 1. Hver testgang blev indledt med opvarmning af rygmusklerne. Opvarmningen bestod af en simpel øvelse, hvor testpersonen sad på en brik med ret ryg, arme langs med kroppen og håndfladerne pegende fremad. Fra denne udgangsstilling blev testpersonen bedt om at trække skulderbladene sammen og udadrottere overekstremiteterne, såle-

des at håndfladerne kom til at pege op mod loftet. Øvelsen blev gentaget i ca. to minutter.

Under testen lå testpersonen fremliggende på briks med fødderne ud over kanten (5 cm fra malleolerne til brikskanten). Hofte og knæ i neutralstilling. Armene var ekstenderede, og håndryggen vendte ned mod briksen. Belastningscellen på dynamometret blev placeret på midtlinjen mellem de to angulus superior på scapula (figur 1).



Figur 1: Måling af muskelstyrke i rygekstensorerne med håndholdt dynamometer med manuel fiksering.

Testpersonerne fik følgende instruktion inden testen:

*"Om lidt, når jeg siger til, skal du løfte armene fra briksen, og når jeg siger værsgo, skal du løfte hovedet fra briksen og presse ryggen op imod min hånd, alt hvad du kan. Jeg siger pres, pres, pres, pres og slap af. Det er først, når jeg siger slap af, at du må slippe spændingen."*

For at reducere risikoen for læringseffekt blev der foretaget et prøveforsøg efterfulgt af tre testforsøg af fem sekunders varighed med 60 sekunders pause imellem hvert testforsøg. Hvis den sidste måling var mere end fem procent højere end den næstsidste, blev der foretaget et ekstra forsøg. Efter tre testforsøg fik deltageren en pause på fem minutter. Herefter blev den beskrevne procedure gentaget, hvor dynamometret var fikseret ved hjælp af rammen (figur 2).

### Reliabilitet

Den anvendte terminologi i denne artikel vedrørende reliabilitet baserer sig på anbefalingerne fra The COSMIN group (COnsensusbased Standards for the selection of health Measurement Instru-



Figur 2: Måling af muskelstyrken i rygekstensorerne med håndholdt dynamometer fikseret med en ramme og et remsystem.

Ments) (32). I det følgende anvendes de engelske begreber beskrevet af COSMIN-gruppen, idet oversættelse til dansk kan bidrage til begrebsforvirring. Reliabilitet inddeles i tre underkategorier: *Internal consistency*, *Measurement error* og *Reliability* (32). De to sidstnævnte er relevante for denne undersøgelse. *Measurement error* omhandler overensstemmelsen mellem gentagne målinger. Det vil sige, hvor tæt de gentagne målinger ligger på hinanden. Dette mål er yderst relevant, når målemetoden skal anvendes i klinikken til f.eks. at evaluere effekten af et genoptræningsforløb (33). *Measurement error* består af to komponenter: systematisk variation og tilfældig variation. De vigtigste mål for *Measurement error* er Standard Error of Measurement (SEM) og den relative SEM eller variationskoefficienten (Coefficient of Variation/CV). På baggrund af litteraturen blev en acceptabel CV sat til være under 20 % for denne studiepopulation (8,21,34,35). Begrebet *Reliability* omhandler, hvor velegnet målemetoden er til at skelne én patient fra en anden til trods for målefejl. I dette tilfælde er måleusikkerheden relateret til variationen mellem personer i en studiepopulation (33). Dette mål er relevant, hvis formålet f.eks. er at kunne differentiere mellem personer med lav muskelstyrke og personer med høj muskelstyrke. *Reliability* vurderes ved hjælp af en korrelationskoefficient (36). Ifølge Cosmin Group foretrækkes Intra Class Correlation (ICC) såfremt udfaldet er kontinuert (32). ICC er en reliabilitetskoefficient, som angiver graden af overensstemmelse mellem de to målinger. Resultatet va-

rierer fra 0-1, hvor værdier, som nærmer sig 1, illustrerer tæt overensstemmelse mellem testforsøgene (37). For at metoden kan anvendes i klinisk praksis, anbefales en ICC på  $\geq 0,90$  (36). I dette studie betragtes en ICC på  $\geq 0,90$  derfor som acceptabel grad af *Reliability*.

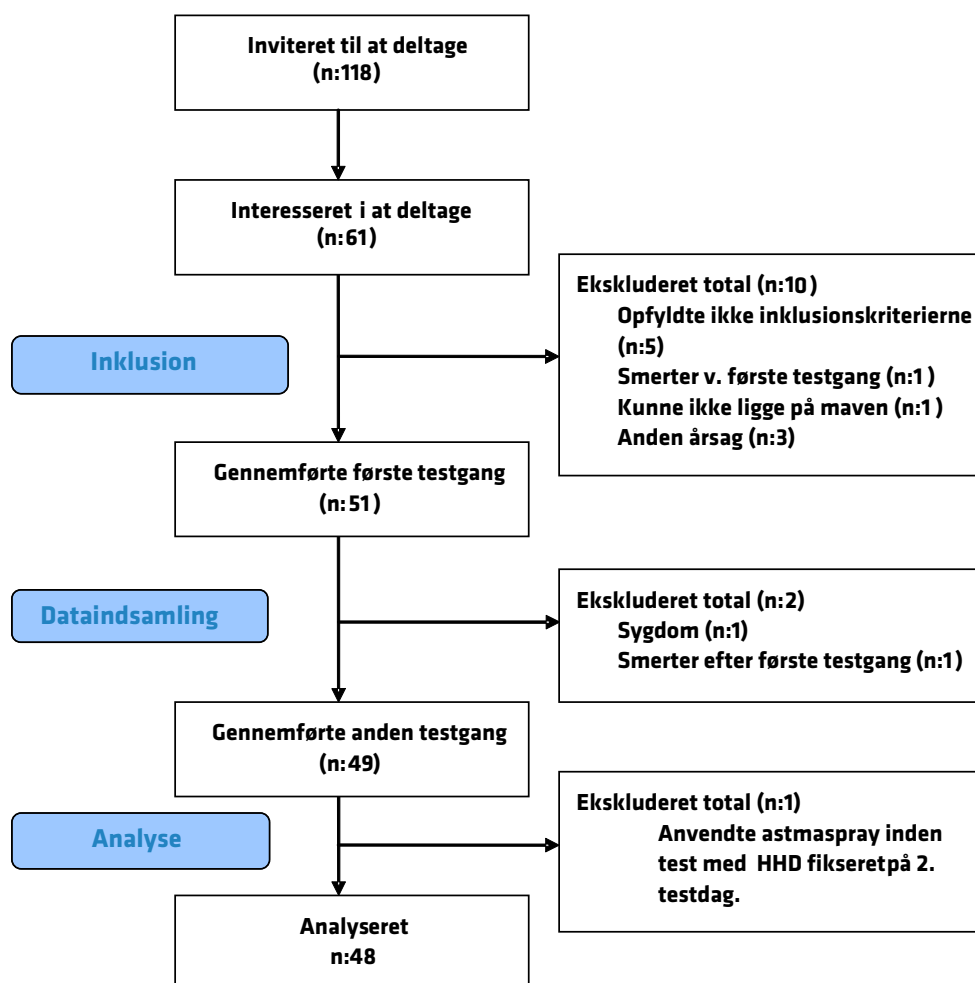
### Statistisk analyse

De statistiske analyser er udført i STATA 12. Kliniske karakteristika blev præsenteret som gennemsnit  $\pm$  SD. Resultaterne fra muskelstyrketestene præsenteres grafisk med Bland-Altman plots, hvor differencerne mellem testene for hver enkel testperson er plottet mod de respektive gennemsnit for de to test. En parret t-test blev anvendt til at teste for systematisk variation mellem test 1 og test 2. SEM blev beregnet for at afdække graden af tilfældig variation ( $SEM = SD / \sqrt{2}$ ). 95 % sikkerhedsintervaller og

95 % prædiktionsintervaller (limits of agreement) blev beregnet ud fra Bland Altman plotterne. Smallest Detectable Change (SDC) blev beregnet som:  $SEM \times 1.96 \times \sqrt{2}$ . CV blev beregnet ved at logaritmetransformere data og derefter beregne SEM på logskala. Til at vurdere Reliability blev ICC 1.2 med tilhørende 95 % sikkerhedsinterval beregnet. Til alle statistiske test blev der anvendt et signifikansniveau på 5 %.

### Resultater

Figur 3 viser flowet over in- og eksklusion af deltagere. Ifølge litteraturen bør studiepopulationen i et reproducerbarhedsstudie bestå af mindst halvtreds personer (38). Erfaringer fra et tidligere studie har vist, at ca. halvdelen af de kvinder, som bliver adspurgt om deltagelse i et projekt, ønsker at deltage (39). For at sikre tilstrækkelig statistisk styrke blev 118 kvinder derfor kontaktet. 52 % af



Figur 3. Flowdiagram over in- og eksklusion af deltagere.

kvinderne returnerede bekræftelse på, at de var interesseret i at deltage. 51 kvinder gennemførte første testdag og 49 kvinder gennemførte begge testdage. En af kvinderne blev ekskluderet fra analysen, fordi hun indtog astmamedicin umiddelbart inden målingen med HHD ramme-fikseret ved testdag 2. Efter indtagelse af astmaspray præsterede deltageren markant bedre end ved alle de andre testforsøg. 48 deltagere blev inkluderet i analyserne.

Studiepopulationens kliniske karakteristika er præsenteret i tabel 1.

Tabel 1. Kliniske karakteristika for de 48 deltagere.	
Karakteristika	Mean (SD)
Alder (år)	72 (9,3)
Vægt (kg)	63,4 (9,4)
Nuværende højde (cm)	167 (6,0)
Højdereduktion (cm)*	3,3 (2,9)
T-score ryg	-2,3 (1,2)
Vertebrale frakturer (n)**	2,1 (1,7)
Deltagere med:	Antal (procent)
Kun thorakale frakturer	30 (65)
Kun lumbale frakturer	6 (13)
Vertebrale + lumbale frakturer	10 (22)

Kontinuerte data er angivet som mean og SD.

Kategoriske data er angivet som antal og procent.

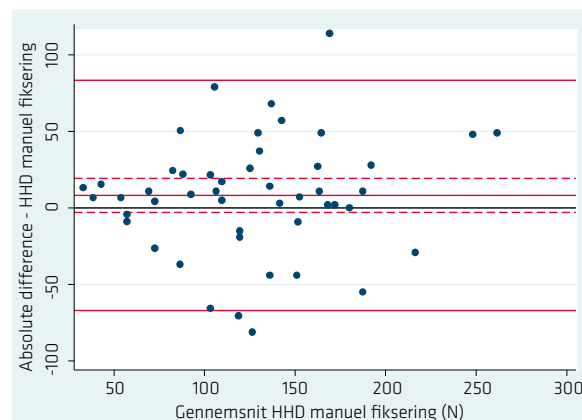
\* Forskel mellem nuværende højde med sko og højde i pas.

\*\* Antal vertebrale frakturer verificeret ved røntgenbillede.

### Reliabilitet

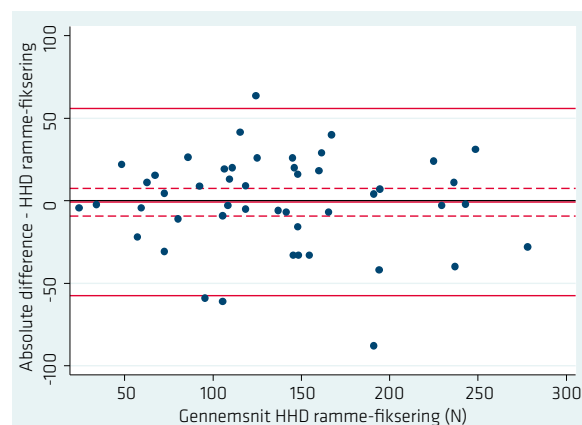
Figur 4a og 4b illustrerer gennemsnittene for de to målinger for henholdsvis HHD manuel fiksering og HHD fikseret med en ramme plottet mod de absolutte differencer mellem de to målinger. De solide røde linjer illustrerer limits of agreement for de to metoder. Ved målingerne foretaget med HHD manuel fiksering ses større variation af differencerne end ved måling med HHD fikseret med en ramme.

Figur 4a: Bland Altman plot HHD manuel fiksering.



Figur 4b:

Bland Altman plot HHD fikseret med en ramme.



Measurement error og Reliability af muskelstyrkemålingerne er præsenteret i tabel 2. Ved anvendelse af HHD manuel fiksering var der en systematiskvariation på 8 N, mens der ved anvendelse af HHD fikseret med en ramme var en variation på -0,9 N. Den systematiske variation for var ikke statistisk signifikant.

Den tilfældige variation kvantificeret ved CV var 22 % ved anvendelse af manuel fiksering og 17 % ved anvendelse af fiksering med ramme. Reliability kvantificeret ved ICC var 0,75 ved anvendelse af manuel fiksering og 0,90 ved fiksering med rammen.

Tabel 2: Measurement error og Reliability ved måling af muskelstyrken i rygekstensorerne.								
Fiksering	Test 1(N)*	Test 2 (N)*	Diff *† (N)*	p-værdi	SEM (N)*	CV	ICC (95 % CI)	SDC (N)*
Tester fikseret	130,3 (57,6)	122,2(52,7)	8,1 (38,4)	0,15	27,1	22 %	0,75 (0,63;0,88)	75,2
Ramme fikseret	135,7 (61,5)	136,6 (63,7)	-0,9 (28,9)	0,83	20,5	17 %	0,90 (0,84;0,95)	56,7

\* Data er præsenteret som mean (SD).

† Test 1-test 2

## Diskussion

Dette studies hovedresultat er, at HHD fikseret med en ramme er reliabelt til måling af muskelstyrke i rygekstensorerne hos kvinder med osteoporose og vertebrale frakturer. Ved anvendelse af HHD fikseret med en ramme blev der både opnået en acceptabel grad af Measurement error og en acceptabel grad af Reliability. Ved anvendelse af HHD med manuel fiksering blev der hverken opnået en acceptabel grad af Measurement error eller acceptabel grad af Reliability.

At skulle anvende ekstern fiksering af HHD kan opfattes som lidt af et paradoks, idet fordelene ved at anvende HHD frem for permanente opstillinger jo netop er, at det er nemt og hurtigt at anvende i klinisk praksis. Såfremt anvendelse af HHD forudsætter ekstern fiksering risikerer man, at HHD mister sin praktiske anvendelighed. Erfaringer fra dette studie er imidlertid, at ekstern fiksering ved hjælp af den udviklede ramme er let at montere og anvende. Det vurderes, at HHD fikseret med en ramme vil kunne anvendes i klinisk praksis, uden at den praktiske anvendelighed kompromitteres.

Som beskrevet tidligere er der kun blevet identificeret et studie, som tidligere har undersøgt HHD til måling af muskelstyrken i rygekstensorerne (29). Moreland et al. fandt i det studie en statistisk signifikant variation mellem testene og en lav inter-tester reliabilitet på blot 0,24(29). Der kan være flere forklaringer på den ringe grad af inter-tester reliabilitet i studiet af Moreland et

al. Dels fik testpersonerne kun et prøveforsøg efterfulgt af et testforsøg ved hver testdag. Dels stiller udgangsstillingen i studiet af Moreland et al., hvor testpersonens overkrop var udover brikskanten, store krav til både testpersonen i forhold til udførslen af testen og til testeren i forhold til stabilisering af dynamometret. Derudover var der tre forskellige testere, hvilket ydermere bidrager til variationen mellem målingerne.

I det aktuelle studie er der anvendt samme udgangsstilling og antal testforsøg som i et studie af Limburg et al. (25). I studiet af Limburg et al. undersøges reliabiliteten ved anvendelse af strain-gauges (permanent testopstilling). Resultatet i studiet af Limburg et al. var en variationskoefficient på 2,33 % (25). Der findes flere måder at beregne CV, og det er ikke beskrevet, hvilken metode der er anvendt. Det må dog antages, at CV i studiet af Limburg et al. er markant lavere end det, som er fundet i det aktuelle studie. Resultatet af vores studie antyder, at CV er lavere hos personer med høj muskelstyrke og ingen rygsmerter end hos personer med lav muskelstyrke og rygsmerter (data ikke præsenteret). I studiet af Limburg et al. bestod studiepopulationen af 13 unge fysisk aktive mænd og kvinder (25). Gennemsnittet af muskelstyrken ved test 1 i studiet af Limburg et al. var 461 N mod 136 N i vores studie. For gruppen af kvinder med en gennemsnitlig muskelstyrke i rygekstensorerne på over 200 N sås i det aktuelle studie en CV på 8 %, hvilket antyder, at forskel-

len mellem de to studiers resultater kan skyldes forskellene i studiepopulationen, og ikke at måling med strain-gauges er mere præcise.

## Konklusion

Anvendelse af HDD fikseret med en ramme og et rem-system forbedrede intra-tester reliabiliteten sammenholdt med anvendelse af HDD med manuel fiksering. Ved anvendelse af HDD fikseret med en ramme blev der opnået en CV på under 20 % og en ICC på 0,90, hvilket indikerer acceptabel grad af *Measurement error og Reliability*. Det konkluderes således, at HDD fikseret med en ramme er intra-tester reliabelt til måling af muskelstyrke i rygekstensorerne hos kvinder med osteoporose og vertebrale frakturer.

## Perspektivering

Inden for sundhedsvæsenet er der et stigende krav om, at man som kliniker skal kunne dokumentere effekten af en given intervention. Aktuelt er der i klinisk praksis imidlertid ikke tradition for at måle muskelstyrken i rygekstensorerne hos patienter med osteoporose. Én af årsagerne til dette er formentlig, at der ikke tidligere er beskrevet en velegnet metode til at kunne måle muskelstyrken i rygmusklerne i klinisk praksis. Resultaterne af dette projekt indikerer imidlertid, at HDD fikseret med en ramme kan anvendes i klinisk praksis og i forskning til at evaluere, monitorere og dokumentere effekten af rygstyrkende øvelser hos kvinder med osteoporose og vertebrale frakturer. HDD er relativt billigt at anskaffe og nemt at anvende, hvilket gør det attraktivt til brug i klinisk praksis. HDD vil derfor fremover kunne være et godt redskab for klinikere til at evaluere og dokumentere effekten af rygstyrkende øvelser hos personer med osteoporose og vertebrale frakturer. Metoden vil ligeledes meget vel kunne tænkes at være velegnet til måling af muskelstyrken i rygekstensorerne hos andre patientgrupper.

I dette studie var det kun intra-tester reliabiliteten af muskelstyrketesten, som blev undersøgt. I klinisk praksis vil patienten som oftest møde flere forskellige klinikere. Derfor er der behov for,

at få undersøgt inter-tester reliabiliteten ved anvendelse af HDD til måling af muskelstyrke i rygekstensorerne. Thorborg et al. har påvist, at fiksering af HDD med bælte sammenholdt med manuel fiksering reducerede inter-tester reliabiliteten ved måling af muskelstyrken over hoften hos raske atleter (30). Det er meget sandsynligt, at det samme vil gøre sig gældende ved måling af muskelstyrken i rygekstensorerne. Udover reliabiliteten vil det også være relevant at få undersøgt validiteten af HDD.

## Acknowledgement

Tak til fysioterapeut, ph.d. Thomas Maribo for vejledning under hele processen.

---

*Denne artikel er tidligere publiceret på engelsk i tidsskriftet Osteoporosis International (Hand-held dynamometry fixated with a tripod is reliable for assessment of back extensor strength in women with osteoporosis. Valentin G, Maribo T. Osteoporos Int. 2014 Aug;25(8):2143-9. doi: 10.1007/s00198-014-2743-0. Epub 2014 May 28.). Springer Science +Business Media har venligst givet tilladelse til, at artiklen må publiceres på dansk på Fysio.dk.*



## Referencer

- (1) Miyakoshi N, Hongo M, Maekawa S, Ishikawa Y, Shimada Y, Itoi E. Back extensor strength and lumbar spinal mobility are predictors of quality of life in patients with postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos Int* 2007 Oct;18(10):1397-1403.
- (2) Granito RN, Aveiro MC, Renno AC, Oishi J, Driusso P. Comparison of thoracic kyphosis degree, trunk muscle strength and joint position sense among healthy and osteoporotic elderly women: a cross-sectional preliminary study. *Arch Gerontol Geriatr* 2012 Mar-Apr;54(2):e199-202.
- (3) Ryan SD, Fried LP. The impact of kyphosis on daily functioning. *J Am Geriatr Soc* 1997 Dec;45(12):1479-1486.
- (4) Leidig-Bruckner G, Minne HW, Schlaich C, Wagner G, Scheidt-Nave C, Bruckner T, et al. Clinical grading of spinal osteoporosis: quality of life components and spinal deformity in women with chronic low back pain and women with vertebral osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1997 Apr;12(4):663-675.
- (5) Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, Delcambre B. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999 Sep 15;24(18):1921-1925.
- (6) van Schoor NM, Smit JH, Twisk JW, Lips P. Impact of vertebral deformities, osteoarthritis, and other chronic diseases on quality of life: a population-based study. *Osteoporos Int* 2005 Jul;16(7):749-756.
- (7) Hallberg I, Rosenqvist AM, Kartous L, Lofman O, Wahlstrom O, Toss G. Health-related quality of life after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2004 Oct;15(10):834-841.
- (8) Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Miyakoshi N, Shimada Y, Maekawa S, et al. Effect of low-intensity back exercise on quality of life and back extensor strength in patients with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* 2007 Oct;18(10):1389-1395.
- (9) Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, Wagner G, Gebest HJ, Grunze M, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 1998;8(3):261-267.
- (10) Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1997 Mar;78(3):273-277.
- (11) da Silva RB, Costa-Paiva L, Morais SS, Mezzalana R, Ferreira Nde O, Pinto-Neto AM. Predictors of falls in women with and without osteoporosis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010 Sep;40(9):582-588.
- (12) Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, Hongo M, Shimada Y. Spinal curvature and postural balance in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2009 Dec;20(12):2049-2053.
- (13) Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, Hongo M, Shimada Y. Spinal sagittal contour affecting falls: Cut-off value of the lumbar spine for falls. *Gait Posture* 2012 Dec 26.
- (14) Sinaki M. Exercise for patients with osteoporosis: management of vertebral compression fractures and trunk strengthening for fall prevention. *PM R* 2012 Nov;4(11):882-888.
- (15) Sinaki M, Wollan PC, Scott RW, Gelczer RK. Can strong back extensors prevent vertebral fractures in women with osteoporosis? *Mayo Clin Proc* 1996 Oct;71(10):951-956.
- (16) Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005 Jan 15;30(2):241-246.
- (17) Sinaki M, Limburg PJ, Wollan PC, Rogers JW, Murtaugh PA. Correlation of trunk muscle strength with age in children 5 to 18 years old. *Mayo Clin Proc* 1996 Nov;71(11):1047-1054.
- (18) Ettinger B, Black DM, Nevitt MC, Rundle AC, Cauley JA, Cummings SR, et al. Contribution of vertebral deformities to chronic back pain and disability. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res* 1992 Apr;7(4):449-456.
- (19) Miyakoshi N, Hongo M, Maekawa S, Ishikawa Y, Shimada Y, Okada K, et al. Factors related to spinal mobility in patients with postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos Int* 2005 Dec;16(12):1871-1874.



- (20) Pfeifer M, Begerow B, Minne HW. Effects of a new spinal orthosis on posture, trunk strength, and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis: a randomized trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2004 Mar;83(3):177-186.
- (21) Pfeifer M, Kohlwey L, Begerow B, Minne HW. Effects of two newly developed spinal orthoses on trunk muscle strength, posture, and quality-of-life in women with postmenopausal osteoporosis: a randomized trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2011 Oct;90(10):805-815.
- (22) Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporos Int* 2005 Aug;16(8):1004-1010.
- (23) Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002 Jun;30(6):836-841.
- (24) Borgo M, Sinaki M. Back progressive resistive exercise program to reduce risk of vertebral fractures. *Journal für Mineralstoffwechsel* 2010;17(2):66-71.
- (25) Limburg PJ, Sinaki M, Rogers JW, Caskey PE, Pierskalla BK. A useful technique for measurement of back strength in osteoporotic and elderly patients. *Mayo Clin Proc* 1991 Jan;66(1):39-44.
- (26) Bandholm T, Thorborg K. Måling af muskelstyrke i klinisk praksis. *Fysioterapeuten* 2010;Årg. 92, nr. 12 (2010):10-12 14-20.
- (27) Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* 2011 May;3(5):472-479.
- (28) Kolber MJ, Cleland JA. Strength testing using hand-held dynamometry. *PHYS THER REV* 2005 06;10(2):99-112.
- (29) Moreland J, Finch E, Stratford P, Balsor B, Gill C. Interrater reliability of six tests of trunk muscle function and endurance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997 Oct;26(4):200-208.
- (30) Thorborg K, Bandholm T, Holmich P. Hip- and knee-strength assessments using a hand-held dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013 Mar;21(3):550-555.
- (31) Kramer JF, Vaz MD, Vandervoort AA. Reliability of isometric hip abductor torques during examiner- and belt-resisted tests. *J Gerontol* 1991 Mar;46(2):M47-51.
- (32) Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol* 2010;63(7):737.
- (33) de Vet HC, Terwee CB, Knol DL, Bouter LM. When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol* 2006 Oct;59(10):1033-1039.
- (34) Chien MY, Yang RS, Tsauo JY. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture--a pilot study. *Clin Rehabil* 2005 Jan;19(1):28-36.
- (35) Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Significant reduction in risk of falls and back pain in osteoporotic-kyphotic women through a Spinal Proprioceptive Extension Exercise Dynamic (SPEED) program. *Mayo Clin Proc* 2005 Jul;80(7):849-855.
- (36) Innes E, Straker L. Reliability of work-related assessments. *Work* 1999;13(2):107-124.
- (37) Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998 Oct;26(4):217-238.
- (38) Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res* 2010 May;19(4):539-549.
- (39) Valentin GH, Pedersen LN, Maribo T. Wearing an active spinal orthosis improves back extensor strength in women with osteoporotic vertebral fractures. *Prosthet Orthot Int* 2013 Aug 28.

## Abstract

# Hand-held dynamometry fixated with a tripod is reliable for assessment of back extensor strength in women with osteoporosis

### Back ground

Back strengthening exercises play an important role in the rehabilitation of patients with osteoporotic vertebral fractures. Evaluation of the effect of back strengthening exercises requires a method suitable for use in clinical practice to measure back extensor strength. A hand held dynamometer (HHD) is quick and easy to handle in clinical practice. Currently, there is a lack of evidence whether a HHD is reliable for assessment of back extensor strength in people with osteoporosis. When using a HHD it may be difficult for the tester to provide a counter pressure corresponding to the effort of the patient. In order to accommodate this, we have developed a tripod and a belt system, which was used to fixate the HHD. This study examined the intra-tester reliability of back extensor strength assessment in women with osteoporosis using a HHD.

### Purpose

To identify *Measurement error* and *Reliability* of maximal isometric back extensor strength using a HHD in women with osteoporosis and vertebral fractures. *Measurement error* and *Reliability* are covered both for assessment of HHD fixated by the tester and of HHD fixated with a tripod and a belt system.

### Method

Back extensor strength of the participants was measured on two events with 7-day intervals. Test procedures were standardized and all tests were performed by the same tester.

### Results

Forty-eight women with osteoporosis and vertebral fractures were included in the analysis. The coefficient of variation was 22% using a HHD fixated by the tester and 17% using a HHD fixated with the tripod. ICC was 0.75 (95% CI: 0.63; 0.88) when using a HHD with fixated by the tester and 0.90 (95% CI 0.84; 0.95) when using a HHD fixated with the tripod.

### Conclusion

A HHD fixated with a tripod is reliable for assessment of back extensor strength in women with osteoporosis and vertebral fractures.