

Strokovni prispevek/Professional article

# MERJENJE VELIKOSTI MEDVREtenČNE PLOŠČICE S POMOČJO ANTROPOMETRIJSKE METODE

INTERVERTEBRAL SIZE MEASUREMENT WITH ANTHROPOMETRIC METHOD

Zmago Turk, Dušan Čelan, Breda Jesenšek-Papež

Oddelek za fizikalno in rehabilitacijsko medicino, Splošna bolnišnica Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

Prispelo 2003-08-04, sprejeto 2004-01-10; ZDRAV VESTN 2004; 73: 303-8

**Ključne besede:** medvretenčna ploščica; antropometrija; bolečina v hrbtu; tomografija

**Izvleček** – Izhodišča. Obstaja pozitivna korelacija med velikostjo površine intervertebralnega diska in pojavnostjo bolečine v križu. Columbini je ocenjeval velikost površine diska antropometrično, vendar ni znano, kako ta meritev korelira z radiološkimi načini meritve.

**Namen.** Poiskati neinvazivno, ceneno in hitro metodo za oceno površine intervertebralnega diska z modificiranjem Columbinijeve antropometrične metode oz. obrazca.

**Material in metode.** Antropometrične, rentgenske in računalniškotomografske (CT) preiskave, vključno z oceno področja zanimanja (ROI – Region of Interest) meritve so bile sprva opravljene na 40 voznikih avtobusov z bolečino v križu. Preizkus veljavnosti antropometrične meritve velikosti površine vretenčne ploščice je bil opravljen na 65 voznikih.

**Rezultati.** Avtor je ugotovil, da ocenitev s CT skupaj z oceno področja zanimanja (ROI) zadostuje za ocenitev površine medvretenčne ploščice. Na osnovi statistične obdelave, ki je vključevala linearno regresijo, korelacijo, krivuljo in zanesljivost, je avtor modificiral Columbinijev antropometrični obrazec (modifikacija po Turku). Pojavnost bolečine v križu je bila statistično pomembno višja pri osebah z manjšo površino medvretenčne ploščice, izraziteje pri moških.

**Zaključki.** Z uporabo modificiranega Columbinijevega obrazca (antropometrična metoda) je možno v 89% pravilno napovedati velikost medvretenčne ploščice, zato invazivne in drage radiološke metode niso potrebne.

## Uvod

Lumbalni sindrom (L/S) povzroča okoli 60% vsega absentizma v Sloveniji. Leta 1990 je bilo pri invalidskih upokojitvah 35,8% invalidov I., 14,4% invalidov II. in 35% invalidov III. kategorije, pri katerih je prevladovala diagnoza L/S. V Sloveniji so izračunali, da stane bolečina napada lumbalnega sindroma okoli 3500 \$ in da je bilo v letu 1990 izgubljenih 330.000 delovnih dni (19). Velikost medvretenčne ploščice – intervertebralnega diska (IVD) je resen dejavnik tveganja za nastanek kroničnih sprememb v križnem delu hrbtenice (19). Zato smo se v študiji ukvarjali z velikostjo IVD v povezavi z vplivom na nastanek L/S.

**Key words:** intervertebral disk; anthropometry; back pain; reference values; tomography; X-ray computed

**Abstract** – Background. There is a positive correlation between the size of intervertebral disc (IVD) and the incidence of Low Back Pain (LBP). Columbini evaluated the size of IVD anthropometrically but how this measurement correlates with radiologic measurements of IVD square size is still unknown.

**Objective.** The aim of the study was to search for non-invasive method and cheap and fast evaluation of IVD size with the modification of Columbini's anthropometric formula.

**Materials and methods.** The measurements (anthropometrics, X-ray, CT with range of interest measurement [ROI]) were done on 40 bus-drivers. The reliability test was done on 65 bus-drivers.

**Results.** CT measurement of the size of the intervertebral disc was done using ROI (Range of Interest). Using the statistical analysis based on linear regression, correlation, curve fitting and reliability the author made the modification of Columbini's formula. The incidence of Low Back Pain was statistically significantly higher in people with smaller IVD, particularly in men.

**Conclusions.** With the Columbini's method of anthropometric measurement of the size of IVD modified by Turk it is possible to make the right measurement prognosis in 89% of cases. Consequently, there is no need to use invasive and costly diagnostic radiologic methods.

V prvi vrsti smo se v študiji ukvarjali z velikostjo IVD v povezavi z vplivom na nastanek L/S. Če ta obstaja, bi bilo smiselno poiskati neinvazivno in enostavno metodo, s katero bi lahko izmerili velikost IVD. Če bi IVD z manjšo površino bil dalj časa izpostavljen nenormalnim gibom in pritiskom, lahko pričakujemo, da bo degeneracija diskusa nastala prej kot običajno. Podatek o velikosti IVD bi lahko služil v medicini dela kot metoda pri usmeritvi delavcev na določena delovna mesta z manjšimi telesnimi obremenitvami hrbtenice. Posebno mesto bi imel tudi v športni medicini kot preprečevanje prevelikih obremenitev športnikov oz. pri oceni perspektivnosti posameznega športnika. Ne nazadnje bi bil podatek o velikosti IVD izredno diagnostično sredstvo pri prvih pojavih L/S in

opozorilo bolniku, da pripada krogu oseb s tveganjem, zato se mu bo bolezen ponavljala, lahko celo povzročila invalidnost.

Obstajajo tri osnovne metode za meritve velikosti medvretenčnih ploščic oz. intervertebralnih diskov (IVD), in sicer radiološka metoda, merjenje površine s pomočjo računalniške tomografije (CT) po neposredni in posredni metodi in antropometrična metoda, kot je znana iz literature.

Pri radiološki metodi s pomočjo formule za površino elipse iz običajnih rentgenogramov, dobljenih pri osnovnem funkcionalnem slikanju lumbosakralne hrbtnice, izračunavamo površino IVD. Metoda je dokaj nedorečena, predvsem zaradi različnih rentgenskih naprav, načina rentgenskega slikanja, razdalje rentgenskih cevi, različnih filmov in različnih tehničnih vplivov na slikanje (1-3).

Z računalniško tomografijo (CT) lahko izračunamo površino istega segmenta s pomočjo geometrijske formule elipse. Pri tem se oblika IVD nekoliko poenostavi, ker sam ledveni IVD ni popolna elipsa (4-6).

Merjenje površine IVD s pomočjo neposredne metode CT, kjer ima naprava pri rezih skozi vertebralni segment sposobnost izračunavanja neke strukture tako, da jo računalniško obkroži in jo nato površinsko prikaže. Na CT se to imenuje »interesno področje« (metoda »ROI«). To je neposredna metoda, izvedljiva samo na napravah, ki imajo to opcijo. Metoda omogoča, da na računalniškem tomogramu, ki nam prikaže celoten IVD z metodo obkroženja celotnega diskusa izračunamo z računalniškim programom natančno velikost medvretenčne ploščice.

Antropometrična metoda po Colombiniju (7) opisuje antropološko merjenje velikosti IVD s pomočjo posredne metode merjenja posameznih sklepov človeškega telesa, ki korelirajo z velikostjo IVD.

Neposredna metoda ROI na CT je najbolj natančna metoda in daje realno površino intervertebralnega diska (IVD), vendar je to invazivna in zelo draga metoda. Ker je antropometrična metoda po Colombiniju metoda, ki je popolnoma neagresivna, smo želeli ugotoviti, ali je tudi dovolj natančna, da jo lahko uporabimo za merjenje površine intervertebralnega diska, torej kot preventivno mero pri lumbalnem sindromu. S to metodo smo namreč želeli potrditi hipotezo, da velikost IVD vpliva na incidenco lumbalnega sindroma, to je najbolj izpostavljene bolezni gibalnega sistema.

## Materiali in metode

**Merjenje površine IVD z antropometrično metodo** smo v raziskavi poimenovali po Colombiniju in sod. (7). Objavljeni rezultati so obljubljeni veliko zanesljivost in natančnost meritve IVD.

Najboljšo povezanost so izračunali med površino IVD, dobljeno s CT in sestavljenim antropometričnim parametrom »SW« (»Bony Structure Weight«), ki ga je Colombini s sod. izračunal po formuli  $SW = AST \times h \times 1,1$  (1) (AST »Average Square Thickness of Bony Structure, h = telesna višina). AST je sestavljen iz meritev premerov velikih sklepov in so ga izračunali po formuli  $AST = ([a + b + c + d] / 4)^2$  (2), kjer so a, b, c, d premeri velikih sklepov (zapestje, komolec, koleno, gleženj). Korelacijski koeficient r med površino IVD, dobljeno s CT in antropometrično, znaša za IVD L4-L5 0,79 in 0,82 za L5-S1.

**Preiskovanci.** V raziskavo smo zajeli dve skupini preiskovancev. Prvo skupino sestavlja 40 naključno izbranih preiskovancev, ki so v času raziskave obiskali Oddelek za medicinsko rehabilitacijo Splošne bolnišnice Maribor in so vsi imeli težave s križem, zaradi česar so bili pri njih opravljeni vsi diagnostični postopki, med njimi antropometrične meritve, rentgenske preiskave in CT, ki smo jih razširili na CT-ROI (region of interest).

Za potrditev delovne hipoteze smo vključili 95 preiskovancev, ki so imeli primerljive obremenitve na delovnem mestu - to so bili vozniki avtobusov mestnega in primestnega prometa. 65 voznikov je imelo težave s križem, 30 voznikov pa so tako kontrolna skupina.

Skupino 40 naključno izbranih preiskovancev sestavlja 19 moških (47,5%) in 21 žensk.

**Drugo skupino preiskovancev** predstavlja 95 voznikov avtobusov mestnega in primestnega prometa, ki so bili vsi moškega spola. Povprečna starost voznikov avtobusov je bila  $41 \pm 7,5$  leta in so bili stari od 25 let do 54 let.

## Rezultati

Primerjava metod merjenja površine IVD z antropometrično metodo po Colombiniju in CT ROI je podana v razpredelnici 1. Povprečno so bile površine, določene s posredno metodo po Colombiniju, večje od dejanske površine IVD, izmerjene z metodo CT »ROI« za 26,4% v primeru IVD L4-L5 in 16,3% v primeru IVD L5-S1.

Razpr. 1. *Površine IVD L4-L5 in L5-S1 pri 40 preiskovancih iz izvida CT ROI in po metodi Colombini.*

Table 1. *IVD L4-L5 and L5-S1 areas in 40 tested patients according to CT ROI and Colombini method.*

Meritve Measurements		IVD L4-L5 mm <sup>2</sup>	IVD L5-S1 mm <sup>2</sup>
CT ROI	X ± SD	1812 ± 260	1707 ± 236
ANTROP.	X ± SD	2291 ± 298	1985 ± 266

Antropometrična metoda prikaže nekoliko večje površine IVD, vendar v statistično zanesljivi korelaciji. Za površino IVD L4-L5 je  $r = 0,88$  ( $P < 0,01$ ) in za L5-S1  $r = 0,83$  ( $P < 0,01$ ).

Posredna določitev površine IVD se je tako izkazala kot veljavna in zanesljiva. V naši raziskavi so se pokazale realne površine IVD nekoliko manjše kot v raziskavi Colombinija in sod. (7), zato predlagamo korekcijo formul (1) in (2) za posredno izračunavanje površine IVD s pomočjo poznanega parametra »SW«.

### Korelacije med površino IVD in drugimi antropometričnimi parametri.

V nadaljevanju smo primerjali posamezne antropometrične parametre po Colombiniju z referenčno metodo CT »ROI«. Colombini je kot antropometrične parametre upošteval telesno višino, telesno težo, obseg in premer desnega zapestja, premer desnega komolca, premer desnega kolena in premer desnega gležnja.

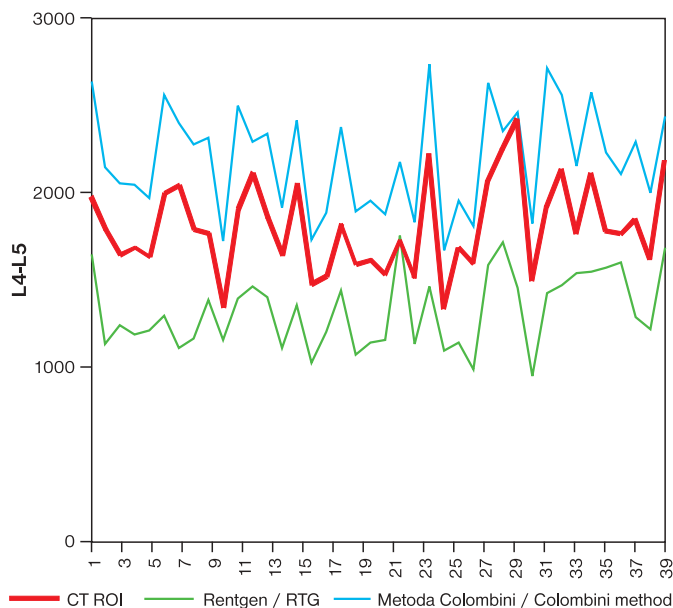
Rezultati korelacij so predstavljeni v razpredelnici 2. Koeficienti korelacije med površino IVD in predstavljenimi antropometričnimi parametri so dobro povezani. Najslabše je povezana telesna teža, najbolje pa premer desnega komolca in zapestja.

**Meritve površin IVD z različnimi metodami** so prikazane na sliki 1A, 1B. Primerjali smo velikosti površin IVD L4-L5 in L5-S1, opravljene po ROI metodi s CT, RTG metodi in metodi Colombini.

Najboljši popravek antropometrične formule za približek k referenčni meritvi površine s CT dosežemo, če prvotno funkcijo površine, ki jo sestavljata elementa AST in SW, vložimo v drugo funkcijo.

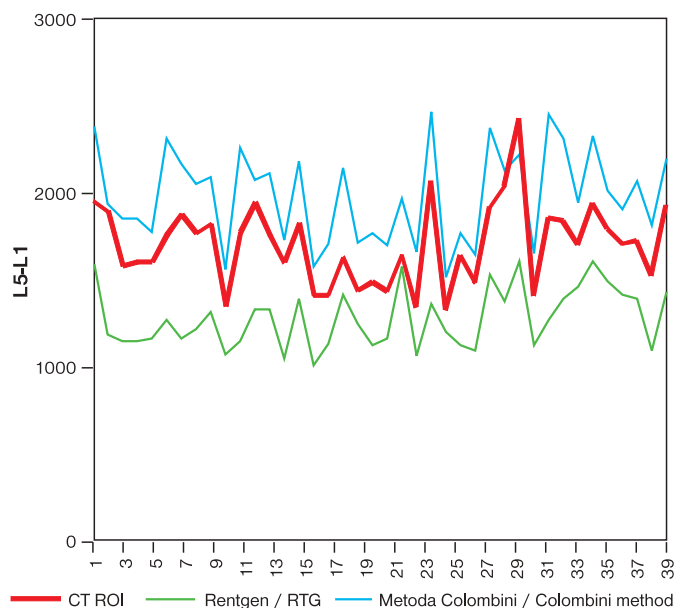
### Korekcija na CT ROI = 144.217 + 0,7576 Antropometrična vrednost (3)

Pri tem se vsaka antropometrično izračunana površina IVD L4-L5 pomnoži s številom 0,7576, ki jo ustrezno zmanjša. Zmnožku prištejemo konstanto 144.217 (Sl. 2A, 2B).



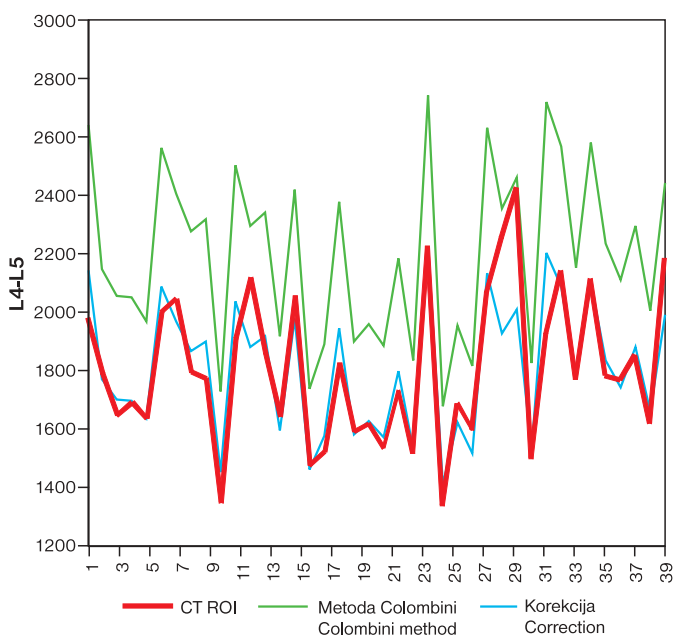
Sl. 1A. Površine IVD L4-L5 po različnih metodah.

Figure 1A. Comparison of areas estimated by three methods for L4-L5.



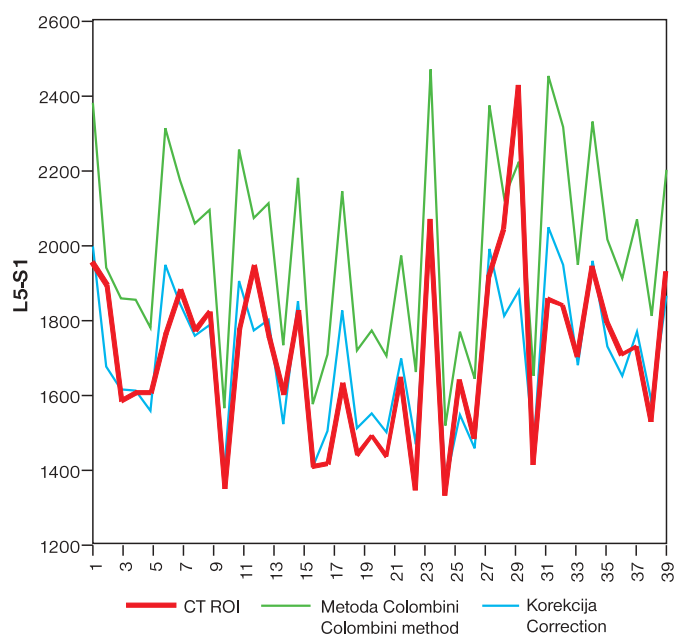
Sl. 1B. Površine IVD L5-S1 po različnih metodah.

Figure 1B. Comparison of areas estimated by three methods for L5-S1.



Sl. 2A. Izid korekcije antropometrične meritve za prilagoditev na referenčno (CT ROI) za IVD L4-L5.

Figure 2A. Anthropometric measurement correction outcome for compliance with reference (CT ROI) for the IVD L4-L5 area.



Sl. 2B. Izid korekcije antropometrične meritve za prilagoditev na referenčno (CT ROI) za IVD L5-S1.

Figure 2B. Anthropometric measurement correction outcome for compliance with reference (CT ROI) for the IVD L5-S1 area.

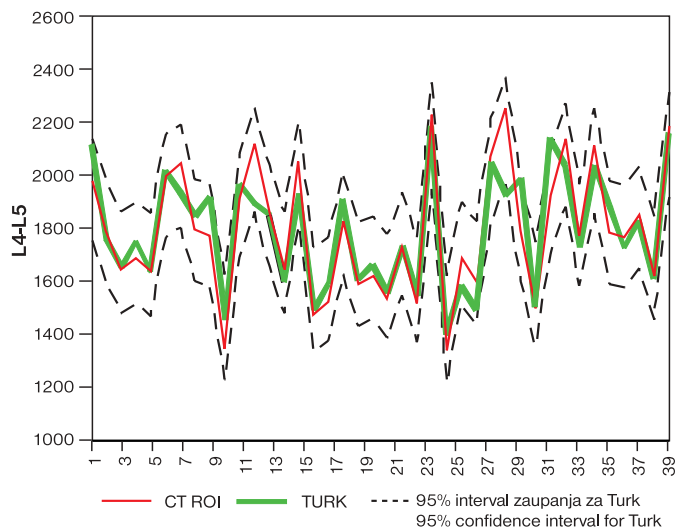
Popravljen enačba je nekoliko različna od prejšnje; nova funkcija razloži 70% (R kvadrat znaša 0,697) variacije v referenčni meritvi površin CT ROI. Popravek formule za antropometrične meritve IVD L4-L5 se ujema z variacijo referenčne meritve s CT ROI v 77%, kar je bolje kot popravek za IVD L5-S1.

#### P IVD prilagojena na CT ROI = 253.498 + 0,732 Antropometrična vrednost (4)

Razmeroma enostaven popravek antropometrične formule, ki omogoča boljše prilaganje antropometrično izračunanih

površin na površine, ki so bile izmerjene z natančno metodo s CT, ne daje najboljših rezultatov, če vemo, da še vedno dopušča odstopanja od dejanskih površin do 30%. Razlog za tako velik delež napak leži hkrati v enostavnosti približka po metodi odstopanj najmanjših kvadratov in tudi v osnovni formuli, ki je sestavljena iz elementov, ki na tem vzorcu očitno niso v najbolj korelaciji.

Colombini s svojimi sodelavci (7) je na svojem vzorcu 32 preiskovancev izračunal relativno celo manjšo povezanost za povprečni kvadrat debeline (AST) v odnosu do dejanske površine IVD. Medtem ko je ta na našem vzorcu 40 preiskovancev



Sl. 3A. Gibanje napovedanih vrednosti v primerjavi z referenčnimi meritvami L4-L5 CT ROI.

Figure 3A. Movement of predicted values compared to reference CT ROI measurements for L4-L5.

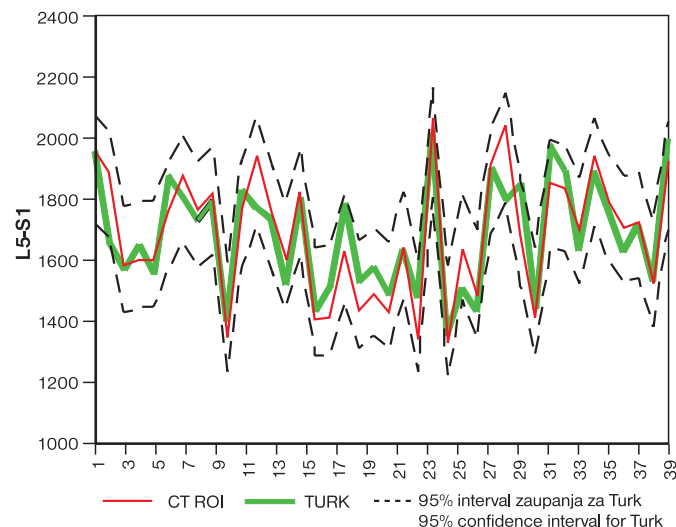
Razpr. 2. Korelacije med površino IVD L4-L5 in antropometričnimi parametri.

Table 2. Correlations between the IVD L4-L5 area and anthropometric parameters.

Antropometrični parametri Anthropometric parameters	L4-L5		L5-S1	
	korelacija correlation	p	korelacija correlation	p
- telesna višina body height	0,73	< 0,01	0,67	< 0,01
- telesna teža body weight	0,41	< 0,01	0,37	< 0,02
- zapestje wrist	0,68	< 0,01	0,64	< 0,01
- premer komolca elbow diameter	0,80	< 0,01	0,73	< 0,01
- premer kolena knee diameter	0,68	< 0,01	0,68	< 0,01
- premer gležnja ankle diameter	0,54	< 0,01	0,53	< 0,01

0,84 za IVD L4-L5 in 0,81 za IVD L5-S1, sta ustrezna korelacijska koeficienta v Colombinijevi raziskavi znašala 0,75 in 0,76. Čeprav so izračuni za posamezne elemente AST pokazali razmeroma visoko povezanost, posebej pri komolcu in kolenu višjo kot v raziskavi Colombini, se zdi, da izvirna antropometrična formula ni najbolj ustrezna niti v popravljeni obliki z linearnimi približki.

**Sprememba formule za izračun površine IVD in preizkus na malem vzorcu.** Popravek antropometrične formule po Colombiniju in sod. na približanje vrednostim meritev s CT se je na preizkusu z obema skupinama preiskovancev izkazal kot dovolj ustrezna zamenjava za meritve s kompjutersko tomografijo. Ob preizkušanju te metode vzporedno s CT ROI smo ugotovili, da omogočata iste oziroma zelo podobne zaključke. Najbolj grobo, vendar še vedno ustrezno, se je novo merilo pokazalo pri diferenciaciji težav s križem preiskovancev in njihovih površin IVD. Eden od razlogov je verjetno sestava elementov v osnovni formuli Colombinija in sod., ki je sestavljena iz petih antropometričnih parametrov, pri čemer naj bi štirje med njimi, to so premer komolca, zapestja,



Sl. 3B. Gibanje napovedanih vrednosti v primerjavi z referenčnimi CT ROI meritvami za L5-S1.

Figure 3B. Movement of predicted values compared to reference CT ROI measurements for L5-S1.

kolena in gležnja, imeli teoretično popolnoma enak vpliv oziroma zvezo z velikostjo IVD. Pregled korelacijskih koeficientov med posameznimi elementi za izračun antropometrične površine obeh IVD in njihovimi dejanskimi površinami po metodi kompjuterske tomografije je podan v razpredelnici 3, kjer vidimo, da ima en element te formule razmeroma nižjo korelacijo kot ostali. To je premer gležnja.

Razpr. 3. Rezultati testa reliabilnosti za dve kompoziciji lestvic.

Table 3. Reability test results for two scale compositions.

1.	Alpha če postavko črtamo if parameter is deleted	2.	Alpha če postavko črtamo if parameter is deleted
Telesna višina Body height	0,8440		
Zapestje Wrist	0,2532	Zapestje Wrist	0,7893
Komolec Elbow	0,2328	Komolec Elbow	0,7729
Koleno Knee	0,2501	Koleno Knee	0,7961
Gležnj Ankle	0,2607		
Alpha <sub>1Colombini</sub>	0,30	Alpha <sub>2Turk</sub>	0,84

Konstrukcija ustrežnejšega merila, ki bi preстал preizkus validacije, da bi namreč novi instrument res meril tisto, kar želimo, seveda zahteva testiranje na večjem vzorcu. V omejitvah, ki jih daje vzorec z velikostjo 40 preiskovancev, kjer imajo vsi opravljene tudi meritve referenčne CT ROI, smo lahko preizkusili sestavne antropološke parametre s testom reliabilnosti. Za sestavo konsistentnega merila namreč ni dovolj, da elementi visoko korelirajo, ker lahko korelirajo v popolnoma različnih prostorih in časih, pač pa da korelirajo skladno. Skupni Cronbach alfa koeficient za skladnost prve lestvice (Colombini's items) je komaj 0,30. Potem ko iz merila črtamo telesno višino in tudi premer gležnja, se skladnost lestvice poveča na vrednost 0,84. Domneva, da je v novem merilu že dovolj, če upoštevamo dva elementa manj, ker sta manj povezana ali pa je njuna povezanost z vrednostmi dejanskih površin enkrat večja, drugič manjša, se je izkazala za utemeljeno. Z

zmanjšanjem elementov v AST je novi AST celo pridobil na povezanosti z referenčnimi meritvami površin na CT. Glede na dejstvo, da je telesna višina, ki je eden od parametrov v formuli za izračun SW (Bony Structure Weight), izključena, se je izkazalo, da je celoten izračun SW nepotreben. Originalna Colombinijeva formula je tako krajša, kar pomeni tudi praktično prihranek časa pri izvedbi antropometričnih meritev in tudi računanja.

Novi  $AST_{TURK}$  je izračunan po formuli:

$$AST_{TURK} = (a + b + c)/3^2$$

a, b, c so premeri treh velikih sklepov: kololca, zapestja in kolena.

Ustreznost novo sestavljenega merila, ki je okrajšani AVERAGE SQUARE THICKNESS, ki naj bi zadostovalo za oceno dejanskih površin IVD L4-L5 in L5-S1, je bila preizkušena na podlagi znanih dejanskih površin pri 40 osebah.

Vse napovedane vrednosti za velikost površin, izračunane po spremenjeni originalni formuli, se na tem vzorcu nahajajo v območju 10-odstotnega tveganja za napake pri površinah obeh vretenc.

Formula za izračun vrednosti površin IVD<sub>L4-L5</sub> po metodi Turk je naslednja:

$$Y_{L4-L5} = 211.08 + 86\% AST$$

Koeficient korelacije je 0,90 in koeficient determinacije pojasnjene variance 0,81, kar je razmeroma zelo dobro (Sl. 3A, 3B).

Formula za izračun vrednosti površin IVD<sub>L5-S1</sub> po metodi Turk je naslednja:

$$Y_{L5-S1} = 355.579 + 86\% AST$$

pri čemer je koeficient korelacije med meritvijo po kompjuterski tomografiji in Turk antropometrično metodo 0,89 in koeficient pojasnjene variance 0,79.

Primerjalni podatki obeh površin kažejo, da je s popravljeno metodo možno dobiti bolj zanesljive podatke, z manjšimi odstopanji od realnih vrednosti. Druga prednost popravljenega izračuna je, da antropometrične površine niso večje od dejanskih vrednosti, kot je to bilo pri metodi Colombini, pač pa povprečno enake kot referenčno izmerjene s kompjutersko tomografijo.

## Razpravljanje

Osrednja tema raziskovanja je bilo vprašanje »Ali velikost IVD vpliva na nastanek lumbalnega sindroma?« in poiskati ustrezno neinvazivno in enostavno metodo, s katero bi lahko izmerili velikost IVD. Vse radiološke preiskave, tako CT (4–6) kakor pregledna rentgenska slikanja (1–3), predstavljajo iz etičnega razloga škodljivo delovanje na človeški organizem. V strokovni znanstveni literaturi antropometrična metoda indirektnega računanja velikosti diskusa ni velikokrat omenjena (7–9). Iz tega razloga je bil naš osnovni cilj primerjati meritve, ki so nastale ob metodi CT ROI z meritvami, ki smo jih izvedli pri bolnikih po antropometrični metodi po Colombiniju (7). Testirali smo tri možnosti za izmero velikosti IVD, možnost rtg slikanja dveh najznačilnejših dinamičnih segmentov, L4-L5 in L5-S1 (1–3), CT (kompjutersko tomografijo) istega segmenta (4–6) in CT-ROI izboljšano metodo kompjuterske tomografije ter antropometrično metodo po Colombiniju (7). CT-ROI metoda je vzeta za najbolj verodostojno in smo jo uporabili za referenčno vrednost.

Antropometrična metoda po Colombiniju (7) opisuje antropološko merjenje velikosti IVD s pomočjo indirektno metode merjenja posameznih delov organizma, ki korelirajo z velikostjo IVD. Podobnih študij v medicinski literaturi pred

Colombinijem ni bilo veliko. Gilad in Nissan (10) sta ugotavljala geometrične vrednosti antropometričnih dimenzij intervertebralnih in vertebralnih parametrov. Schultz in Andersson (9) ugotavljata povezanost velikosti diskusa s prekrvitvijo in prehranjenostjo tega področja. Scoles (11) in sodelavci so na kadavrih merili velikost vretenc in indirektno velikost medvretenčnih ploščic. Ugotovili so, da je segment med 4. in 5. vretencem največji. Gilad in Nissan (10) sta računala in merila velikost IVD na pregledni rentgenski sliki in jo primerjala z antropometričnimi značilnostmi preiskovanca (velikost, teža). Nista našla značilne povezave. Natarajan in Andersson (12) sta s pomočjo CT izdelala tridimenzionalni model dinamičnega segmenta in znotraj tega računala velikost IVD. Ugotovila sta, da je slabše prekrvljena končna ploščica (end plate) osnovni vzrok za nastanek degenerativnega procesa. Tudi diskretne periferne razpoke anulusa fibrosusa pospešujejo degenerativni proces. Eriksson (13) in sodelavci so primerjali incidenco L/S z antropološkimi parametri športnikov in poskušali najti povezavo med velikostjo medvretenčne ploščice in bolečinami v križu. Zaznali so, da je incidenca lumbalnega sindroma manjša pri plečatih športnikih. Teža ni vplivala na pogostost bolečine. Ta podatek nas je vodil tudi v korekcijo Colombinijeve formule za velikost IVD. Zato smo telesno težo pri izračunu zanemarili. Prve antropometrične meritve je že leta 1921 izvedel Matiecgka (13) in zastavil prvo formulo antropometričnih meritev, ki jo je kasneje uporabil tudi Colombini (7). V zadnjih letih imamo kar nekaj pomembnih raziskav narejenih s pomočjo magnetne resonance (MRI = magnetic resonance imaging) o velikosti vretenca dinamičnega segmenta in tudi IVD. Boos in sodelavci (15–17) predlagajo kvantitativno merjenje, predvsem količino tekočine v diskusu. Primerjali so tudi velikost diskusa in vitro ter in vivo. Ugotovili so, da ima diskus z degenerativno spremembo statistično značilno manjšo površino, predvsem pa manjšo prostornino. Marotti in Kovačević (18) ponujata diagnostične možnosti magnetnoresonančne preiskave križa (MRI). S pomočjo MRI je možno prikazati IVD v treh dimenzijah, kar omogoča prostorsko predstavljanje in natančnejšo diagnostiko. MRI je tako najverodostojnejša metoda, vendar se zaradi visoke cene v raziskovalne namene ne uporablja.

Metodo, ki smo jo iskali, smo opredelili z naslednjimi dejstvi: mora biti znanstveno verodostojna, ne sme biti škodljiva in ne predraga.

Ugotovili smo, da je povprečna velikost IVD na L4-L5 segmentu 1796 mm<sup>2</sup> in na L5-S1 segmentu 1688 mm<sup>2</sup>. Ko smo vrednosti, dobljene z merjenjem IVD po metodi CT-ROI primerjali z drugimi metodami, uporabljenimi v tej študiji, in sicer z metodo formule elipse na pregledni CT, smo ugotovili, da je velikost IVD merjena s pomočjo formule elipse za 0,8% večja na segmentu L4-L5 in za 0,6% manjša na segmentu L5-S1 od velikosti, dobljene z metodo CT-ROI. Še večja odstopanja dobimo, ko primerjamo velikost IVD, dobljeno s pregledno rentgensko metodo. Velikost po tej metodi se izračuna s pomočjo formule za ploščino elipse in dimenzij velikega in malega premera. Te vrednosti odstopajo od velikosti, dobljene s CT-ROI, in sicer so manjše na segmentu L4-L5 za 26,1% ter na segmentu L5-S1 za 24,2%. V iskanju odgovora za to veliko odstopanje smo ugotovili, da se po rtg metodi da izmeriti površino končnih ploskev vretenc, sam IVD pa je v resnici večji in je izbočen, zato ga lahko izmerimo samo z obkroženjem in le tako dobimo točno vrednost te površine. Najbolj nas je zanimala korelacija površin IVD, dobljenih z metodo CT-ROI, kot referenčno vrednostjo in antropometrično metodo po Colombiniju. Ugotovili smo, da so vrednosti po Colombiniju v L4-L5 za 21% večje kakor po metodi ROI in v segmentu L5-S1 za 15% večje kot vrednost po metodi ROI. Te vrednosti so še vedno v statistično zanesljivi korelaciji, saj je koeficient korelacije  $R = 0,89$  ( $p < 0,01$ ).

Tako se je posredna metoda merjenja površine IVD po Colombiniju izkazala za razmeroma zanesljivo, predvsem na osnovi visokih korelacijskih koeficientov, ne pa za dovolj natančno. Iz tega razloga smo se poglabili v Colombinijevo formulo in iskali možne rešitve za popravek natančnosti merjenja. Ob podrobni analizi Colombinijevega antropološkega merjenja ( $SW[g] = AST \times h \times 1,1$ ) smo ugotovili, da je predlagana formula za izračun velikosti IVD sestavljena iz AST (average square thickness of bony structure), višine in konstante, ki predstavlja korektivni faktor. AST je seštevek premera zapetja, komolca, gležnja in kolena ( $AST [sq\ cm] = [a + b + c + d]^2 / 4$ ) in ga je v antropološko metodologijo uvedel Matiecgka leta 1921. V statistični analizi koeficientov korelacije med površino IVD in predstavljenimi antropometričnimi parametri ugotovljamo dobro povezanost velikosti površin, merjenih z metodo CT-ROI in antropometrično metodo za merjenje premera komolca in zapetja, najslabšo pa pri izračunu, če smo v izračun vključili tudi telesno težo. Tudi Gilad in Nissan poročata o nepomembnosti vključitve telesne teže v izračun velikosti IVD.

Opravili smo tudi grafično primerjavo distribucij površin glede na večino načinov merjenja z referenčnim načinom, izmerjenim z metodo CT-ROI, in ugotovili, da je možno napraviti enostavno prilagoditev k antropometričnemu izračunu površin, ki bi bolj ustrezal dejanskim površinam, merjenim z metodo CT-ROI. Najboljši popravek antropometrične formule po Colombiniju za približanje k referenčni meritvi s CT-ROI dosežemo, če prvotno funkcijo površine, ki jo sestavlja elementa AST in SW, vložimo v drugo funkcijo. S testom reliabilnosti za dve kompoziciji lestvic smo ugotovili, da ima element premera gležnja nižjo korelacijo kot ostali. Enako je tudi za element višine. Zmanjšajo se elementi v sami strukturi AST, novi AST pa pridobi na povezanosti z referenčnimi meritvami površin na CT. Izvirna Colombinijeva formula je tako krajša, ker pomeni praktično prihranek pri izvedbi antropometričnih meritev.

Novi AST, ki smo ga poimenovali po »Turku«, ima formulo  $(a + b + c/3)^2$ . Tako prilagojeno formulo, ki smo jo formulirali iz statističnih kazalcev pri meritvah na 40 osebah, smo smatrali za verodostojno zamenjavo drage in potencialno škodljive preiskave s CT.

Vse napovedane vrednosti, da velikost površin izračunamo po spremenjeni izvorni formuli, se na tem našem vzorcu nahajajo v območju 10-odstotnega tveganja za napake pri površinah obeh vretenc, kar je statistično razmeroma zelo dobro. Tako bomo to formulo uporabljali v nadaljnjem raziskovanju.

## Zaključki

Namen dela je bil dokazati povezavo med površino IVD in kliničnimi težavami pri bolečinah v križu. Prvo skupino preiskovancev, ki je prišla v ambulanto zaradi težav, smo lahko kompletno diagnostično obdelali, zato smo lahko te rezultate uporabili za primerjavo posameznih izračunov površine IVD po različnih metodah, ki so bile doslej znane. Na testni skupini preiskovancev teh metod iz forenzičnih in etičnih razlogov nismo smeli uporabiti.

Antropološko merjenje po Colombiniju je metoda, ki se lahko uporablja kot predlog v preventivni dejavnosti, posebej v medicini dela, fizikalni medicini, rehabilitaciji in ortopediji. Popravljen metoda, ki smo jo imenovali po »Turku«, je očitno znatno ustrežnejša in predstavlja ustrezno zamenjavo za meritve s CT. Omogoča predvideti podobne zaključke in rezultate kot CT z vgrajenim programom ROI. Spremembo for-

mule za izračun antropometrične vrednosti velikosti diska smo izvršili s pomočjo korelacije koeficientov med posameznimi elementi za izračun antropometrične površine obeh IVD in njihovimi dejanskimi površinami po metodi CT. Ugotovili smo, da ima element premera gležnja signifikantno nižjo korelacijo kot ostali in da ga je možno iz formule izpustiti. Originalna Colombinijeva formula je tako krajša, kar pomeni tudi praktično spremembo pri izvajanju in testiranju antropometričnih meritev. Formulo je možno predlagati kot eno od oblik pri analizi telesnih značilnosti pri programiranju za poselitve mladih ljudi na posamezna tvegana delovna mesta ali športnih obremenitev. Menimo, da smo s takšnim antropološkim testiranjem o velikosti IVD dobili metodo, ki ima statistično značilno uporabnost za izmero velikosti IVD in s tem podatek, ki nam bo koristil pri oceni tveganja za nastanek lumbalne vertebralne bolezni, ko se odločamo za usmeritev mladih ljudi na specifična delovna mesta ter za oceno usmeritve posameznih športnikov za športe, pri katerih poznamo prisotnost dejavnikov tveganja za nastanek lumbalne sindroma, pri katerih ima velikost medvretenčne ploščice velik pomen.

## Literatura

1. Stanley S, Tanz MD. Motion of the lumbar spine. *Amer J Roentgenology* 1953; 69: 399-412.
2. Stojanović J. Vrednost spinalne angiografije u dijagnostici patološkog procesa kralješnice i kralješnične moždine. Doktorska disertacija. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1983.
3. Cooper BRG, Forbes WC, Jayson MIV. Radiographic demonstration of paraspinal muscle wasting in patients with chronic low back pain. *Br J Rheumatol* 1992; 31: 389-94.
4. Nachemson A. Lumbar discography-where we are today? *Spine* 1990; 15: 839-40.
5. Tournade A, Patay Z, Krupa P, Tajahmady T, Million S, Braun M. A comparative study of the anatomical, radiological and therapeutic features of the lumbar facet joints. *Neuroradiology* 1992; 34: 257-61.
6. Pedotti A. Computerized analysis of stress in spine by image processing of body movement. *Advances in Pain Research and Therapy* 1990; 5: 245-51.
7. Colombini D, Occhipinti E, Grieco A, Faccini M. Estimation of lumbar disc areas by means of anthropometric parameters. *Spine* 1989; 14: 51-5.
8. Battie MC, Videman T, Gibbons LE, Fisher LD, Manninen H, Gill K. Determinants of lumbar disc degeneration. A study relating lifetime exposures and magnetic resonance imaging findings in identical twins. *Spine* 1995; 20: 2601-12.
9. Schultz AB, Andersson GBJ. Analysis of loads on the lumbar spine. *Spine* 1981; 1: 76-82.
10. Gilad I, Nissan M. The cervical and lumbar vertebra: an anthropometrics model. *Engin Med* 1984; 13: 111-5.
11. Scoles PV, Linton AE, Latimer B, Levy ME, Digiovani BF. Vertebral body and posterior element morphology: the normal spine in middle life. *Spine* 1988; 13: 1082-6.
12. Natarajan RN, Andersson GBJ. A model to study the disc degeneration process. *Spine* 1994; 19: 259-65.
13. Eriksson K, Nemeth G, Eriksson E. Low back pain in elite cross-country skiers. A retrospective epidemiological study. *Scand J Med Sci Sports* 1996; 6: 31-5.
14. Matiecgka J. The testing of physical efficiency. *Amer J Physl Antropol* 1921; 9: 223-30.
15. Boos N, Wallin A, Gbedegbergonom T, Aebi M, Boesch C. Quantitative MR imaging of lumbar intervertebral disks and vertebral bodies: influence of diurnal water content variations. *Radiology* 1992; 188: 351-4.
16. Boos N, Wallin A, Schmucker T, Aebi M, Boesch C. Quantitative MR imaging of lumbar intervertebral disks and vertebral bodies: methodology, reproducibility and preliminary results. *Magn Reson Imaging* 1994; 12: 557-87.
17. Boos N, Boesch C. Quantitative MR imaging of the lumbar spine. Potential for investigations of water content and biochemical composition. *Spine* 1995; 21: 2365-8.
18. Marotti M, Kovačević D. Dijagnostičke mogućnosti magnetske rezonancije. *Liječ Vjesn* 1991; 113: 186-8.
19. Turk Z. Utjecaj veličine intervertebralnoga diska na nastanak lumbalnog sindroma. Doktorska disertacija. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1998.