

# Dynamisk kontrol af lumbalcolumna

## Manglende reliabilitet af etablerede testprocedurer

Marius Henriksen, Hans Lund, Henning Bliddal, Bente Danneskiold-Samsøe, Parker Institutttet, Frederiksberg Hospital, DK-2000 Frederiksberg, Danmark

Henriksen M, Lund H, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. (2007, 15. marts). Dynamisk kontrol af lumbalcolumna; manglende reliabilitet af etablerede testprocedurer. *Forskning i Fysioterapi* (online 5. årg.) s. 1-10. URL: <http://www.ffy.dk/sw13301.asp>

### Indledning

Manglen på specifikke diagnostiske kriterier ved lænderygsmerter (low back pain, LBP), vanskeliggør den terapeutiske tilgang (Petersen T et al. 1999). Ligeså er fraværet af specifikke objektive kriterier en medvirkende årsag til, at der ikke er overbevisende måder at uddifferentiere hvilke behandlinger, der er de mest effektive.

Der er en voksende opmærksomhed på forringelse af den motoriske kontrol af lænderyggen og tilstødende regioner ved LBP, og for tiden anvendes adskillige metoder både klinisk og eksperimentelt til såvel diagnosticering som evaluering af behandlingseffekt (Panjabi 1992a; Panjabi 1992b; Hodges et al. 1996; Brumagne et al. 1999b; Jull et al. 2000; Comerford et al. 2001a). Imidlertid findes der ikke en anerkendt kausal sammenhæng mellem forringet motorisk kontrol og klinisk LBP.

Vigtigheden af stabilisering af et led i dets neutralposition er påvist (Panjabi 1992a; Panjabi 1992b), og intersegmentel instabilitet har været foreslået som en mulig medvirkende faktor i udvikling af LBP (Hodges et al. 1996; Hides et al. 1996; Comerford et al. 2001a; Comerford et al. 2001b). Optimal motorisk kontrol anses for vigtig for opretholdelse af funktionel og strukturel integritet i lænderyggen (Hodges et al. 1996; Brumagne et al. 1999b; Jull et al. 2000). Forringet motorisk kontrol af lumbalregionen kan påvirke segmentel stabilitet i rygsøjlen og med tiden føre til vævsskade og senere kronisk smerte (Cholewicki et al. 1996; Radebold et al. 2001).

Lumbalregionens centrale placering i kroppen gør den særligt udsat for biomekaniske reaktionskræfter ved bevægelse af både trunkus og ekstremiteter. Velkoordineret muskelarbejde anses for betydningsfuld for lænderygsøjlen funktion som "kraftbro" mellem over- og underekstremiteter såvel som for udvikling af muskelkraft i selve lænderegionen.

Regionens komplekse anatomi og de mangesidige funktionelle krav, der stilles til regionen, vanskeliggør specifik strukturel diagnostik, og regionens anatomiske og funktionelle kompleksitet er derfor en begrænsende faktor. Ydermere er teorierne bag den nedsatte motoriske kontrol i udvikling af LBP hovedsageligt eksperimentelt baseret, og der er endnu ikke anvist en reproducerbar og valid metode til klinisk evaluering af motorisk kontrol af lumbalregionen.

Der er påvist ændrede aktiveringsmønstre af trunkusmuskulaturen under simple trunkus- og ekstremitetsbevægelser (Hodges et al. 1996; Hides et al. 1996; Comerford et al. 2001a; Comerford et al. 2001b), nedsat tværsnitsareal af de paraspinale muskler (Hides et al. 1994) og en svag relation mellem EMG og isometrisk muskelkraftudvikling (Paquet et al. 1994) hos individer med LBP. Disse resultater indikerer, at individer med LBP har ændrede bevægestrategier sammenlignet med raske. Det er imidlertid uvist, hvorvidt disse ændringer er forårsaget af vævsskade og smerte eller om de er medvirkende årsager til LBP.

Adskillige studier har påvist, at individer som lider af perifere ledsygdomme har forringet præcision ved ledstillingsrepositionering (Barrett 1991; Barrett et al. 1991; Corrigan et al. 1992; Brockett et al. 1997; Lephart et al. 1997; Boyle et al. 1998; Koralewicz et al. 2000; Lonn et al. 2000; Weiler et al. 2000), men også at sensomotorisk rehabilitering reducerer disse fejl (Barrack et al. 1984a; Barrack et al. 1984b; Brockett et al. 1997; Ashton-Miller et al. 2001; Bearne et al. 2002).

Studier af repositionering af rygsøjlen har vist modstridende resultater. Gill og Callaghan sammenlignede præcisionen af repositionering hos raske og individer med LBP, og fandt at LBP-patienter havde en større repositioneringsfejl (Gill et al. 1998). Parkhurst fandt svag korrelation mellem lænderygskader og repositioneringsfejl (Parkhurst et al. 1994). Newcomer fandt ingen signifikant forskel i præcisionen af repositionering af rygsøjlen hos raske sammenlignet med LBP-patienter (Newcomer et al. 2000a). Endelig konkluderede Brumagne, at LBP-patienter havde signifikant forringet præcision af repositionering i forhold til raske kontrolpersoner (Brumagne et al. 1999c; Brumagne et al. 2000).

Brumagne et al. anvendte inklinometri under bækkenkip, og den anvendte målemetode blev desuden undersøgt for reproducerbarhed (Brumagne et al. 1999a; Brumagne et al. 1999b). Inklinometri er hensigtsmæssig i klinikken, da det giver objektive, kvantitative oplysninger, er nemt at montere og relativt billig. Metoden viste sig moderat reliabel på en gruppe af raske personer (Brumagne et al. 1999a), og blev senere anvendt i eksperimentelt på LBP-patienter (Brumagne et al. 1999b). Imidlertid var den statistiske metode til vurdering af reliabiliteten ikke optimal, og der er behov for gentagelse af reproducerbarhedsundersøgelsen.

Hvis det forholder sig sådan, at den motoriske kontrol er nedsat ved LBP, bør en testprocedure der evaluerer motorisk kontrol hos LBP-patienter, være i stand til at måle forskellige aspekter af motorisk kontrol isoleret (som for eksempel ledstillings-repositionering) for at være meningsfuld. Dette er eksemplificeret i et studie af motorisk kontrol i lænderyggen, hvor der kun kunne observeres signifikant forskel i ledstillingsrepositionering mellem raske og LBP-patienter, når afferente proprioceptive signaler fra underkstre-

miteten blev forsøgt dæmpet ved at foretage testen i knæfirestående (Newcomer et al. 2000b). Et kriterium for en metodes kliniske validitet er dens evne til at differentiere mellem normalt og patologisk. Et andet kriterium er metodens reliabilitet (reproducerbarhed). Dette indebærer, at en given metode bør være reliabel, hvis den anvendes på raske såvel som på syge. Som følge heraf er formålet med dette studie at gentage reliabilitetsvurderingen af inklinometri som metode til evaluering af præcisionen ved lumbopelvin repositionering hos raske forsøgspersoner under bækkenkip. Derudover målte vi tre forskellige udgangsstillinger effekt på reliabiliteten.

## Materialer og metoder

### Studiedesign

Studiet blev designet som et test-retest studie, hvor alle deltagerne fulgte en standardiseret protokol til vurdering af præcisionen af ledstillingsrepositionering i både siddende (SIT) og fritstående stilling (STAND). En tilfældigt udvalgt undergruppe gennemførte desuden testen i en tredje position; Støttet-stående stilling (S-STAND). Alle test blev gentaget tre gange med 20 minutters pause mellem hver test.

### Deltagere

39 raske personer (23 kvinder og 16 mænd) i alderen 24-36 år (middelalder 27,2; SD 2,8) blev inkluderet i forsøget efter at have underskrevet informeret samtykkeerklæring. Projektet er godkendt af det Videnskabssetiske komitesystem (j.nr. (KF) 01-045/03). Eksklusionskriterier var tilfælde af LBP inden for det sidste år, rykirurgi, en anamnese med infektion i indre øre og/eller neurologisk, reumatologisk eller ortopædisk sygdom i ryggen eller underkstremiteterne.

Undergruppen, som udførte S-STAND testen, bestod af 11 deltagere (6 kvinder og 5 mænd, middelalder 28,8 år; SD 5,5 år), som tilfældigt blev valgt blandt alle deltagerne. Demografiske data findes i tabel 1.

### Instrumentering

Bækkenkip blev målt ved hjælp af et piezoresistent elektronisk letvægtsaccelerometer (Mega Electronics Ltd., Finland) fæstnet på huden over processus spinosus S2 med dobbeltsidet tape. Et accelerometer måler den statiske tyngdeac-

	Hele gruppen		Subgruppe	
	(SIT & STAND) n = 39		(S-STAND) n = 11	
	Mean	SD	Mean	SD
Alder (år)	27	2.8	28.8	3.2
Vægt (kilogram)	71.1	12.3	70.8	12.9
Højde (cm)	177.1	8.8	177.4	8.4

**Tabel 1:** Demografiske data fra deltagerne. Test af ledstillingsrepositionering i siddende (SIT) og fritstående (STAND) stillinger blev udført på hele gruppen. En subgruppe gennemgik test af ledstillingsrepositionering i støttet-stående (S-STAND) stilling.

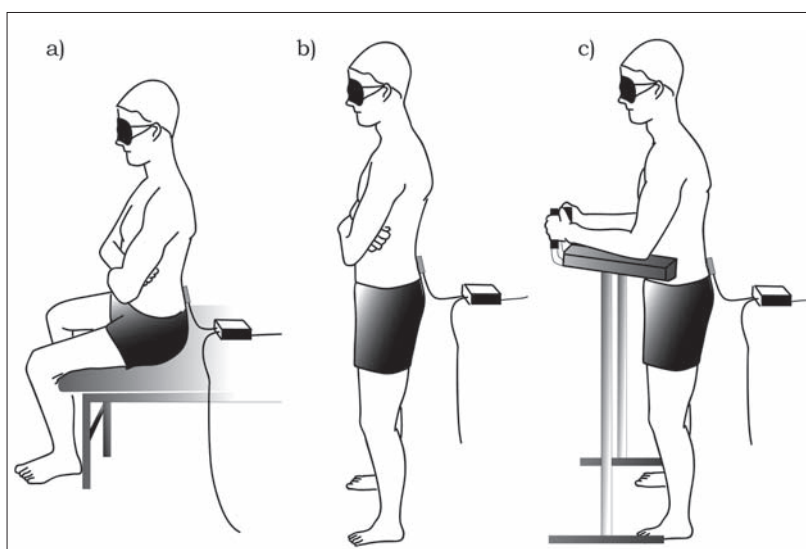
celeration som funktion af accelerometer-inklinationen og fungerer herved som inklino- meter. Apparatet har en præcision på mindst 1/100° og accelerationer (inklinationer) blev målt med en samplingsfrekvens på 1000 Hz vha. en A/D- converter (National Instruments Inc.). Ved monter- ing af accelerometret blev det sikret, at ac- celerometrets følsomme akse blev placeret ortogonalt (vinkelret) på akse for bækkenkip, således at det, der blev målt, var bækkenets relative hældning i rummet.

#### Forberedelsesprocedure

En og samme projektmedarbejder forberedte, in- struerede og testede hver og en af deltagerne. Deltagerne blev før testen instrueret grundigt i kor- rekt udførsel af bækkenkip. For at eliminere visu- elle indtryk under testene, blev forsøgspersonerne blindet, og den taktile information blev minimeret

ved, at eneste påklædning var løstsiddende shorts. Deltagerne blev instrueret i at opretholde naturlig, opret holdning under testforløbet.

Under den fritstående test (STAND) stod delta- gerne ustøttet i deres selvvalgte, naturlige, af- slappede stilling. Under den siddende test (SIT) sad deltagerne på en briks uden rygstøtte. Briks- ens højde var justeret, så fødderne ikke rørte gulvet. Støttet-stående testen (S-STAND) blev udført med forsøgspersonen stående i en gang- ramme ("talerstol") uden hjul og med højdejus- terbare understøttelse af albuer og underarme. For at sikre at stillingerne var ens ved test og ef- terfølgende retest, blev føddernes og lårenes position noteret og tegnet ind på gulv/briks ved henholdsvis STAND, S-STAND og SIT, ligesom støttens højde blev noteret i S-STAND. Test posi- tionerne er illustreret på figur 1.



**Figur 1**

Illustration af de tre udgangs- stillinger og placeringen af inklino- metret brugt til test af reliabiliteten af ledstillingsre- positionering under bækkenkip  
a) Siddende stilling (SIT).  
b) Fritstående stilling (STAND).  
c) Støttet-stående stilling (S-STAND).

### Testprocedurer

I forbindelse med alle test udførte forsøgspersonen som opvarmning 10 bækkenkip med maksimalt antero-posteriort udsving. Det maksimale udsving blev målt (maksimal range of motion, ROM). Derefter dirigerede forsøgslederen personen til en pseudo-tilfældigt valgt "target-position", som senere skulle genfindes. Denne position blev holdt i 5 sekunder, mens inklinationen blev målt. Forsøgspersonen blev bedt om at huske positionen med henblik på at genfinde den. Når target-positionen var blevet målt, vendte personen tilbage til den neutrale udgangsstilling. Efter yderligere fem sekunder blev forsøgspersonen bedt om at genfinde target-positionen. Når personen mente at have genfundet denne, blev den atter holdt i 5 sekunder, og vinklen blev målt. Resultatet blev noteret som "estimeret-position". Hvis der var synlige medbevægelser af andre kropsdele (f.eks. knæled eller thoracalcolumna), blev testen afbrudt og startet forfra. Inklinationssignalet fra accelerometret blev low-pass filteret ved 50 Hz, og data fra 1-1½ s (500 målinger) i det målte tidsrum på 5 sekunder (5000 målinger) blev midlet for at opnå én inklinationsvinkel.

Proceduren blev gentaget seks gange i hver test; tre i anteriore og tre i posteriore bækkenkip. Rækkefølgen var den samme for alle deltagere, og vekslede mellem anteriore og posteriore kip med anteriort kip som første bevægelse. Således blev seks target og seks estimerede positioner indsamlet. Absolute error (AE) blev udregnet som den absolutte forskel mellem target og estimeret position uden hensyn til afvigelsens retning. Der blev udregnet gennemsnit af de seks AE, og dette blev brugt som udtryk for præcisionen i den lumbopelvins repositionering for den enkelte forsøgsperson. For at undgå at target-positionen var i yderstilling af ROM, observerede projektmedarbejderen opvarmningskippene, således at han havde et visuelt indtryk af deltagerens bevægeområde, og sigtede efter at angive pseudotilfældige target-positioner i midterområdet af ROM. Denne fremgangsmåde blev valgt, da ROM-målingerne ikke var tilgængelige online under testen.

For alle deltagere var test-rækkefølgen: STAND, SIT og for undergruppen desuden S-STAND. Test i alle tre positioner blev fuldført før

de 20 minutters pause mellem test, retest1 og retest2.

For at minimere en eventuel læringseffekt, blev der kun analyseret data fra de sidste to målinger (retest1 og retest2).

### Statistisk analyse

Retest1 og retest2 værdierne blev testet for signifikante forskelle ved hjælp af en parret t-test. Signifikansniveauet blev fastlagt til 5 % ( $P=0.05$ ). Hvis der var signifikant forskel, blev videre reliabilitetsanalyse opgivet. Til vurdering af den relative reliabilitet blev Intraclass Correlation Coefficient model (2,1) (ICC(2,1)) anvendt. ICC-testen er kun valid, hvis differencen mellem teststørrelserne (retest1 og 2) ikke er korreleret til størrelsen af de målte værdier (homoskedastiske data). Pearsons korrelationskoefficient ( $r$ ) mellem de absolutte retest1-retest2 differencer og de enkelte retest1-retest2 middelværdier blev udregnet og testet mod nul-hypotesen ( $r = 0$ ) for hvert parameter for at afsløre eventuelle heteroskedastiske data. I tilfælde af heteroskedasticitet kan ICC-værdierne være vildledende. Den nedre grænse for 95 % konfidensintervallet af ICC værdierne blev desuden også beregnet.

For at vurdere absolut reliabilitet, blev målefejlen (Measurement Error, ME) udregnet som kvadratroden af Error Mean Square-værdierne fra en tofaktor variansanalyse (2-Factor ANOVA) som anvendes til ICC-udregningerne.

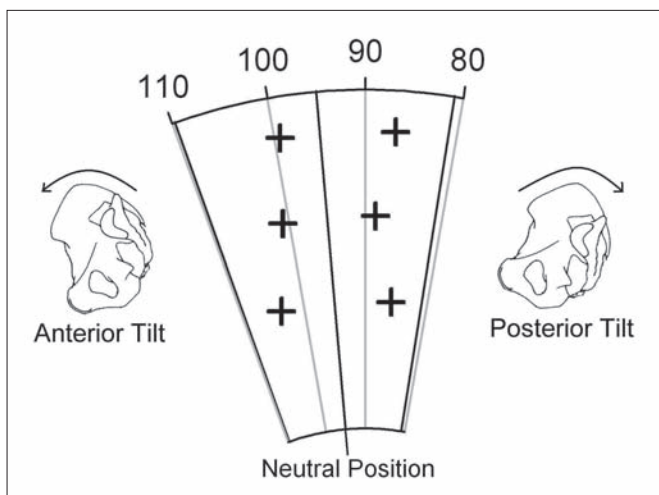
Al statistik blev beregnet ved hjælp af softwarepakken SPSS version 12 til Microsoft Windows.

### Resultater

Et typisk eksempel på fordelingen af target-positioner inden for ROM er demonstreret i figur 2.

#### Siddende stilling (SIT)

Middelværdien af ROM var  $29,4^\circ$  (SD:  $9,1^\circ$ ) og  $29,7^\circ$  (SD:  $9,9^\circ$ ) for henholdsvis retest1 og retest2 (se tabel 2). Middeldifferencen i AE var  $0,00^\circ$  (SD:  $0,53^\circ$ ; 95 % konfidensinterval –  $0,2^\circ$ : $0,2^\circ$ ). Der blev ikke fundet signifikant forskel mellem retest1 og 2 og ingen tegn på heteroskedasticitet ( $r = 0,27$ ;  $p = 0,11$ ). ICC (2,1) var 0,54 (95 % konfidensinterval nedre grænse: 0,27) og ME var  $0,38^\circ$ . Resultaterne vises i tabellerne 3 og 4 og er illustreret i figur 3 venstre panel.



**Figur 2.**

Et repræsentativt eksempel på fordelingen af target-positioner (+) inden for range of motion under et bækkenkip. Læg mærke til, at der er tre positioner i anteriort og tre i posterior kip. Vinkelangivelserne repræsenterer den absolutte inklinations af bækkenet i rummet (90° angiver lodret position af inklinometret). Den centrale linje angiver den afslappede neutrale position ( $\approx 95^\circ$ ) hos dette individ.

	Retest1		Retest2		Retest1-Retest2 Difference			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	95% CI	p
Range of Motion								
SIT (n=39)	29.4°	9.1°	29.7°	9.9°	-0.3°	6.0°	-2.1:1.5	0.77
STAND (n=39)	22.0°	7.6°	20.1°	7.2°	1.9°	5.0°	0.4:3.5	0.02
S-STAND (n=11)	20.0°	7.7°	20.2°	8.5°	-0.2°	3.0°	-2.0:1.6	0.81

**Tablet 2:** Gennemsnitlig Range of Motion med standarddeviationer (SD) for hhv. retest1, retest2 og retest1-retest2 differencerne i siddende (SIT), fritstående (STAND) og støttet-stående (S-STAND). Differencen er også rapporteret med 95 % konfidensintervaller og p-værdier.

	Test		Retest		Retest1-Retest2 Difference			
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	95% CI	p
ABSOLUTE ERROR (AE)								
SIT (n=39)	1.31°	0.52°	1.31°	0.58°	0.00°	0.53°	-0.2: 0.2	0.99
STAND (n=39)	1.24°	0.54°	0.95°	0.41°	0.29°	0.58°	0.1: 0.5	0.003
S-STAND (n=11)	0.68°	0.36°	0.61°	0.18°	0.08°	0.33°	-0.1: 0.3	0.44

**Tablet 3:** Gennemsnitlig Absolute Error med standarddeviationer (SD) for hhv. retest1, retest2 og retest1-retest2 differencerne i siddende (SIT), fritstående (STAND) og støttet-stående (S-STAND). Differencen er også rapporteret med 95 % konfidensintervaller og p-værdier.

	Reliabilitet			Heteroskedasticitet	
	ME	ICC	95% CI low	r	p
SIT (n=39)	0.38°	0.54	0.27	0.27	0.11
STAND (n=39)	-	-	-	-	-
S-STAND (n=11)	0.23°	0.36	-0.28	0.61	0.07

**Tablet 4:** Mål for absolut (ME: measurement error) og relativ reliabilitet (ICC: Intraclass Correlation Coefficients) med den nedre 95% konfidensgrænse samt test for heteroskedasticitet i data fra hhv. siddende (SIT) og støttet-stående (S-STAND). Der er ingen værdier for den fritstående test (STAND) eftersom der var signifikant forskel mellem retest1 og retest2 (se tabel 3), hvilket gjorde yderligere reliabilitetsanalyse meningsløs.



### Frit-stående stilling (STAND)

Middelværdien af ROM var 22,0° (SD: 7,6°) og 20,1° (SD: 7,2°) for henholdsvis retest1 og retest2. Middeldifferensen i AE mellem retest1 og retest2 var 0,29° (SD: 0,58°; 95 % konfidensinterval 0,1°:0,5°) og der var signifikant forskel i AE mellem retest1 og retest2 ved STAND ( $p = 0,003$ ) og dermed ophørte videre reliabilitetsanalyse. Resultaterne er vist i tabellerne 3 og 4 og illustreret i figur 3, midterste panel.

### Støttet-stående stilling (S-STAND)

Middelværdien af ROM var 20,0° (SD: 7,7°) og 20,2° (SD: 8,5°) for hhv. retest1 og retest2. Middeldifferensen i AE var 0,08° (SD: 0,33°; 95 % konfidensinterval -0,1°:0,3°). Der var ikke signifikant forskel mellem test ( $p = 0,44$ ) men der var en tendens i retning af heteroskedasticitet ( $r = 0,61$ ;  $p=0,07$ ). ICC-værdien (2,1) var 0,36 (95 % konfidensinterval nedre grænse: -0,28) og ME var 0,23°. Resultaterne vises i tabellerne 3 og 4 og er illustreret i figur 3 højre panel.

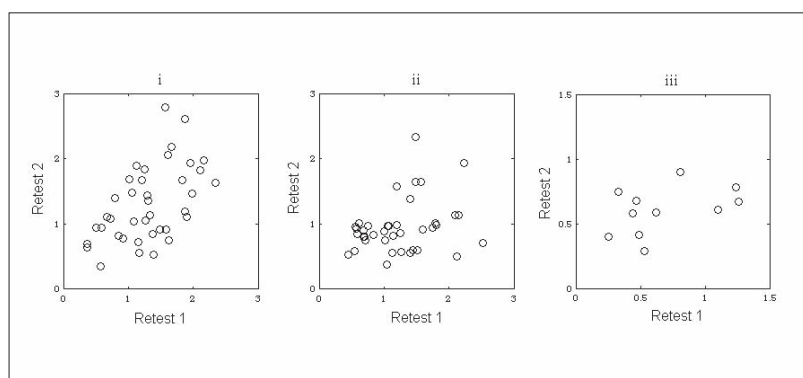
## Diskussion

Formålet med dette forsøg var at genafprøve reliabiliteten af inklinometri som metode til at vurdere lumbopelvin repositionering som delaspekt af den motoriske kontrol af lumbalregionen. Vi kunne, i modsætning til tidligere studier (Brumagne et al. 1999a; Brumagne et al. 1999b), ikke påvise tilstrækkelig reliabilitet af metoden. Vi designede studiet med et test-retest design for at evaluere stabiliteten af målingerne mellem de enkelte test, og vi anvendte et såkaldt single measure reliabilitetsmål, fordi eventuel klinisk brug af metoden kun bør omfatte én test-runde (seks target- og seks estimerede positioner) per individ for at være anvendelig.

Det har vist sig særdeles vanskeligt at udvikle en komplet subklassifikation af LBP. En diagnostisk test, der har til formål at måle den motoriske kontrol, bør derfor være mere end moderat reliabel, hvis testen skal have nogen klinisk såvel som eksperimentel værdi. At montere et inklinometer er nemt, og klinisk anvendelse af inklinometre vil være ubesværet. Men den utilstrækkelige reliabilitet som vi har demonstreret i dette studie, bør udelukke brugen af inklinometri til vurdering af sensorimotorisk kontrol af lumbalregionen i såvel kliniske som eksperimentelle sammenhænge. Dette på trods af at dette studie er udført på raske deltagere og en med høj grad af standardisering.

Relativ reliabilitet undersøger relationen mellem to eller flere sæt gentagne målinger og er baseret på korrelationskoefficienter, i særdeleshed intraclass correlation coefficient (ICC). Der er foreslået mindst tre, indbyrdes lidt forskellige, ICC-modeller som mål for en metodes reliabilitet. Modellen vi anvendte i dette studie, ICC (2,1), er udviklet til at producere generaliserbare resultater, og er valgt, fordi den metode, der undersøges, anses for at være repræsentativ for flere lignende metoder.

Korrelationskoefficienter påvirkes kraftigt af spredningen af individuelle datapunkter, eftersom de evaluerer stabiliteten af det enkelte datapunkts placering inden for gruppen. Hvis gruppen som helhed udviser meget lille variation, er der kun et lille matematisk grundlag for at bestemme de relative positioner, og korrelationskoefficienten bliver derved fejlagtig lav (Shrout P.E. et al. 1979). På den anden side, hvis variationen inden for gruppen er stor, er der en risiko for, at



**Figur 3.**

Test-retest plots af den absolute repositionfejl (AE) angivet i grader under bækkenkip i udgangsstillingerne i) siddende (SIT) ii) fritstående (STAND) og iii) støttet-stående (S-STAND).

korrelationskoefficienten bliver urimeligt høj. Som følge heraf bør vurdering af den absolutte reliabilitet tilføjes enhver analyse af reliabilitet. Mål for absolut reliabilitet kan anvendes til at skelne mellem lave korrelationskoefficienter som følge af reel intraindividuel variation og lave korrelationskoefficienter som følge af lille spredning af data inden for gruppen (Domholdt E. 2000).

Intra-individ standardafvigelsen beregnes som kvadratroden af Error Mean Square-værdierne fra en to-faktor variansanalyse. Dette udtryk for absolut reliabilitet kaldes målefejl (measurement error, ME) og er ikke påvirket af spredningen af data og repræsenterer således et brugbart værktøj til vurdering af absolut reliabilitet.

I et tidligere metodestudie af inklinometri til vurdering af ledstillingsrepositionering (Brumagne et al. 1999a) blev lignende ICC-værdier præsenteret, og det blev foreslået, at hvis metoden blev testet på en større stikprøve, kunne reliabiliteten forbedres. Vi forøgede stikprøvestørrelsen til det over det dobbelte, men kunne ikke vise forbedret reliabilitet. Vores resultater fra testen i fritstående stilling (STAND) kunne ikke bekræfte den tidligere rapporterede ICC værdi på 0,51. Derimod var vi nødsaget til at afstå fra at beregne ICC på grund af højsignifikant forskel mellem retest1 og retest2. Det var kun muligt at vurdere reliabiliteten i siddende (SIT) og støttet-stående (S-STAND) stillinger - dog uden tilfredsstillende reliabilitet. De rapporterede ICC-værdier i vores studie er sammenlignelige med andre metoder, der vurderer motorisk kontrol (Newcomer et al. 2000b). Imidlertid er flertallet af studier i dette felt udført på perifere led, hvor en mere specifik diagnose ofte er stillet, ligesom andre aspekter af den motoriske kontrol også kan undersøges til sammenligning. Når det gælder motorisk kontrol af lumbalregionen, findes der ingen valide metoder til undersøgelse heraf, der er åbenlyse som sammenligningsgrundlag, da de fleste metoder er designet til perifere led. Sammenligning af testresultater er ydermere begrænset af uensartet brug af de forskellige ICC-modeller, populationer og som nævnt led.

Standard Målefejl (standard error of the measurement, SEM) er en hyppigt anvendt statistisk parameter til måling af absolut reliabilitet, som siges at være den vigtigste form for reliabilitet, hvis man

skal registrere ændringer over tid (Domholdt E. 2000). Brumagne et al. (Brumagne et al. 1999a) fulgte sædvanen og anvendte SEM som mål for absolut reliabilitet. De hævdede, at en SEM på  $0,4^{\circ}$ - $0,5^{\circ}$  understøtter en moderat relativ reliabilitet, og at metoden derfor har god reproducerbarhed. Men, fordi SEM både afhænger af spredningen af målingerne og af reliabilitetskoefficienterne (ICC), er det ikke et uafhængigt absolut mål, og resultaterne bør derfor fortolkes med varsomhed. I nærværende studie anvendte vi measurement error (ME), som indikerede god absolut reliabilitet. ME er uafhængig af spredning og ICC.

ICC (1,1) har tidligere været anvendt som mål for den relative reliabilitet (Brumagne et al. 1999a). Men denne ICC-model er designet til test af intertester reliabilitet og anbefales kun, hvis der er få kilder til variabilitet. En begrænsning af reliabiliteten i studier af motorisk kontrol, inklusiv vort eget studie, stammer fra det faktum, at resultaterne fra hver test er baseret på et gennemsnit af forsøg på at reproducere target-positioner. En sådan protokol giver en god matematisk basis for at reducere effekten af variabilitet mellem forsøgene, og burde således øge reliabiliteten. I lyset af dette stiger kravene til reliabilitetskoefficienten, og svækker resultatet yderligere. Der anbefales ICC-værdier på minimum  $0,75$ - $0,80$  (Shrout P.E. et al. 1979). Ihukommende dette viser resultaterne fra nærværende studie, at metoden har ringe reliabilitet.

Baseret på den tidligere reliabilitetsundersøgelse af Brumagne et al. (Brumagne et al. 1999a) har inklinometri været anvendt til undersøgelse af ledstillingsrepositionering af lumbalregionen (Brumagne et al. 1999c; Brumagne et al. 2000). I et studie (Brumagne et al. 1999c) blev metoden brugt med forsøgspersonerne siddende, en stilling der på daværende tidspunkt ikke var vurderet med hensyn til reliabilitet. Som vist i nærværende studie, har den siddende test-stilling ringe reliabilitet, og af den grund bør resultaterne fra det nævnte studie tolkes med forsigtighed.

Resultaterne af vort studie demonstrerer en signifikant forskel mellem retest1 og retest2 i stående stilling (STAND), men ikke i siddende (SIT). Grunden dertil kunne være rækkefølgen i teststillinger. Den første var STAND; fulgt af SIT. Læringseffekten kan have influeret resultaterne, fordi deltagerne havde lejlighed til at øve sig og

vænne sig til test-bevægelsen i stående stilling og at overføre den til siddende. Deltagerens evne til at udføre bevægelsen kan således være forbedret i siddende stilling. Ved SIT kan det desuden gælde, at det taktile input fra lårenes bagside og glutealregionen kan påvirke bestemmelsen af bækkenets position og derved sløre informationen om den motoriske kontrol af lænderyggen. Som konsekvens heraf er den siddende stilling ikke ønskværdig, hvis den sensomotorisk kontrol er målet med en undersøgelse.

Ved at udelade den første af tre gentagelser gjorde vi et forsøg på at minimere effekten af læring. Alligevel blev der noteret en systematisk og signifikant forskel i resultaterne ved STAND. En forklaring kunne være yderligere læring, men studiet var ikke designet til at evaluere dette. Der var ingen signifikant forskel mellem retest1 og retest2 i SIT og S-STAND, hvilket indikerer at betydningen af læring var elimineret, men reliabiliteten var stadig ikke acceptabel.

I et pilotstudie blev det observeret, at posturale svingninger blev øget i den stående stilling (STAND) på grund af eliminering af synssansen. Det øgede posturale svaj kunne influere inklinationen af bækkenet, og dermed på målinger af target position og estimated position, hvilket på sin side ville føre til uønsket variabilitet og deraf følgende lav reliabilitet. Det er muligt, at deltagerne faktisk reproducerede de fundne positioner, men at vores apparatur ikke kunne registrere det på grund af posturale svaj. Vi tilstræbte minimering af dette udsving i S-STAND ved at tillade deltagerne at stå med albuestøtte. Ikke desto mindre viste metoden stadig en uacceptabel reliabilitet.

Vores temmelig små AE-værdier mellem  $0,64^\circ$  og  $1,1^\circ$  kunne tyde på udmærket reliabilitet, men når man betænker det ret begrænsede måleområde i en test af bækkenkip, er der en god chance for at target-positionerne blev reproduceret tilfældigt. Det er således muligt, at der kan forekomme en situation, hvor det er "umuligt" at ramme mere en  $1^\circ$  eller  $2^\circ$  ved siden af target-position, og i så tilfælde vil selv små variationer påvirke reliabilitet og præcision. Desuden kan den begrænsede spredning af data have negativ indflydelse på ICC-værdierne, hvilket i høj grad kunne tænkes at gælde for dette studie. Men de generelt lave værdier af de nedre græn-

ser af 95 % konfidensintervallerne for ICC, den systematiske bias; muligheden for stærke taktile stimuli i SIT og heteroskedasticiteten ved S-STAND, indikerer, at metoden ikke er reliabel.

Måske kan dynamisk sensomotorisk i en anatomisk og fysiologisk kompleks region som lumbopelvis ikke måles med den forhåndenværende teknologi. Det lumbopelvine kompleks omfatter de nederste dele af rygsøjlen, bækkenet og begge hofter, foruden talrige muskler, ligamenter og andre bløddele. Disse er alle mulige kilder til variation, hvad angår dynamisk sensomotorisk kontrol. Det er på nuværende tidspunkt simpelthen ikke muligt at drage fornuftige konklusioner ud fra enkelt definerbare målinger. For i fremtiden at kunne vurdere sensomotorisk kontrol ved lænderygsmerte (LBP) på troværdig vis, har vi brug for en mere avanceret teknologi og mere viden om (pato-)fysiologien i lænderyggen.

## Konklusion

Vi må konkludere, at inklinometri ved bækkenkip ikke er en pålidelig metode til at måle motorisk kontrol af det lumbopelvine kompleks. Bækkenkip er måske, måske ikke, en adækvat måde at teste dynamisk kontrol af lumbalregionen, ligesom kontrol over denne måske og måske ikke er associeret til kliniske lænderygsmerte. Men hvis de eksisterende test er upålidelige, kan man ikke i fremtiden anvende dem, som man har gjort indtil nu, og tolkningen af tidligere arbejder, der har gjort brug af disse test, er nu begrænset af nærværende resultater. Indtil vi får en tilfredsstillende evaluering af denne metode, har vi brug for at udvikle andre anvendelige metoder til at beskrive dynamisk sensomotorisk kontrol i lænderyggen. På verdensplan forskes der vidt og bredt i lænderyggens neuromuskulære funktion, men vi har stadig til gode at få introduceret en adækvat klinisk metode.

## Taksigelser

Dette studie er støttet økonomisk af The Oak Foundation, Hovedstadens Sygehusfællesskab og Danske Fysioterapeuters Forskningsfond. Fysioterapeuterne Kasper Sander, Jens Peter Hedelund og Thomas Greve skal have stor tak for deres indsats i dataindsamlingen og cand. mag. Mette Gad takkes for oversættelse af originalpublikationen fra engelsk til dansk.



Artiklen er en oversættelse af en originalartikel med titlen "Dynamic Control of the Lumbopelvic Complex; Lack of Reliability of Established Test Procedures" der er publiceret i European Spine Journal og publiceres med tilladelse fra forfatterne og Springer, udgiveren af European Spine Journal.

## Referencer

- Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:128-136.
- Barrack RL, Skinner HB, Brunet ME, Cook SD. Joint kinesthesia in the highly trained knee. *J Sports Med Phys Fitness* 1984a;24:18-20.
- Barrack RL, Skinner HB, Cook SD. Proprioception of the knee joint. Paradoxical effect of training. *Am J Phys Med* 1984b;63:175-181.
- Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:833-837.
- Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:53-56.
- Bearne LM, Scott DL, Hurley MV. Exercise can reverse quadriceps sensorimotor dysfunction that is associated with rheumatoid arthritis without exacerbating disease activity. *Rheumatology (Oxford)* 2002;41:157-166.
- Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Aust J Physiother* 1998;44:159-163.
- Brockett C, Warren N, Gregory JE, Morgan DL, Proske U. A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. *Brain Res* 1997;771:251-258.
- Brumagne S, Cordo P, Lysens R, Verschueren S, Swinnen S. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine* 2000;25:989-994.
- Brumagne S, Lysens R, Spaepen A. Lumbosacral position sense during pelvic tilting in men and women without low back pain: test development and reliability assessment. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999a;29:345-351.
- Brumagne S, Lysens R, Spaepen A. Lumbosacral repositioning accuracy in standing posture: a combined electrogoniometric and videographic evaluation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1999b;14:361-363.
- Brumagne S, Lysens R, Swinnen S, Verschueren S. Effect of paraspinal muscle vibration on position sense of the lumbosacral spine. *Spine* 1999c;24:1328-1331.
- Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1996;11:1-15.
- Comerford MJ, Mottram SL. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Man Ther* 2001a;6:3-14.
- Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction-contemporary developments. *Man Ther* 2001b;6:15-26.
- Corrigan JP, Cashman WF, Brady MP. Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74:247-250.
- Domholdt E. Measurement Theory. In: Andrew Allen, editor. *Physical Therapy Research: Principles and Applications*. Philadelphia: Saunders, 2000. pp. 221-238.
- Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine* 1998;23:371-377.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 1996;21:2763-2769.
- Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine* 1994;19:165-172.
- Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of trans-versus abdominis. *Spine* 1996;21:2640-2650.
- Jull GA, Richardson CA. Motor control problems in patients with spinal pain: a new direction for

- therapeutic exercise. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23:115-117.
- Koralewicz LM, Engh GA. Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82-A:1582-1588.
- Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* 1997;25:130-137.
- Lonn J, Crenshaw AG, Djupsjobacka M, Johansson H. Reliability of position sense testing assessed with a fully automated system. *Clin Physiol* 2000;20:30-37.
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, Larson DR, An KN. Repositioning error in low back pain. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine* 2000a;25:245-250.
- Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. *Spine* 2000b;25:2488-2493.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992a;5:383-389.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992b;5:390-396.
- Paquet N, Malouin F, Richards CL. Hip-spine movement interaction and muscle activation patterns during sagittal trunk movements in low back pain patients. *Spine* 1994;19:596-603.
- Parkhurst TM, Burnett CN. Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;19:282-295.
- Petersen T, Thorsen H, Manniche C, Ekdahl C. Classification of Non-Specific Low Back Pain: A review of the litteratur on classifications systems relevant to physiotherapy. *Phys Ther Rev* 1999;4:265-281.
- Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine* 2001;26:724-730.
- Shrout P.E., Fleiss JL. Intraclass Correlations: Uses in Assessing rater Reliability. *Psychol Bull* 1979;86:420-428.
- Weiler HT, Awiszus F. Influence of hysteresis on joint position sense in the human knee joint. *Exp Brain Res* 2000;135:215-221.

## Summary

*Henriksen M, Lund H, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B.  
Dynamic Control of the Lumbopelvic Complex;  
Lack of Reliability of Established Test Procedures*

Impairment of the dynamic control of the lumbopelvic complex in LBP has gained increased focus both clinically and experimentally. The objectives of this study were to determine the reliability of inclinometry as a measure of dynamic lumbopelvic control. Lumbopelvic reposition accuracy during pelvic tilts was measured in 39 healthy subjects using an inclinometer attached to the skin at S2 level. The reposition accuracy was measured in sitting, standing and supported standing. Tests were performed three times with a 20 minutes recess between tests. Only data from the last two test sequences were used in order account for learning effects. Intra-

class correlation coefficients were low for the sitting (0.54) and supported standing positions (0.36). In the standing position a significant difference between test and retest was observed ( $p=0.003$ ) and further reliability analysis was therefore abandoned. It is concluded that inclinometry is not reliable for measuring the dynamic lumbopelvic control in any of the test positions and prior work utilising inclinometry to evaluate dynamic lumbopelvic control should be interpreted with caution.

**Keywords:** Low Back Pain, proprioception, reliability, inclination, diagnostics