

Meritve gibljivosti hrbtenice

Od gibljivosti hrbtenice je odvisna človekova funkcijska sposobnost, saj je od obsega gibljivosti posameznih segmentov hrbtenice odvisno opravljanje dnevnih aktivnosti (8). Meritve obsegov gibljivosti hrbtenice potrebujemo za ocenjevanje stanja bolnika, načrtovanje programa zdravljenja, ugotavljanja uspešnosti posameznih terapevtskih postopkov, ter ugotavljanje, kdaj bolnika napotiti k drugim sodelavcem v zdravstvu. Merilne metode bi morale biti sodobne, znanstveno utemeljene, enostavne, poceni, zanesljive, lahko izvedljive in praktične ter primerne za rutinsko rabo, tako da so meritve ponovljive in rezultati primerljivi (6,14,16,17,18,23). Bile naj bi čimbolj občutljive, saj bi s tem imeli možnost odkrivanja funkcijske okvare in pravilnega vrednotenja funkcijske zmogljivosti ljudi. Ne glede na način in metode merjenja morajo biti podatki jasni, preprosti in razumljivi. Taki podatki o gibljivosti hrbtenice nam koristijo za ugotavljanje in ocenjevanje:

- prisotnosti nefiziološke gibljivosti,
- stopnje nezmogljivosti,
- sprememb med potekom fizioterapije,
- učinkovitost fizioterapevtskih postopkov.

Ena izmed metod ocenjevanja stopnje in razsežnosti izgube gibljivosti kot posledica staranja, poškodbe, bolezni ali neaktivnosti, so tudi meritve gibljivosti hrbtenice. Zanje imamo na razpolago objektivne in subjektivne metode, torej celo vrsto merilnih pripomočkov kot so npr.: univerzalni kotomer, gravitacijski kotomer, kotomer z magnetno iglo, kotomer z vzporednimi kraki, spondilometer in inklinometer. Med seboj se razlikujejo po zanesljivosti, veljavnosti, uporabnosti, invazivnosti in tudi ceni (22).

Inklinometrija

Gibanje prsno-ledvene hrbtenice se izvaja med medenico oziroma križnico (S2) in C7. Pri tistih gibih, kjer lahko merimo gibanje posebej v prsni in ledveni hrbtenici, določimo za prsno hrbtenico trnasta odrastka C7 in L1, za ledveno hrbtenico pa L1 in S2. V prsno-ledvenem delu hrbtenice merimo gibe fleksije, ekstenzije, lateralnih fleksij in rotacij. Fleksija in ekstenzija v prsno-ledvenem delu sta relativno omejeni gibanji, pri čemer stopnjo ekstenzije določajo v

glavni meri posameznikova drža ter stopnja stalne kifoze. Da bi določili obseg prsno-ledvenega dela hrbtenice, izvajamo meritev tako, da preiskovanec stoji v vojaški drži, s čemer se zagotovi minimalna kifoze.

Inklinometrija je najbolj pogosto uporabljena tehnika za merjenje gibljivosti hrbtenice (24). Terapevti jo izvajajo že od leta 1950 (25). Tehnika se uporablja v mnogih panogah, ki se ukvarjajo s proučevanjem in zdravljenjem človekovega gibalnega sistema. (23). Izraz inklinometrija izhaja iz grških besed »inklinatio«, kar pomeni nagib, naklon in »metron«, kar pomeni merjenje. Inklinometrija je torej merjenje obsega gibljivosti sklepov s pomočjo naprave, ki jo imenujemo inklinometer. Z inklinometrijo objektivno s številkami izrazimo gibljivost nekega sklepa tako, da pri zaporednih ponovitvah dobimo enake rezultate.

Ti so uporabni v :

- fizioterapiji,
- delovni terapiji,
- biomedicini,
- ortotiki in protetiki,
- medicinskih strokah, kot so fizioterapija, travmatologija, ortopedija, revmatologija.

Inklinometrični podatki lahko omogočajo preiskovalcu osnovo za:

- postavljanje ciljev obravnave,
- oceno izboljšanja / poslabšanja, glede na postavljene cilje,
- spremembo obravnave,
- motivacijo preiskovanca,
- raziskave učinkov posameznih terapevtskih metod in tehnik,
- svetovanje in izdelavo ortoz / protez in ortopedskih pripomočkov (24).

1.2. Dvojna inklinometrija

Dvojna inklinometrija je primerna za ocenjevanje funkcije hrbtenice, za izbiro ustreznega zdravljenja, ter za nadzorovanje bolnikovega napredka (16). Številni preiskovalci (13,14,16,17,26) ugotavljajo, da je dvojna inklinometrija natančna in pogosto uporabljena metoda za merjenje obsega gibljivosti prsno-ledvenega dela hrbtenice.

1.2.1. Principi dvojne inklinometrije

Teorija merjenja gibljivosti hrbtenice temelji na predpostavki, da lahko ukrivljenost hrbteničnega dela AB definiramo s kotom γ , ki ga tvori tangenta na točki A s tangento na točki B. Kadar je medialna ravnina telesa vertikalna, vsaka od teh tangent tvori kot z vertikalno. Ti koti so hrbtenični nakloni od vertikale, α na točki A in β na točki B. Razlika med tema kotoma je enaka kotu γ med samima tangentama in omogoča izračun ukrivljenosti hrbteničnega segmenta. Če odštejemo en kot naklona od drugega vertikala ni pomembna. Izračun hrbtenične ukrivljenosti je torej neodvisen od pozicije hrbteničnega segmenta (11).

Slika 1. Teorija merjenja hrbtenice (11)

Z inklinometrijo je možno natančno meriti gibljivost hrbtenice, ker je možno otipati kostno-anatomske točke, ki označujejo zgornji in spodnji del oziroma konec treh delov hrbtenice (cervikalni, prsni, ledveni). Inklinometrija je standard, ki ga priporoča Ameriško zdravniško društvo (6). Zahtevnost tega načina merjenja se kaže v (6):

- natančnosti označevanja kostno-anatomskih točk,

- anatomski stabilizaciji ali merjenju z dvema inklinometroma, ki sta postavljena kranialno in kaudalno,
- ročnem pritisku, s katerim zagotovimo dotik na dveh točkah, ki ležijo pod markerji.

Tako kot pri katerikoli merilnih postopkih obsega gibljivosti, obstajajo vedno dejavniki, ki otežujejo določitev kostno-anatomskih točk. Ti vključujejo napetost tkiva čez sklep, prisotnost kožnih gub, različni kostni izrastki, ter spremenljiva napetost kože, ki pokriva sklepe in ki je posledica gibanja hrbtenice.

Reynolds (27) navaja, da bi morala biti metoda za merjenje gibanja enostavna, hitra in ponovljiva. Za vse meritve z dvojno inklinometrijo je potrebno določiti dve točki. Tako je dvakrat večja možnost odstopanja. Za inklinometrijo potrebujemo dva preiskovanca (6).

1.2.2. Inklinometer

Najbolj pogosto uporabljen inštrument za merjenje gibljivosti hrbtenice je gravitacijski tekočinski inklinometer. Samo sagitalno gibanje hrbtenice je v grobem gibanje v eni ravnini, če predvidevamo, da ne obstaja nobena abnormalna krivina, pa čeprav vemo, da čisto gibanje v eni ravnini sploh ne obstaja. Merjenje gibljivosti hrbtenice s pomočjo inklinometra je težje izvedljivo od merjenja obsega gibljivosti ekstremitet, ki jih opravimo z univerzalnim goniometrom (6).

Uporabo inklinometra sta prva opisala Asmussen in Heeboll-Nielsen, kasneja pa sta ga razvila Loebel in sodelavci (15). Dillard s sodelavci (14) pravi, da je inklinometer najbolj mnogostranski, obenem pa ima tudi sprejemljivo zanesljivost ($r=0.76$). Delo z njim je dokaj enostavno in primerno za vsakdanjo rabo, saj zanj fizioterapevti ne potrebujejo dodatnega izpopolnjevanja.

Inklinometer je naprava za ugotavljanje obsega giba v sklepih in deluje kot svinčnica. Sestavljen je iz vrtljive, na ploščico pritrjene posodice, ki je napolnjena s tekočino in inklinacijske igle, ki reagira na silo težnosti. Merilna lestvica 360° je na robovih posodice, ki nam kaže obseg giba na 1° natančno. Z inklinometrom lahko merimo gibljivost posameznega

dela hrbtenice, in ne posameznega vretenca. (10,31). Inklinometri so majhne, ne pretirano dragi merilni inštrumenti, ki merijo kote in delujejo na principu gravitacije (6). Ločimo dve vrsti inklinometrov:

1. mehanske inklinometre: imajo začetno ali ničelno pozicijo, ki jo ponavadi označuje nivo tekočine ali obtežena igla oziroma nihalo. Pri večini tekočinskih inklinometrov lahko številčnica rotira, s tem pa lahko katerokoli številko nastavimo na začetno pozicijo.
2. elektronske inklinometre. gre za neko obliko gravitacijskega senzorja, ki določi kot upogiba hrbtenice. Elektronski inklinometer je potrebno za vsako merjenje umeriti na 0 stopinj. Kote kažejo avtomatično in so natančnejši od mehanskih. V elektronskem inklinometru je lahko mikroprocesor in spomin, ki shrani dve odčitavanji in določi razliko. Elektronski inklinometri so dražji od mehanskih.

Za oceno gibanja potrebujemo bodisi dva mehanska inklinometra ali le en sam elektronski inklinometer, ki je sposoben izračunati povezano gibanje. Vsak od merilnih pripomočkov ima svoje prednosti in slabosti (preglednica 1). Ena od prednosti inklinometra je, da dobimo več informacij o drži in o relativni mobilnosti različnih segmentov hrbtenice, vključno z vratnim delom (27).

Preglednica 1. Prednosti in slabosti inklinometrov (cit).

Prednosti inklinometra	Slabosti inklinometra
<ul style="list-style-type: none"> - enostavna uporaba ob majhni porabi časa, - natančnost meritev na 1°, - velikost in teža, - hitrost nastavitve, - deluje neodvisno od osi vrtenja, - naenkrat dobiš veliko informacij o gibljivosti hrbtenice, - lahko izmeriš relativno mobilnost posameznih segmentov hrbtenice. 	<ul style="list-style-type: none"> - ni primeren za oceno gibljivosti majhnih sklepov, - za oceno gibljivosti morata biti dva preiskovalca, - vprašljiva zanesljivost merjenja, - palpacija kostno-anatomskih točk.

Reynolds (27) je v svoji študiji opazil dve praktični težavi z inklinometrom:

- za mnoge so bile zahtevane drže izjemno neudobne in so le težko zdržali v zahtevanem času merjenja,
- ugotovil je, da ni nobene praktične prednosti merjenja antefleksije v sedečem položaju, zato je vse meritve izvedel stoje.

Da bi zagotovili natančnost meritev je potrebno upoštevati Naslednje principe (6):

1. Gravitacijska ravnina: inklinometer deluje samo v vertikalnem položaju ali ravnini, kar omogoča, da se kazalec ali senzor prosto gibata v skladu z gravitacijo. Inklinometer ne deluje pravilno, kadar ga postavimo navzdol ali če ga nagnjemo. Zato mora biti preiskovanec v takem položaju, ki omogoča gibanje tistega dela, ki ga testiramo v vertikalni ravnini. Za meritve hrbtenice, ki jih opravljamo v stoječem ali sedečem položaju pa morata biti sagitalna in frontalna ravnina vertikalni. Meritve v transverzalni ali aksilarni ravnini morajo biti opravljene tako, da je pacient v supiniranem, proniranem položaju ali flektiran položaj v kolku.
2. Stabilizacija: če kavalni ali spodnji del stabiliziramo, tako da se ne premika, premika pa se samo zgornji del, lahko v takem primeru uporabimo samo enojni mehanski inklinometer, kot tudi takrat, kadar merimo rotacijo vratne hrbtenice. Kadar uporabljamo manualne inklinometre se v večini primerov, ko merimo gibanje ekstremnih delov hrbtenice uporabljata dva inklinometra.
3. Manualni pritisk med uporabo: inklinometer je potrebno držati tako, da se trdno prilega kostno-anatomskih točk, medtem ko se hrbtenica ves čas giblje. Inklinometer ne sme imeti odstopanja od začetne namestitve, do česar bi lahko prišlo zaradi gibanja kože ali neenakomernega pritiska na kožo, ki pokriva trnaste odrastke hrbtenice. To se najpogosteje zgodi pri pacientih s povečano telesno težo. Zelo pomembna je tudi oblika inklinometra. Kadar je ta dobra, lahko inklinometer ustrezno namestimo na kostno-anatomske točke. Za merjenje obsega gibljivosti je bistvenega pomena, da se inklinometer v dveh točkah trdno in čvrsto dotika kostno-anatomskih točk, kar je še posebej pomembno takrat, ko gre za konveksno površino kot npr. sacrum in kalvarium

1.3. Zanesljivost dvojne inklinometrije

Zanesljivost in veljavnost merilnih pripomočkov se nanaša na število enakih meritev pri zaporednih poskusih. Večje je število enakih meritev, večja je zanesljivost (6). Pomembne so tri vrste zanesljivosti:

- zanesljivost posameznika (intratester reliability), ki se nanaša na število enakih meritev istega preiskovalca, pri istem sklepu, pri večih ponovitvah.

- zanesljivost med posamezniki (intertester reliability), ki se nanaša na število enakih meritev, različnih preiskovalcev, pri istem sklepu,
- primerjalna zanesljivost (parallel reliability) pomeni, kadar dobimo iste rezultate z različnimi oblikami testov oz. inštrumentov (npr. različne vrste goniometrov).

Richman in sodelavci (18, 28) so predlagali naslednje koeficiente korelacije, ki opredeljujejo zanesljivost:

- 0,80-1,00=odlična zanesljivost,
- 0,60-0,79=zmerna zanesljivost,
- 0,60 in manj=vprašljiva zanesljivost.

Preglednica 2. Zanesljivost dvojne inklinometrije po avtorjih.

Avtorji	leto	starost preiskovancev	Zanesljivost posameznika (intratester reliability)		zanesljivost med posamezniki (intertester reliability)	
			R	ICC	r	ICC
Reynolds	1975	20 - 79	0.75	visoka	0.77	visoka
Keeley s sodelavci	1985	28 - 42	0,91 – 0,93		0,90 - 0,96	
Burdett s sodelavci	1986	20 - 40			0,64 - 0,93	0,60 - 0,92
Mellin s sodelavci	1986	29 - 32	0.93		0.95	
Gill s sodelavci	1987	24 - 34	Nizka	nizka		
Dillard s sodelavci	1991	20 - 40	0.80		visoka	
Gill s sodelavci	1991	20 - 40	0.90		visoka	
Newton	1991	20 - 55		0.89	visoka	0.76
Rondinelli s sodelavci	1992	18 - 30	0.90	0,70 - 0,81	0,60 - 0,72	0.69
Keeley s sodelavci	1993	23 - 37	0,91 – 0,98		0,90 - 0,96	
Mellin s sodelavci	1993	23 - 37	0.97		0.86	
Williams	1993	25 - 53			0.87	0.60
Sullivan s sodelavci	1994	15 - 65	0,84 – 0,92			
Shirley s sodelavci	1994	35 - 40	0.62			
Alaranta s sodelavci	1994	35 - 54	0.68		0.61	
Hasten s sodelavci	1995	17 - 35	0.70			
Mayer s sodelavci	1995	18 - 49	Visoka		nizka	
Williams s sodelavci	1998	23 - 62			0.76	0.60
Nitschke s sodelavci	1999	20 - 65	0.90	0.90	0.67	0.52

1. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *JAGS* 1991 ; 39(2): 142-148.
2. Pentek M. Srereotipi o značilnosti starejše populacije. *Zdrav Var* 1999; 38(1-4): 1-3.

3. Pokorn D. Starost, staranje in in zdrava prehrana. *Zdrav Var* 1999; 38 (1-4): 23-8.
4. Rok- Simon M. Umrljivost in hospitalizacije starejših zaradi poškodb v Sloveniji v letih 1988 – 1996. *Zdrav var* 1999 ; 38 (1-4): 29-32.
5. Jakovljevič M, Žigon T. Primerjava dveh neinvazivnih tehnik merjenja rotacije v lumbalnem delu hrbtenice. V : Vrečar I. ur. 5. strokovno posvetovanje slovenskih fizioterapevtov, 1993. Ljubljana ; Društvo fizioterapevtov Slovenije, 1993 : 21-26.
6. *Guides to the evaluation of permanent impairment. American Medical Association. 4 th ed. 1993.*
7. Ščepanovič D. Vpliv spola in antropometričnih mer na obseg gibljivosti hrbtenice v sagitalni ravnini pri zdravi populaciji. V : Vrečar I. ur. 5. strokovno posvetovanje slovenskih fizioterapevtov, 1993. Ljubljana ; Društvo fizioterapevtov Slovenije, 1993 : 1-13.
8. Jakovljevič M, Podlesnik N. Primerjava dveh načinov merjenja gibljivosti torakolumbalne hrbtenice v sagitalni ravnini. V : Vrečar I. ur. 5. strokovno posvetovanje slovenskih fizioterapevtov, 1993. Ljubljana; Društvo fizioterapevtov Slovenije, 1993 : 15 - 19.
9. Ščepanovič D. naslov [diplomsko delo]. Ljubljana: Oddelek za fizioterapijo, Visoka šola za zdravstvo, Univerza v Ljubljani, 1999.
10. Jakovljevič M. Merjenje gibljivosti hrbtenice. V : Vrečar I. ur. 8. strokovno posvetovanje slovenskih fizioterapevtov, Portorož 1999. Ljubljana ; Društvo fizioterapevtov Slovenije, 1999: 45 - 56.
11. Loebel WY. Measurement of spinal posture and range of spinal movements. *Annals of Physical Medicine* 1967; 9: 103-110.
12. McGregor AH, McCharty ID, Hughes SP. Motion characteristics of the lumbar spine in the normal population. *Spine* 1995; 20 (22): 2421- 2428.
13. Mayer RS, Chen IH, Lavender SA, Trafimow JH, Andersson GB. Variance in the measurement of saggital lumbar spine range of motion among examiners, subjects and instruments. *Spine* 1995; 20 (13): 1489-1493.
14. Dillard J, Trafimow J, Andersson GB, Cronin K. Motion of the lumbar spine. Reliability of two measurement techniques. *Spine* 1991; 16 (3) : 321-324.
15. Alaranta H, Hurri H, Heliovaara M, Soukka A, Harju R. Flexibility of the spine: normal values of goniometric and tape measurements. *Scand J Rehab Med* 1994; 26 (3) : 147-154.
16. Keeley J, Mayer TG, Cox R, Gatchel RJ, Smith J, Mooney V. Quantification of lumbar function. Part 5: Reliability of range of motion measures in the sagittal plane and an in vivo torso rotation mesurement technique. *Spine* 1986; 11 (1) : 31-35.
17. Williams RM, Goldsmith CH, Minuk T. Validity of double inclinometer method for measuring lumbar flexion. *Physioherapy Canada* 1998; 50 (2): 147-152.
18. Williams R, Binkley J, Bloch R, Goldsmith CH, Minuk T. Reliability of the modified-modified Schober and double inclinometer methods for measuring lubar flexion and extension. *Phys Ther* 1993; 73 (1) : 26-37.

19. Moll JMH, Wright V : *Normal range of spinal mobility : an objective clinical study.* *Ann Rheum Dis* 1971 ; 30 : 381 - 386.
20. Troup JDG, Hood CA, Chapman AE. *Measurement of the sagittal mobility of the lumbar spine and hips.* *Annals of Physical Medicine* 1968; 9: 308- 321.
21. Hasten DL, Johnston FA, Lea RD. *Validity of the applied rehabilitation concepts (ARCON) System for lumbar range of motion.* *Spine* 1995; 20 (11) : 1279-1283.
22. Nitschke JE, Natrass CL, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. *Reliability of the American Medical Association Guides model for measuring spinal range of motion. Its implication for whole-person impairment rating.* *Spine* 1999; 24 (3) : 262-268.
23. Gill K, Krag MH, Johnson GB, Haugh LD, Pope MH. *Repeatability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion.* *Spine* 1988; 13 (1) : 50-53.
24. Jakovljević M, Hlebš S. *Meritve gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov.* 2 izd. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, oddelek za fizioterapijo, 1999.
25. Jones K, Barker K. *Human movement explained : physiotherapy practise explained.* 1 st ed. Oxford : Butterworth - Heinemann Lth, 1996 : 385 - 393.
26. Merritt JL, McLean TJ, Erickson RP, Offord KP. *Measurement of trunk flexibility in normal subjects: reproducibility of three clinical methods.* *Mayo Clin Proc* 1986; 61: 192-197.
27. Reynolds PMG : *Measurement of spinal mobility. A of three methods.* *Rheumatol Rehab* 1975; 14 : 180 - 185.
28. Chiarello CM, Savidge R. *Interrater reliability of the Cybex EDI-320 and fluid goniometer in normals and patients with low back pain.* *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74 (1) : 32-37.
29. Rondinelli R, Murphy J, Esler A, marciano T, Cholmakjian C. *Estimation of normal lumbar flexion with surface inclinometry. A comparison of three methods.* *Am J Phys Med Rehabil* 1992; 71 (4) : 219-224.
30. Burdett RG, Brown KE, Fall MP. *Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions.* *Phys Ther* 1986; 66 (5) : 677-684.
31. Mellin G. *Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer.* *Spine* 1986; 11 (7) : 759-762.
32. Roberts WN, Liang MH, Palozzi LM, Daltory LH. *Effects of warming up on reliability of anthropometric techniques in ankylosing spondylitis.* *Arthritis and Rheumatism* 1988 ; 31 : 549 - 552.
33. Mayer TG, Tencer AF, Kristoferson S, Mooney V. *Use of noninvasive techniques for quantification of spinal range of motion in normal subjects and chronic low back dysfunction patients.* *Spine* 1984; 9 (6).
34. Lowery WD Jr, Horn TJ, Boden SD. *Impairment evaluation based on spinal range of motion in normal subject.* *J Spinal Disord* 1992 Dec; 5 (4) : 398-402.
35. Natrass CL, Nitschke JE, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. *Lumbar spinal range of motion as a measure of physical and functional impairment: an investigation of validity.* *Clin Rehab* 1999; 13: 211-218.

36. Shirley FR, O'Connor P, Robinson ME, MacMillan M. Comparison of lumbar range of motion using three measurement devices in patients with chronic low back pain. *Spine* 1994; 19 (7): 779-783.
37. Sullivan MS, Dickinson CE, Troup JD. The influence of age and gender on lumbar spine saggital plane range of motion. A study of 1126 healthy subjects. *Spine* 1994 Mar 15; 19 (6): 682- 686.
38. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise : foudation and techniques*. 3 rd ed. Philadelphia : Davis, cop. 1996 : 111 – 142
39. Marinček Č. 10. dnevi rehabilitacijske medicine : Rehabilitacijska medicina v starosti: zbornik predavanj. Ljubljana : IRSR, 1992.
40. Newton M, Waddell G. Reliability and validity of clinical measurement of the lumbal spine in patients with chronic low back pain. *Phys Ther* 1991; 77 (12): 796-800.