

Karotidinio sifono įvertinimas transkranijinės duplekssonografijos metodu

J. Valaikienė

Vilniaus universiteto ligoninės
Santariškių klinikos,
Vilniaus universiteto
Medicinos fakulteto
Neurologijos ir
neurochirurgijos klinika

Santrauka. *Įvadas.* Nors atlikta keletas transkranijinės spalvinės duplekssonografijos studijų, skirtų amžinams pagrindinių galvos smegenų arterijų greičių normoms nustatyti, iki šiol trūksta ultragarsinių duomenų apie karotidinio sifono kraujotaką ir jos kitimą priklausomai nuo amžiaus.

Darbo tikslas. Įvertinti karotidinio sifono C1-2 ir C4-5 segmentų kraujotaką transkranijinės spalvinės duplekssonografijos metodu, nustatyti amžines karotidinio sifono kraujotakos greičių ir rezistentiškumo, pulsacijos bei karotidinio sifono indeksų normas.

Objektas ir metodai. Spalvinės duplekssonografijos metodu ištyrėme 128 sveikus savanorius (vidutinis amžius $48,8 \pm 15,9$ metų, 19–78) be neurologinės židininės simptomatikos ir cerebrovaskulinės ligos anamnezės. Visų tirtų asmenų temporalinio kaulo pralaidumas ultragarsui buvo pakankamas. Ekstrakranijinės spalvinės duplekssonografijos būdu hemodinamiškai reikšmingų miego arterijos pakitimų nebuvo nustatyta.

Rezultatai. Transtemporalinės apžiūros metu, taikant standartinės koronarines plokštumas, C1-2 segmento identifikavimo dažnis buvo 98,4% (252 / 256), C4-5 segmento – 94,1% (241 / 256). Straipsnyje pateikiamos su amžiumi susijusios hemodinaminių paramet-rų normos.

Išvados. Gautas didelis karotidinio sifono C1-2 ir C4-5 segmentų identifikavimo dažnis ir jų hemodinaminių rodiklių normalus pasiskirstymas rodo, kad transkranijinė spalvinė duplekssonografija yra tinkamas ir patikimas metodas, įvertinant karotidinio sifono kraujotaką ir nustatant karotidinio sifono indeksą. Karotidinio sifono greičiai, didėjant amžiui, nesiskyrė, o karotidinio sifono indeksai patikimai didėjo.

Raktažodžiai: Transkranijinė spalvinė duplekssonografija, vidinė miego arterija, karotidinis sifonas, kraujo tėkmės greitis, karotidinio sifono indeksas.

Neurologijos seminarai 2007; 11(33): 152–155

ĮVADAS

Transkranijinė spalvinė duplekssonografija (TKSS) yra neinvazinis ultragarsinis tyrimo metodas, kuriuo realiu laiku registruojami dinaminiai procesai, vykstantys galvos smegenų kraujagyslėse ir parenchimoje. Nors pastarąjį dešimtmetį buvo atlikta keletas TKSS studijų, skirtų pagrindinių galvos smegenų arterijų greičiams nustatyti, atsižvelgiant į amžių ir lytį [1–4], iki šiol literatūroje trūksta duomenų apie šios svarbios, linkusios stenozuoti, intrakranijinės vidinės miego arterijos dalies įvertinimą duplekssonografijos metodu. Pirmoji TKSS studija apie karotidinio sifono įvertinimą, taikant koronarinę skenavimo plokš-

tumą, paskelbta 2002 m., bet dėl nedidelio tirtų savanorių skaičiaus į amžiaus grupes nebuvo atsižvelgta [5]. Šio darbo tikslas buvo perspektyviai ištirti didesnę savanorių grupę TKSS metodu ir nustatyti C1-2 ir C4-5 segmentų identifikavimo dažnį bei amžines hemodinaminių rodiklių normas.

TYRIMO OBJEKTAS IR METODAI

Tyrėme 128 savanorius (54 moteris, 74 vyrus) nuo 19 iki 78 metų be esamos ar buvusios cerebrovaskulinės ligos. Visus savanorius suskirstėme į tris amžiaus grupes: jaunesni nei 39 m. (pirmoji grupė, N = 46), nuo 40 m. iki 59 m. (antroji grupė, N = 42) ir vyresni nei 60 m. (trečioji grupė, N = 40). Ultragarsiniai tyrimai buvo atlikti, naudojant standartinės spalvinio duplekso ultragarsines sistemas su sektriniu 2–3 MHz dažnio davikliu transkranijiniam tyrimui

Adresas:

Jurgita Valaikienė
VUL SK Neurologijos centras
Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius
Tel./faks. (370 5) 236 52 20, el. p.: jurgita.valaikiene@santa.lt

1 lentelė. C1-2 segmento ir C4-5 segmento hemodinaminiai rodikliai.

Amžius	< 39 m.			40–59 m.			> 60 m.			p
	Rodikliai	Vv	95% CI	SN	Vv	95% CI	SN	Vv	95% CI	
C1-2 Vs	69,9	65,1–74,8	23,7	69,2	64,9–73,6	19,7	71,3	66,1–76,4	23,39	0,96
C1-2 Vd	29,0	27,0–31,1	10,0	29,8	27,6–32,1	10,2	27,8	25,5–30,1	10,4	0,28
C1-2 Vm	42,7	39,8–45,6	14,2	43,0	40,1–45,8	13,0	42,4	39,2–45,5	14,38	0,72
C1-2 PI	0,86	0,82–0,91	0,22	0,86	0,81–0,90	0,19	0,96	0,91–1,01	0,21	0,003
C1-2 RI	0,52	0,50–0,54	0,10	0,54	0,52–0,55	0,08	0,58	0,56–0,61	0,10	<0,001
C1-2/VMA	1,24	1,15–1,34	0,45	1,31	1,20–1,42	0,49	1,53	1,41–1,64	0,52	<0,001
C4-5 Vs	50,9	47,9–53,9	14,4	49,4	45,9–53,0	15,9	51,6	47,8–55,4	17,0	0,81
C4-5 Vd	19,3	18,0–20,6	6,04	20,7	18,9–22,4	7,8	19,6	17,7–21,6	8,7	0,31
C4-5 Vm	29,8	28,1–31,6	8,4	30,3	28,0–32,5	10,1	30,3	27,8–32,7	10,9	0,81
C4-5 PI	0,95	0,89–1,00	0,27	0,88	0,83–0,94	0,25	0,99	0,94–1,04	0,22	0,02
C4-5 RI	0,55	0,52–0,58	0,12	0,54	0,51–0,56	0,11	0,59	0,57–0,61	0,10	0,01
C4-5/VMA	0,73	0,68–0,78	0,26	0,80	0,73–0,86	0,29	0,89	0,82–0,96	0,31	<0,001

Vs – maksimalus sistolinis greitis, Vd – galinis diastolinis greitis, Vm – vidutinis greitis (cm/s), Vv – vidutinė vertė, PI – pulsacijos indeksas, RI – rezistentiškumo indeksas, CI – patikimumo intervalas (*Confidence Interval*), C1-2 / VMA ir C4-5 / VMA (vidutinių greičių santykis); C1-2, C4-5 – karotidinio sifono segmentai, VMA – ekstrakranijinės vidinės miego arterijos distalinė dalis.

ir linijiniu 5–8 MHz dažnio davikliu ekstrakranijiniam tyrimui (Siemens Elegra, 2.5PL20, 7.5L40, Issaquah, Wa, U.S.A.; GE Logiq 500, 2.9/2.0S222, 6.7/5.0L739, Tokyo, Japan).

Prieš atliekant TKSS, pagrindinių kaklo arterijų hemodinamiškai reikšmingiems obstrukciniams pakitimams ekskliuduoti kiekvienam savanoriui buvo atlikta standartinė ekstrakranijinė spalvinė duplexsonografija (EKSS). Kiekvienu atveju buvo registruotas vidinės miego arterijos (VMA) distalinės dalies maksimalus sistolinis greitis (Vs), galinis diastolinis greitis (Vd), vidutinis greitis (Vv), pulsacijos indeksas (PI), rezistentiškumo indeksas (RI).

TKSS tyrimo metu galvos smegenų arterijoms identifikuoti naudotas transtemporalinis apžiūros būdas, aksialinė bei koronarinės skenavimo plokštumos, B-režimas, spalvinio bei spektrinio doplerio režimai [5]. Hemodinaminių parametrų matavimai buvo atlikti priekinėje koronarinėje plokštumoje, vertinant C1-2 segmentą, užpakalinėje koronarinėje skenavimo plokštumoje, vertinant C4-5 segmentą, bei aksialinėje plokštumoje, vertinant M1 segmentą. Tiriama savanorius, buvo registruoti abiejų galvos smegenų pusrutulių minėtų segmentų maksimalus sistolinis greitis (Vs), galinis diastolinis greitis (Vd), vidutinis greitis (Vv). C1-2 / VMA ir C4-5 / VMA indeksai skaičiuoti pagal formulę $C1-2 (Vv) / VMA (Vv)$, $C4-5 (Vv) / VMA (Vv)$. Kampo korekcija atlikta visais VSA greičių matavimo atvejais (insonacijos kampas – 60 laipsnių); C1-2 ir C4-5 segmentų kraujotakos greičių matavimo atvejais kampas koreguotas nebuvo (visais atvejais insonacijos kampas 0°).

Atlikto darbo duomenų analizei naudojome kompiuterines statistines programas SPSS v. 12 (*Statistical Package for the Social Sciences*). Wald-Wolfowitz testas taikytas tirtųjų hemodinaminių parametrų pasiskirstymo skirtumams nustatyti. Kruskal-Wallis *H* testu buvo tikrinama, ar keletas nepriklausomų pavyzdžių buvo iš tos pačios popu-

liacijos (greičių palyginimui trijose skirtingose amžiaus grupėse). Statistiškai patikimu skirtumu laikytas reikšmingumas $p < 0,05$.

REZULTATAI

Standartinės EKSS ir TKSS metodais ištyrėme 128 sveikus baltaodžius savanorius asmenis (vidutinis amžius $48,8 \pm 15,9$ m.). EKSS tyrimo metu nė vienam tirtam asmeniui nebuvo nustatyta kaklo arterijų reikšmingų patologiškų pakitimų. Atliekant TKSS metodu gautų duomenų statistinę analizę, reikšmingos tirtų intrakranijinių arterijų segmentų hemodinaminių rodiklių tarppusrutulinės asimetrijos nekonstatuota. Parametrų pasiskirstymo formos ir išsidėstymo analizė parodė, kad rezultatai neprieštarauja hipotezei apie tolygų hemodinaminių rodiklių pasiskirstymą, kai klaidos tikimybė mažesnė negu 0,05. Todėl toliau analizavome 256 kairiųjų bei dešiniųjų galvos smegenų pusrutulių arterinių segmentų hemodinaminius rodiklius, pagrindinį dėmesį skirdami C1-2 ir C4-5 segmentams. Karotidinio sifono C1-2 segmento identifikavimo TKSS metodu dažnis buvo 98,4% (252 / 256), C4-5 segmento – 94,1% (241 / 256). Pirmojoje ir trečiojoje amžiaus grupėse buvo identifikuoti visi C1-2 segmentai, antrojoje amžiaus grupėje nerasta keturių C1-2 segmentų. C4-5 segmento nerasta trimis atvejais pirmojoje ir trečiojoje amžiaus grupėse bei aštuoniais atvejais antrojoje amžiaus grupėje. Kitų arterinių segmentų identifikavimo dažniai buvo 100% M1, 94,1% A1-segmentui, 98,8% P1- ar P2-segmentams. Amžiaus įtaka C1-2 ir C4-5 segmentų kraujotakos greičiams buvo analizuojama trijose amžiaus grupėse. Normalūs nuo amžiaus priklausantys C1-2 ir C4-5 hemodinaminiai rodikliai (vidutinės vertės, 95% konfidencialumo intervalas, standartinė deviacija) ir skirtumai tarp amžiaus grupių pateikti 1 lentelėje [6].

Palyginamoji C1-2 ir C4-5 segmentų greičių analizė trijose amžiaus grupėse neparodė reikšmingo skirtumo. Hemodinaminiai indeksai PI, RI, C1-2 / ICA šiuose segmentuose lyginant amžiaus grupes, reikšmingai skyrėsi ($p < 0,02$). Labiausiai skyrėsi ($p < 0,001$) C1-2 RI, C1-2 / ICA ir C4-5 / ICA indeksų pasiskirstymas trijose amžiaus grupėse. Vyriausių savanorių indeksų reikšmės buvo didžiausios.

REZULTATŲ APTARIMAS

TKSS – neinvazinis ultragarsinis tyrimo metodas, kuriuo realiu laiku registruojami dinaminiai procesai, vykstantys galvos smegenų kraujagyslėse ir smegenų parenchimoje. Po pirmųjų publikacijų apie TKSS įdiegimą į klinikinę praktiką buvo atlikta keletas mokslinių tiriamųjų studijų, skirtų nustatyti pagrindinių galvos smegenų arterijų VSA, PSA, USA, slankstelinų ir pamatinės arterijos sveikų asmenų hemodinaminių rodiklių amžines normas, bet didesnių ultragarsinių studijų apie VMA distalinės dalies, vadinamos karotidiniu sifonu, hemodinaminių rodiklių amžines normas iki šiol nebuvo atlikta [1–5, 7–10]. Kai kurių autorių nuomone, duplekssonografijos būdu įvertinti intrakranijinės VMA dalies neišmanoma [11, 12]. Atlikto perspektyvinio 128 savanorių tyrimo TKSS metodu duomenimis, gautas didelis karotidinio sifono C1-2 ir C4-5 segmentų identifikavimo dažnis (98,4% ir 94,1%) naudojant standartines koronarines priekinę ir užpakalinę plokštumas. Mūsų atliktos ankstyvesnės studijos metu nustatyto didesnio C1-2 ir C4-5 segmentų identifikavimo dažnio (100% ir 98%) priežastimi galėjo būti mažesnis tirtų VMA skaičius ($N = 64$ vs $N = 256$ karotidinių sifonų) bei mažesnis tirtų asmenų amžius [5]. Reikia paminėti, kad abiejų studijų metu buvo tirti savanoriai su pakankamu kaukolės kaulų pralaidumu ultragarsui.

Nustatėme amžines C1-2 ir C4-5 segmentų kraujotakos greičių (sistolinio, diastolinio ir vidutinio), rezistentiškumo ir pulsacijos indeksų bei karotidinio sifono indeksų normas (1 lentelė). Lygindami karotidinio sifono kraujotakos greičių pasiskirstymą pagal tris amžiaus grupes, statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatėme. Tokius rezultatus gali lemti anatomiciniai intrakranijinės VMA dalies ypatumai. Pirmiausia, petrozinė VMA dalis yra tvirtai „supakuota“ petrozinio kaulo karotidiniame kanale, antra, kaverninė VMA dalis išsidėsčiusi rigidiškai iš trabekulių sudarytame kaverniniame sinuse, fiksuota prie jo įėjimo ir išėjimo taškuose [13]. Skirtingai nuo pagrindinių galvos smegenų arterijų kraujotakos, kuri, arterijoms prarandant elastingumą bei plečiantis, lėtėja, didėjant amžiui [1, 2], karotidinio sifono kraujotaka, atlikto darbo duomenimis, nelėtėja. Vyresnių asmenų intracerebrinių arterijų siaurėjimas dėl bendros aterosklerozės taip pat gali turėti įtakos santykinai didesniems kraujotakos greičiams [14].

Karotidinio sifono indeksams apskaičiuoti naudojome du apibrėžtus intrakranijinės VMA segmentus. Nustatė-

me, kad, didėjant amžiui, minėti indeksai reikšmingai didėja. Karotidinio sifono indeksų nustatymas gali suteikti papildomos informacijos apie distalinės VMA dalies kraujotaką obstrukcinių pakitimų atveju. Tam patvirtinti reikalingi tolimesni karotidinio sifono obstrukcinių pakitimų tyrimai, lyginantys spalvinės duplekssonografijos ir įprastinės angiografijos duomenis.

IŠVADOS

1. Pirmą kartą transkranijinės spalvinės duplekssonografijos metodu nustatyti amžiniai karotidinio sifono hemodinaminių rodiklių standartai asmenims be esamos ar buvusios cerebrovaskulinės ligos, naudojant standartizuotas transtemporalinę koronarinę priekinę bei užpakalinę skenavimo plokštumas.
2. Nustatytas didelis intrakranijinės VMA C1-2 ir C4-5 segmentų identifikavimo dažnis ir jų normalusis hemodinaminių rodiklių pasiskirstymas rodo, kad transkranijinė spalvinė duplekssonografija yra tinkamas ir patikimas metodas, vertinant karotidinio sifono kraujotaką ir nustatant karotidinio sifono indeksą.
3. Lyginant C1-2 bei C4-5 segmentų hemodinaminius rodiklius transkranijinės spalvinės duplekssonografijos metodu asmenims be esamos ar buvusios cerebrovaskulinės ligos trijose amžiaus grupėse, kraujotakos greičiai patikimai nesiskyrė, o indeksai su amžiumi didėjo ($p < 0,01$).

Gauta:
2007 09 08

Priimta spaudai:
2007 09 15

Literatūra

1. Krejza J, Mariak Z, Walecki J, Szydlik P, Lewko J, Ustymowicz A. Transcranial color Doppler sonography of basal cerebral arteries in 182 healthy subjects: age and sex variability and normal reference values for blood flow parameters. *Am J Roentgenol* 1999; 172: 213–8.
2. Schoening M, Niemann G, Hartig B. Transcranial color duplex sonography of basal cerebral arteries: reference data of flow velocities from childhood to adulthood. *Neuropediatrics* 1996; 27: 249–55.
3. Baumgartner RW, Mattle HP, Aaslid R. Transcranial color-coded duplex sonography, magnetic resonance angiography, and computed tomography angiography: methods, applications, advantages, and limitations. *J Clin Ultrasound* 1995; 23: 89–111.
4. Martin PJ, Evans DH, Naylor AR. Transcranial color-coded sonography of the basal cerebral circulation. *Stroke* 1994; 25: 390–6.
5. Valaikiene J, Schlachetzki F, Hoelscher T, May A, Bogdahn U. Transcranial color-coded duplex sonography of the carotid siphon. The coronal approach. *J of Clinical Imaging* 2002; (26): 81–5.
6. Valaikiene J, Schuierer G, Ziemus B, Dietrich J, Bogdahn U, Schlachetzki F. Transcranial Color-Coded Duplex Sonography for detection of distal Internal Carotid Artery Stenosis. *AJNR Am J Neuroradiol* (in press).

7. Furuhata H, Komuro M, Okamura T. Noninvasive measurement of vessel pulsation of intracranial artery by TCT. The 51st proceedings of JSUM; 1987: 551-2.
8. Bogdahn U, Becker G, Winkler J, Greiner K, Perez J, Meurers B. Transcranial color-coded real-time sonography in adults. *Stroke* 1990; 21: 1680-8.
9. Zipper SG, Stolz E. Clinical application of transcranial color-coded duplexsonography - a review. *European Journal of Neurology* 2002; 9: 1-8.
10. Baumgartner RW. Transcranial color duplex sonography in cerebrovascular disease: a systematic review. *Cerebrovasc Dis* 2003; 16: 4-13.
11. Bates ER, Babb JD, Casey DE Jr, Cates CU, Duckwiler GR, Feldman TE, Gray WA, et al. ACCF/SCAI/SVMB/SIR/ASITN 2007 clinical expert consensus document on carotid stenting: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents (ACCF/SCAI/SVMB/SIR/ASITN Clinical Expert Consensus Document Committee on Carotid Stenting). *J Am Coll Cardiol* 2007; 49(1): 126-70.
12. Paciaroni M, Caso V, Cardaioli G, Corea F, Milia P, Venti M, Hamam M, et al. Is ultrasound examination sufficient in the evaluation of patients with internal carotid artery severe stenosis or occlusion? *Cerebrovasc Dis* 2003; 15(3): 173-6.
13. Yasargil MG. *Microneurosurgery I. Intracranial arteries*. Georg Thieme Verlag, 1984; 54-70.
14. Hoksbergen AWJ, Legemate DA, Ubbink DT, Jacobs MJHM. Success rate of Transcranial Color-Coded Duplex Ultrasonography in visualizing the basal cerebral arteries in vascular patients over 60 years of age. *Stroke* 1999; 30: 1450-5.

J. Valaikienė

EVALUATION OF CAROTID SIPHON BY TRANSCRANIAL DUPLEXSONOGRAPHY

Summary

Background. A lot of transcranial color-coded studies have been performed to establish age related flow velocities for the basal cerebral arteries however the ultrasound data about carotid siphon circulations is still lacking.

Objective of this study was to check the TCCS reliability in the assessment of the carotid siphon segments C1-2 as well as C4-5, to establish age dependent blood flow velocities, pulsatility and resistance indices at 2 defined points within the intracranial portion of ICA, assessment and evaluation of siphon/distal extracranial ICA ratio.

Material and methods. We examined prospectively 256 hemispheres of 128 healthy volunteers without cerebrovascular disease (mean age 48.8 ± 15.9 yrs, range 19-78). All subjects had sufficient acoustic temporal bone and there were no haemodynamically significant findings in extracranial carotid arteries.

Results. Identification rate for C1-2 segments was 98.1% (251/256), for C4-5 segment 94.1% (241/256) employing a standardised approach with two coronal image planes. Age dependent haemodynamic parameters of C1-2 and C4-5 are presented in this article.

Conclusion. High identification rate of C1-2 and C4-5 segments and normal distribution of their haemodynamical parameters showed that TCCS is a reliable method for evaluation of carotid siphon circulation and for estimation of carotid siphon index. Older age of patients was associated with increased carotid siphon index while blood velocities had no statistical difference.

Keywords: transcranial color-coded duplex sonography, internal carotid artery, carotid siphon, blood flow velocities, carotid siphon index.