

## Vertiginozni sindrom - ultrazvučna analiza cirkulacijskog sustava stražnje lubanjske jame

**Branko Radanović, Dragutin Kadojić, Sven Kurbel, Davor Jančuljak, Biserka Kovač i Beatrica Kurbel**

Izvorni znanstveni rad  
UDK 616.28-008.5:616.13  
Prispjelo: 2. rujna, 1993.

Klinička bolnica Osijek i KBC Rebro, Zagreb

Svrha ove studije, kao preliminarnog istraživanja, je utvrđivanje utjecaja radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice i transkranijalnim dopplerom izmjerene brzine protoka u vertebralnim i bazilarnoj arteriji u bolesnika sa vertiginoznim smetnjama. U rad je uključeno 33 bolesnika (16 muškaraca i 17 žena), od kojih je 12 bilo bez, a 21 bolesnik sa radiološki vidljivim promjenama vratne kralježnice. Računata je točnost, te pozitivna prediktivna vrijednost (PPV) radiološkog nalaza vratne kralježnice u razlučivanju bolesnika s normalnom i alterira-

nom brzinom protoka kao optimalni raspon brzina protoka.

Za desnu vertebralnu arteriju točnost radiološkog nalaza je iznosila 0.66, PPV 0.71, fiziološki raspon brzine protoka krvi iznosio je  $36 \pm 6$  cm/s. Za lijevu vertebralnu arteriju točnost radiološkog nalaza bila je 0.60, PPV 0.47, fiziološki raspon brzine protoka  $36 \pm 10$  cm/s. Za bazilarnu arteriju točnost radiološkog nalaza je bila 0.66, PPV 0.52 s fiziološkim rasponom brzine protoka krvi  $42 \pm 13$  cm/s.

**Ključne riječi:** cirkulacijski sustav, stražnja lubanjska jama, ultrazvučna analiza, vertiginozni sindrom

Unatoč intenzivnim istraživanjima, još uvijek mnogi aspekti patofiziologije vertebrobazilarne cirkulacije nisu dovoljno istraženi. Zadnjih godina se primjenjuju neinvazivne tehnike istraživanja i to, prije svega, transkranijalna dopplerska analiza. Njenom je primjenom omogućeno ispitivanje ekstrakranijskog i intrakranijskog stabla vertebralnih arterija kao i bazilarne arterije i moždanih žila koje su, s obzirom na svoj anatomske položaj, teže dostupni dopplerskoj pretrazi.

Jedan od čestih znakova poremećaja tog irigacijskog sustava je vertiginozni sindrom, a sreće se u 10-15% bolesnika i predstavlja važan dijagnostički problem. Poznato je da na cirkulacijske poremećaje mogu utjecati i ekstrakranijski i intrakranijski čimbenici. Od ekstrakranijskih čimbenika, koji uzrokuju cirkulacijske smetnje vertebralnih i bazilarne arterije, najčešće se nalaze promjene vratne kralježnice, i to onog dijela koji je u bliskom odnosu s krvnim žilama, naročito u dijelu vertebralnih kanala.

Svrha ove studije je utvrditi utjecaj radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice na transkranijalnim dopplerom (TCD) izmjerene brzine protoka u vertebralnim i bazilarnoj arteriji u bolesnika sa vertiginoznim smetnjama.

### BOLESNICI I METODE

Istražena su 33 bolesnika, i to 16 muškaraca i 17 žena, sa vertiginoznim smetnjama. Bolesnici su bili u dobi od 30 do 70 godina, ravnomjerno razdijeljeni po spolu i dobi. Do 40 godina bilo je 27,3% bolesnika, 41 do 50 godina 24,2% bolesnika, 51 do 60 godina 27,3% bolesnika, te 61 do 70 godina 21,2% bolesnika.

U svih je bolesnika učinjena radiološka obrada vratne kralježnice te nalazi kvalitativno podijeljeni na normalne i izmijenjene.

Transkranijalnim doppler aparatom, s mogućnošću bojom kodiranog prikaza (TCD-3D) tvrtke EME, u svih je bolesnika sondom od 2 Mhz izmjerena brzina protoka krvi kroz vertebralne i bazilarnu arteriju, subokcipitalnim pristupom.

Zbog relativno malog broja bolesnika, uključenih u ovo istraživanje, uobičajene parametrijske i neparametrijske metode utvrđivanja povezanosti dvaju pokazatelja nisu bile primjenjive. Podaci dopplerskog mjerenja, zajedno s podacima o prisutnosti ili odsutnosti radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice, su organizirani u obliku baze podataka na IBM PC kompatibilnom računaru. Za

pretraživanje su rabljene slijedeće formule (13):  
osjetljivost =  $a/(a+c)$ , specifičnost =  $d/(b+d)$ ,  
točnost =  $(a+d)/(a+b+c+d)$ , pozitivna prediktivna  
vrijednost =  $a/(a+b)$  gdje je:

- a) broj istinito pozitivnih nalaza (radiološki nalaz promijenjen, doppler promijenjen),
- b) broj lažno pozitivnih nalaza (radiološki nalaz promijenjen, doppler nepromijenjen),
- c) broj lažno negativnih nalaza (radiološki nalaz nepromijenjen, doppler promijenjen)
- d) broj istinito negativnih nalaza (radiološki nalaz nepromijenjen, doppler nepromijenjen)

Podgrupe a) i b), uzete zajedno, uključuju sve bolesnike s radiološki vidljivim degenerativnim promjenama vratne kralježnice, od kojih neki imaju dopplerom mjerenu brzinu protoka izvan očekivanog raspona (a), a drugi su s normalnom brzinom protoka (b). Podgrupe c) i d) zajedno uključuju sve bolesnike bez radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice, od kojih su neki s alteriranom brzinom protoka (c), a neki s normalnom brzinom (d). Sukladno tome, grupe a) i c) uključuju sve bolesnike s brzinom protoka izvan očekivanog raspona, a b) i d) sve bolesnike s očekivanom brzinom protoka.

Prilikom dopplerskog mjerenja kao kvantitativnog pokazatelja stupnjevito je mijenjano odstupanje od očekivane brzine protoka, tražeći točku razlučivanja (engl. "cutt-off point"), koja najbolje razlučuje rezultate doppler, ovisno o prisutnosti ili odsutnosti radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice. Kriterij odabira najpogodnije vrijednosti za točku razlučivanja je bio što veći umnožak osjetljivosti i specifičnosti uz održanu točnost.

## REZULTATI

Od 33 bolesnika s vertiginoznim smetnjama, u 12 je radiološki nalaz vratne kralježnice bio bez vidljivih promjena, a u 21 bolesnika su opisane radiološki vidljive promjene.

Normalne vrijednosti brzina protoka krvi kod transkranijuskog doppler mjerenja je za vertebralne arterije  $36 \pm 9$  cm/s, a za bazilarnu arteriju  $42 \pm 10$  cm/s.

U tablici 1. su dati rezultati istraživanja u kolikoj mjeri se radiološki vidljive promjene vratne kralježnice odražavaju na dopplerom izmjerene brzine protoka bazilarne i vertebralnih arterija, a grafikonima 1, 2. i 3. prikazano je kretanje točnosti i pozitivne prediktivne vrijednosti radiološkog nalaza vratne kralježnice za različite vrijednosti raspona brzina protoka.

Iz tablice 1. je vidljivo da je kvalitativno procijenjeni radiološki nalaz vratne kralježnice, kao nalaz s vidljivim promjenama ili bez vidljivih promjena, sa 2/3 točnošću bio u suglasju s nalazom doppler-

**TABLICA 1.**

Prikaz upliva radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice na dopplerom izmjerene brzine protoka bazilarne i vertebralnih arterija u 33 bolesnika s vertiginoznim smetnjama.

**TABLE 1.**

The influence of radiologically visible cervical vertebral changes on the flow velocities in the basilar and vertebral arteries, measured by Doppler in 33 patients with vertiginous problems.

Pokazatelj Indicator	Lijeva vertebralna arterija Left vertebral artery	Desna vertebralna arterija Right vertebral artery	Bazilarna arterija Basilar artery
Točnost Accuracy	60%	66%	66%
Pozitivna prediktivna vrijednost Positive predictive value	47%	71%	52%
Najpogodniji raspon brzina protoka (cm/s) The most suitable range of flow velocities (cm/s)	$36 \pm 10$	$36 \pm 6$	$42 \pm 13$

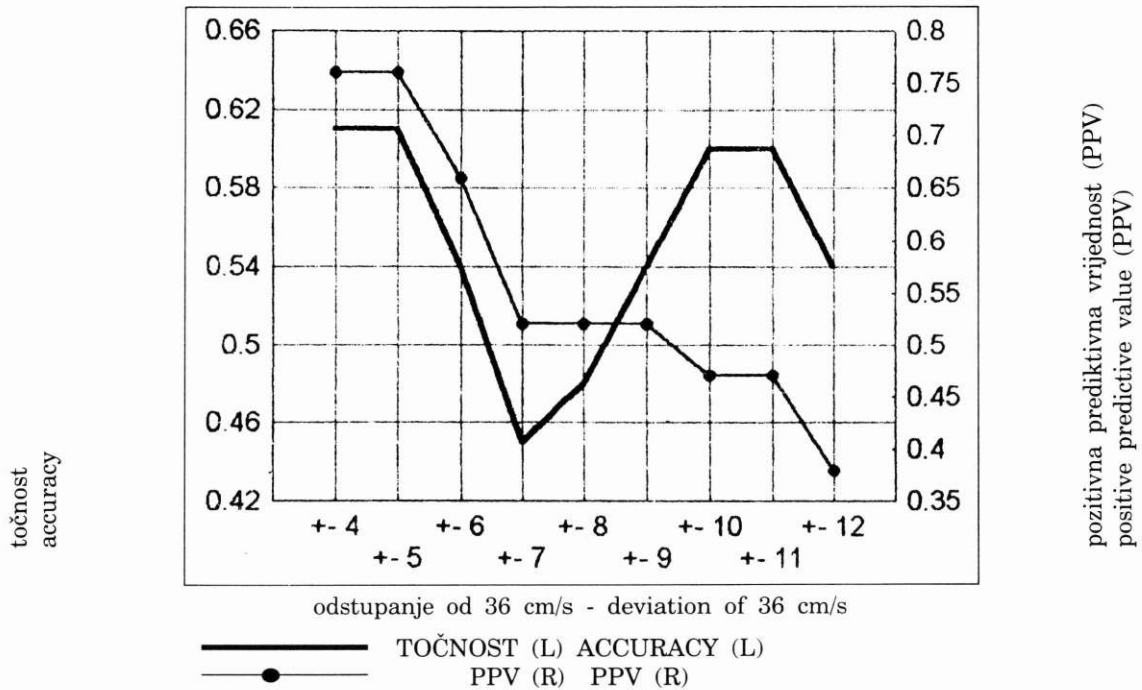
om mjerene brzine protoka kroz sve tri krvne žile procijenjenog kao nalaz izvan očekivanog raspona brzina, ili unutar očekivanog raspona.

U kliničkom radu je najvažnije s kolikom vjerojatnošću rezultat neke relativno jednostavne pretrage upućuje na potrebu dodatne složenije dijagnostike, što se može iskazati pozitivnom prediktivnom vrijednošću. U promatranj grupi bolesnika s vertiginoznim smetnjama, radiološki vidljive promjene vratne kralježnice su sa 52% vjerojatnosti upućivale na izmijenjenu brzinu protoka u bazilarnoj arteriji, sa 47% u lijevoj vertebralnoj, te, čak, sa 71% u desnoj vertebralnoj arteriji.

Ovako izrazita asimetrija o uplivu radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice na brzine protoka u lijevoj i desnoj vertebralnoj arteriji odrazila se i na raspone brzina kod kojih je radiološki nalaz vratne kralježnice najbolje razlučivao bolesnike s brzinom protoka unutar ili izvan očekivanog raspona brzine protoka.

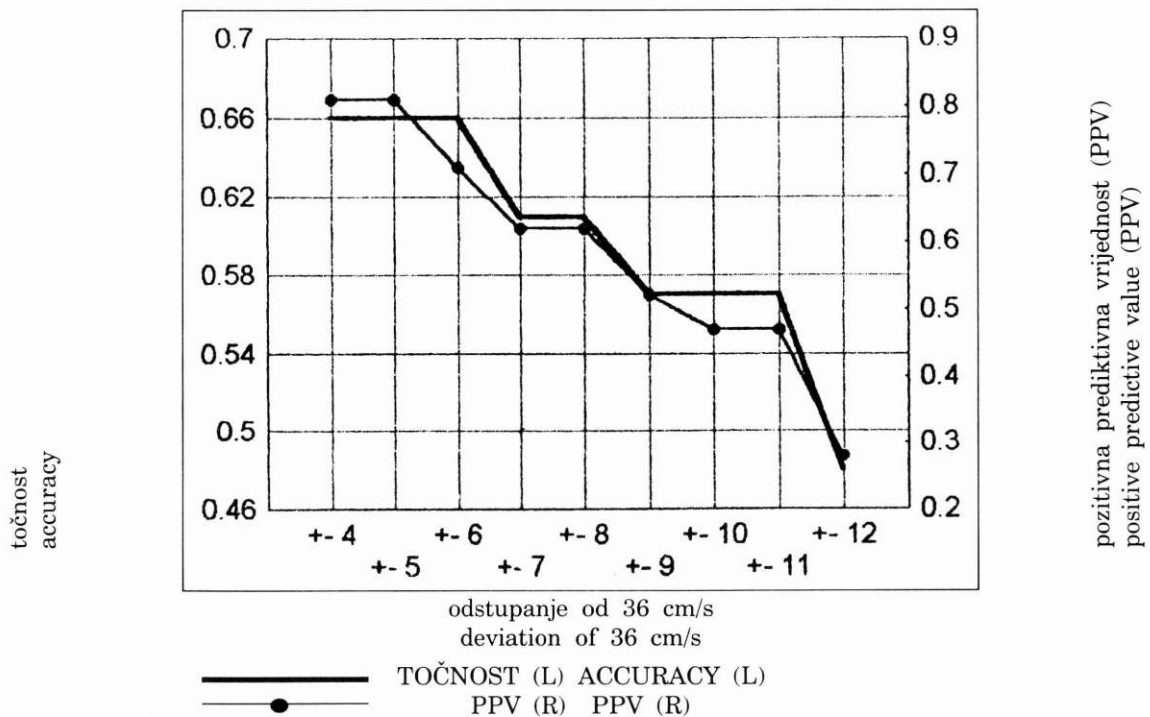
**GRAFIKON 1.**  
 RADIOLOŠKI VIDLJIVE PROMJENE VRATNE KRALJEŽNICE KAO POKAZATELJ ODSUPANJA  
 BRZINE PROTOKA U LIJEVOJ VERTEBRALNOJ ARTERIJI

**CHART 1.**  
 RADIOLOGICALLY VISIBLE CERVICAL VERTEBRAL CHANGES AS AN INDICATOR OF THE  
 FLOW VELOCITY DEVIATION IN THE LEFT VERTEBRAL ARTERY.



**GRAFIKON 2.**  
 RADIOLOŠKI VIDLJIVE PROMJENE VRATNE KRALJEŽNICE KAO POKAZATELJ ODSUPANJA  
 BRZINE PROTOKA U DESNOJ VERTEBRALNOJ ARTERIJI

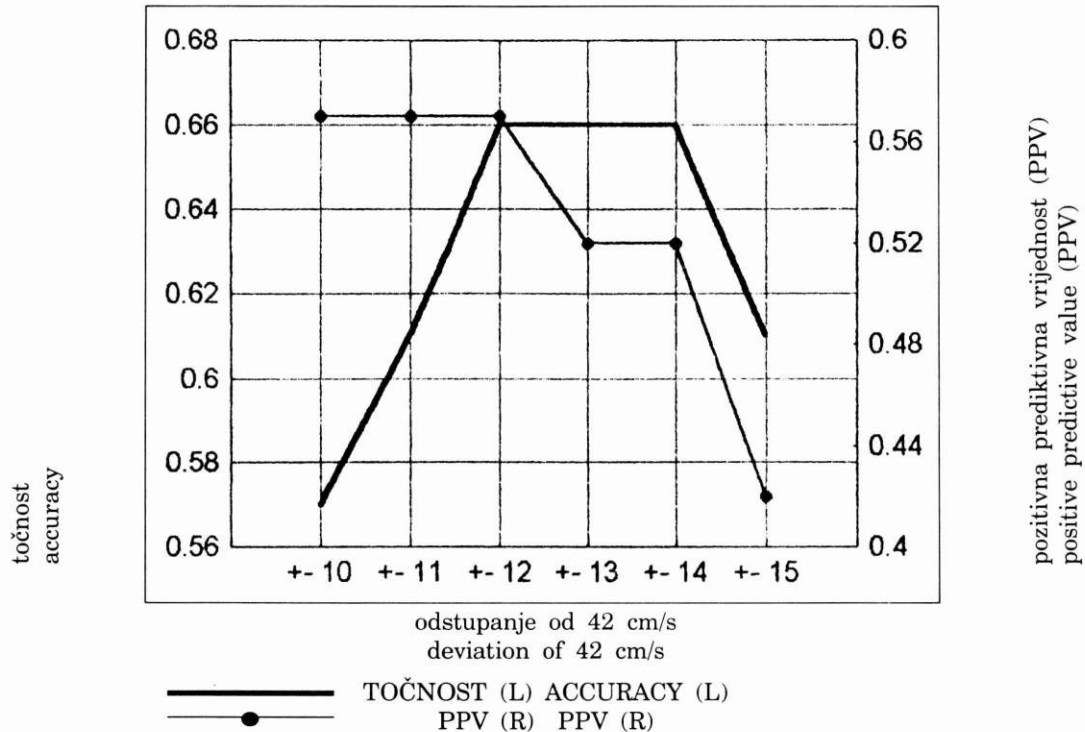
**CHART 2.**  
 RADIOLOGICALLY VISIBLE CERVICAL VERTEBRAL CHANGES AS AN INDICATOR OF THE  
 FLOW VELOCITY DEVIATION IN THE RIGHT VERTEBRAL ARTERY.



**GRAFIKON 3.**  
**RADIOLOŠKI VIDLJIVE PROMJENE VRATNE KRALJEŽNICE KAO POKAZATELJ ODPSTUPANJA**  
**BRZINE PROTOKA U BAZILARNOJ ARTERIJI**

**CHART 3.**

**RADIOLOGICALLY VISIBLE CERVICAL VERTEBRAL CHANGES AS AN INDICATOR OF THE**  
**FLOW VELOCITY DEVIATION IN THE BASILAR ARTERY**



U promatranoj grupi bolesnika optimalni raspon brzina protoka, utvrđen ranije navedenim kriterijem, bio je  $36 \pm 10$  cm/s za lijevu (grafikon 1),  $36 \pm 6$  cm/s za desnu vertebralnu arteriju (grafikon 2), a  $42 \pm 13$  cm/s za bazilarnu arteriju (grafikon 3). Kod promatranih bolesnika brzine protoka u desnoj vertebralnoj arteriji manje odstupaju od očekivanih 36 cm/s, tako da nazočnost radiološki vidljivih promjena vratne kralježnice dovodi do vrijednosti brzine protoka, koja bi za lijevu vertebralnu arteriju još spadala u raspon normalnog. Radiološki vidljive promjene vratne kralježnice u promatranih bolesnika s 47% vjerojatnosti ukazuje na brzinu protoka u lijevoj vertebralnoj arteriji izvan raspona  $36 \pm 10$  cm/s, sa 71% vjerojatnosti ukazuje na brzinu protoka u desnoj vertebralnoj arteriji izvan raspona  $36 \pm 6$  cm/s, a sa 52% vjerojatnosti ukazuje na brzinu protoka u bazilarnoj arteriji izvan raspona  $42 \pm 13$  cm/s.

**RASPRAVA**

U otkrivanju cirkulacijskih poremećaja vertebro-bazilarnog sliva niz godina je angiografija bila kao jedina metoda. U novije vrijeme nastoje se primijeniti takve pretrage koje neće biti neugodne za samog bolesnika, a koje i ne nose određeni rizik. U prvom

redu to je ultrazvučna metoda, koja je, duže vrijeme bila temeljena na kontinuiranom ultrazvučnom doppler signalu kao najvažniji neinvazivni način ispirivanja vertebralnih arterija (1,2,3,4,12,15,17,19). Razvojem duplex doppler sustava omogućena je vizualizacija i vertebralnih arterija i analiza krvnog protoka na raznim razinama (5,9,11,17,19,22). Transkranijским dopplerom omogućen je prikaz funkcionalnog stanja vertebro-bazilarne cirkulacije u ekstrakranijском dijelu, ali bez mogućnosti prikaza dvodimenzionalne B slike. U kombinaciji s ultrazvučnim ispitivanjem karotidnog stabla, dobivaju se obavijesti o cjelokupnoj moždanoj cirkulaciji. Schneider i suradnici nalaze značajne poremetnje brzine strujanja krvi u vertebro-bazilarnom slivu u slučajevima sa vertebro-bazilarnom insuficijencijom, u kojih je ustanovljena stenoza jedne ili obje unutrašnje karotidne arterije više od 50% lumena. Također su slični rezultati dobiveni i kod ispitanika sa stenozom manjom od 50% lumena (21). To ukazuje na pojavu da u nekih bolesnika ekstrakranijска karotidna bolest može utjecati i na cirkulaciju vertebro-bazilarnog sliva (7,8,11,18). Veću brzinu strujanja krvi u vertebro-bazilarnom slivu su i u slučaju izraženog fenomena "krađe krvi" (21). S obzirom na to da prema svom anatomskom položaju vertebralne arterije prolaze kroz koštane



otvore u transverzalnim nastavcima od šestog do drugog vratnog kralješka (14), potrebno je obratiti pozornost i na koštani dio vratne kralježnice u nastanku vertebrobazilarne bolesti. Na svom putu kroz koštane otvore na transverzalnim (procesusima) nastavcima, od šestog do drugog kralješka, arterije vertebralis podložne su utjecaju degenerativnih promjena. To su najčešći osteofiti koji prominiraju u kanal i vrše pritisak izvana na krvnu žilu, ali se može raditi i o lateralnoj protruziji intervertebralnog diska (10,16). U tu svrhu tehnika ultrazvučnog ispitivanja prikladna je kao skrining-metoda, s obzirom da je pouzdana, brza, sasvim bezopasna i ugodna za bolesnika. Aaslid i suradnici izmjerili su normalne vrijednosti brzina strujanja krvi u intrakranijskom dijelu vertebralnih arterija kao bazilarne arterije (1,2,3).

U novije vrijeme uvode se i položajni testovi za ispitivanje intrakranijske cirkulacije u vertebralnim arterijama. Rezultati standardnih vrijednosti u intrakranijskom dijelu vertebralnih arterija, koje smo dobili u fiziološkom položaju glave i arteriji bazilaris, identični su nalazima Aaslida i suradnika (1,2,3,6). U skupini bolesnika proučavani su isti parametri. Rezultati srednjih vrijednosti brzine protoka komparirani sa radiološkim nalazom vratne kralježnice, koristeći metodu računanja točnosti i pozitivne prediktivne vrijednosti (13), pokazali su asimetriju. Dobivena je nešto veća točnost kod desne vertebralne arterije i arterije bazilaris u odnosu na radiološki nalaz. Slični rezultati dobiveni su i kod drugih autora (23). Kod desne vertebralne arterije bio je manji fiziološki raspon nego kod lijeve vertebralne arterije. Razlike u arterijskom vertebralnom protoku krvi između desne i lijeve povećavaju mogućnost nastanka cirkulacijskih poremećaja mozga i unutrašnjeg uha, što može rezultirati sa vertiginoznim smetnjama. U diferenciranju utjecaja radioloških promjena vratne kralježnice na vertebralne arterije nije se koristila angiografska metoda. Osjetljivost doppler sonografije pokazala je visoku pouzdanost i točnost u ispitivanju vertebrobazilarnog sliva u komparaciji s angiografskim nalazom prilikom ispitivanja nekih autora (20). I drugi autori u svojim ispitivanjima dobivaju visoko pouzdane vrijednosti doppler sonografije u detekciji i isključenju značajnih intrakranijskih vertebrobazilarnih lezija (17), ako su prisutne značajne ekstrakranijske lezije koje mogu prikriti prepreke intrakranijskog protoka. Rezultati dobiveni u ovoj studiji podudaraju se sa rezultatima studija drugih autora (10,17). U slučaju bolesnika s vertiginoznim smetnjama, koristeći se ultrazvučnom dijagnostikom, otvaraju se nove dijagnostičke mogućnosti u ispitivanju poremećaja stražnje cirkulacije.

## ZAKLJUČCI

U naših ispitanika, radiološki potvrđene degenerativne promjene vratne kralježnice, s oko 50% vjerojatnosti (PPV) ukazuju na izmijenjenu brzinu protoka kroz lijevu vertebralnu i bazilarnu arteriju. U desne vertebralne arterije vrijednost takvog načina istraživanja cirkulacijskih poremećaja pokazala je vjerojatnost od 70%. Veća pouzdanost ove metode u izučavanju cirkulacijskih svojstava desne vertebralne arterije mogla bi se tumačiti posebnim hemodinamskim uvjetima u toj žili (način na koji odvaja od luka aorte) ili, pak, asimetrijom promjera krvnih žila. Nije moguće u potpunosti isključiti niti djelovanje drugih čimbenika, prije svega degenerativnih promjena vratne kralježnice. Također treba prilikom procjene relevantnosti testiranja imati u vidu i biomehaničke specifičnosti dešnjaštva i lijevaštva. U našem su uzorku dominirali dešnjaci. U svakom slučaju možemo zaključiti da se radi o metodi koja je dijagnostički relevantna, a bolesniku prihvatljiva bez ikakvih elemenata rizika.

## LITERATURA

1. Aaslid R. Transcranial Doppler examination techniques. U: Aaslid R. (urednik) *Transcranial Doppler sonography*. Springer Verlag Wien-New York 1986;39-59.
2. Aaslid R. Visually evoked dynamic blood flow response of the human cerebral circulation. *Stroke* 1987; 18:771-5.
3. Aaslid R, Lindegard KF. Cerebral hemodynamics. U: Aaslid R. (urednik) *Transcranial Doppler sonography*. Springer Verlag Wien-New York 1986;60-85.
4. Aaslid R, Markwalder TN, Nomes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg* 1982; 57:769-74.
5. Ackerstaff RGA, Hoenefeld H, Slowikowski JM, Moll FL. Ultrasonic duplex scanning in atherosclerotic disease of the innominate, subclavian and vertebral arteries: a comparative study with angiography. *Ultrasound MED BIOL* 1984;10:409-18.
6. Arnolds BJ, von Reutern GM. Transcranial Doppler sonography. Examination techniques and normal reference values. *Ultrasound Med Biol* 198;12:115-23.
7. Benedick PJ, Glover JL. Vertebrobasilar insufficiency: evaluation by quantitative duplex flow measurements. *J Vasc Surg* 1987;5:594-7.
8. Benedick PJ, Jackson VP. Evaluation of the vertebral arteries with duplex sonography. *J Vasc Surg* 1986; 3:523-7.
9. Bluth EL, Merrit CR, Sullivan MA. Usefulness of duplex ultrasound in evaluating vertebral arteries. *J Ultrasound Med* 1989;8:229-35.
10. Brown M. Pathophysiology of disc disease. *Orthop Clin N Amer* 1971;2:369-72.
11. Davis PC, Nilsen B, Braun IF, Hoffman JC. A Prospective comparison of duplex sonography versus

- angiography of the vertebral arteries. AJNR 1986;7: 1059-64.
12. Demarin V, Štikovac M, Thaller N. Doppler sonografija krvnih žila. Zagreb, Školska knjiga 1990;1-23.
13. Goldman L. Quantative aspects of clinical reasoning. U: Braunwald E, Isselbacher KJ, Petersdorf RG, Wilson JD, Martin JB, Fauci AS. (urednici) Harrison's principles of internal medicine. McGraw-Hill Inc. New York 1987;5-11.
14. Karnik R, Stollberger C, Ammerer HP, Perneczky G, Slany J, Brenner H. Validity of continous-wave Doppler sonography of the vertebrobasilar system. Angiology 1987;38:556-61.
15. Kikrkham FJ, Padayachee TS, Parsons S, Seargeant LS, House FR, Gosling RG. Transcranial measurement of blood velocites in the basal cerebral arteries using pulsed Doppler ultrasound: Velocity as an index of flow. Ultrasound Med Biol 1986;12:15-21.
16. Keros P. Funkcionalna anatomija sustava za kretanje. Medicinska naklada Zagreb 1968;1-456.
17. Ringelstein EB. Ultrasound diagnosis of the vertebrobasilar circulation. I Diagnosis of intracranial vertebrobasilar thromboses using conventional Doppler sonography. Ultraschall Med 1984;5:213-23.
18. Ringelstein EB. Ultrasound diagnosis of the vertebrobasilar circulation. II Transnuchal diagnosis of intracranial vertebrobasilar stenoses using a novel pulsed Doppler System. Ultraschall Med 1985;6:60-7.
19. Ringelstein EB, Kolmann HL, Krause L. Dopplersonographie der extrakraniellen Hinarterien: In erster Linie ein didaktisches Problem. Ultraschall 1984;4:182-7.
20. Ringelstein EB, Zeumer H, Poeck K. Non-invasive diagnosis of intracranial lesions in the vertebrobasilar system. A comparison of Doppler sonographic and angiographic findings. Stroke 1985;16:848-55.
21. Schneider PA, Rossman ME, Bernstein EF, Ringelstein EB, Torem S, Otis SM. Noninvasive evaluation of vertebrobasilar insufficiency. Ultrasound Med 1991;10: 373-9.
22. Touboul PJ, Bousser MG, LaPlane D, Castaigne P. Duplex scanning of normal vertebral arteries. Stroke 1986;17:921-23.
23. Zhao PA. A clinical study of vertebrobasilar insufficiency using the ultrasound Doppler technique. Chung Hua Erh Pi Yen Hou Ko Tsa Chih 1991;26:93-5.

### Abstract

## VERTIGINOUS SYNDROME - TRANSCRANIAL DOPPLER ANALYSIS OF THE VERTEBROBASILAR CIRCULATION

**Branko Radanović, Dragutin Kadojić, Sven Kurbel, Davor Jančuljak, Biserka Kovač and Beatrice Kurbel**

**Osijek Klinical Hospital, Osijek and Klinical Hospital "Rebro", Zagreb**

The aim of this preliminary study is to estimate the relationship between radiologically visualized changes of the cervical spine and the haemodynamical changes in vertebral and basilar arteries measured by transcranial Doppler in patients suffering from vertiginous syndrome. The report reviewed 33 patients (16 male and 17 female), 12 of whom had no radiologically diagnosed

changes of the servical spine, whereas 21 had such changes. Overall accuracy (ACC) and positive predictive value (PPV) of the radiological diagnosis were calculated to determinate the difference between the patients with normal and changed circulation.

Overall accuracy of the radiological diagnosis for the right vertebral artery was 0.66, PPV was 0.71, and the physiological mean velocity range was 36+/-6 cm/sec. ACC for the left vertebral artery was 0.60, with PPV being 0.47 and the physiological mean velocity range 36+/-10cm/sec. Additionally, ACC for the basilar artery was 0.66, PPV was 0.52 and the mean velocity range was 42+/-13cm/sec.

**Key words:** transcranial Doppler, vertebrobasilar circulation, vertigo

**Received: September 2, 1993**