

Transorbitalinės spalvinės sonografijos klinikinis pritaikymas neurologijoje

**J. Valaikienė
D. Jatužis**

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Neurologijos ir neurochirurgijos klinika; Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Neurologijos centras

Santrauka. Straipsnyje aprašomas gana naujas, neseniai Lietuvoje pradėtas taikyti tyrimo ultragarsu metodas – transorbitalinė spalvinė duplexsonografija (TOSS). Neinvazinis, greitai atliekamas tyrimo metodas suteikia unikalią informaciją, diagnozuojant sudėtingas neurologines klinικές situacijas, kai sutrinka regėjimas („spot sign“ signalas tinklainės arterijos užsikimšimo atveju, išsiplėtusi viršutinė akies vena – karotikokaverninės fistulės atveju, ir kt.) ir pasireiškia padidėjusio intrakranijinio spaudimo požymiai (optinio nervo disko paburkimas, dangalo diametro padidėjimas). Pateikiamos metodo indikacijos, ultragarsinio aparato saugių parametrų nustatymas, tyrimo technika, akies kraujotakos ir optinio nervo įvertinimo pagrindai.

Raktažodžiai: transorbitalinė duplexsonografija, tinklainės arterijos okliuzija, akies kraujotaka, optinio nervo dangalo diameteras, intrakranijinė hipertenzija.

Neurologijos seminarai 2017; 21(71): 5–9

ĮVADAS

Šiuolaikinėje ultragarsinėje diagnostikoje spalvinė duplexsonografija užima labai svarbią vietą, neinvaziniu būdu tiriant smegenų kraujagysles ir parenchimą, diagnozuojant jų patologinius pakitimus dažnų ir retesnių neurologinių susirgimų atvejais – diferencijuojant įvairius galvos smegenų kraujotakos sutrikimus, vaskulitus, neurodegeneracines ligas ir pan. Ekstrakranijinė spalvinė duplexsonografija (EKSS) – visiems gerai žinomas, seniai visuotinai pripažintas ir patikimas metodas, leidžiantis verifikuoti reikšmingą vidinės miego arterijos (VMA) stenozę, kaip neabejotiną cerebro- ir kardiovaskulinio sergamumo bei mirštamumo rizikos veiksnį [1, 2]. Transkranijinė spalvinė duplexsonografija (TKSS) taip pat jau taikoma daugelyje Europos ultragarsinių laboratorijų pagal standartinę metodiką tiek planinei lėtinių ligų diagnostikai, tiek ir ūminio insulto atveju [3, 4]. Pagal Amerikos širdies ir insulto asociacijos ekspertų apibrėžimą, tinklainės ląstelių žūtis dėl konkretaus kraujagyslių baseino išemijos priskiriama centrinės nervų sistemos (CNS) infarktui, esant objektyviems neuropatologiniams, neurovizualiniams ir (arba) kliniki-

niams pažeidimo požymiams 24 val. [5]. Taigi, pagal vystymąsi, ląstelių tipą, kraujagyslių struktūras, patologiją ir patofiziologiją tarp CNS ir akies yra glaudus ryšys. Taisant aukštos rezoliucijos transorbitalinę spalvinę sonografiją (TOSS; angl. *Orbital color-coded sonography*, OCCS), galima vertinti akies ir už jos esančias struktūras, arterinę ir veninę kraujotaką. Kol kas šis tyrimas dar nėra plačiai taikomas neurologinėje klinikinėje praktikoje, nors, naudojant specialius nustatymus, yra saugus, greitas ir patikimas metodas akies kraujotakai įvertinti – diferencijuojant trombembolinės kilmės ir vaskulitų sukeltus regos sutrikimus, diagnozuojant stenozes, malformacijas, parenkant tinkamą gydymą [6–11]. TOSS galima patikimai išmatuoti optinio nervo (ON) disko paburkimą ir ON dangalo diameterą. Tai gali praversti, esant padidėjusio intrakranijinio spaudimo klinikiniais požymiais – nustatoma padidėjęs ON dangalo diameteras, ON disko edema [7, 12, 13]. TOSS indikacijos pateiktos 1 lentelėje.

ANATOMINIAI IR TECHNINIAI ASPEKTAI

Kadangi akies lęšiukas ir stiklakūnis nepasizymi didesne ultragarso absorbcija, praktiškai nėra ultragarsinių artefaktų, tyrimui naudojami 7–15 MHz transmisiniai dažniai. Nustatant ultragarsinio aparato techninius parametrus, pasirenkama kiek įmanoma mažesnė ultragarsinė galia, siekiant išvengti lęšiuko ir tinklainės pažeidimo pagal vadinamąjį ALARA („as low as reasonably achievable“) principą [14].

Adresas:

*J. Valaikienė
Vilniaus universiteto ligoninė Santariškių klinikos,
Neurologijos centras
Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius, Lietuva
El. paštas jurgita.valaikiene@santa.lt*

1 lentelė. Transorbitalinės spalvinės sonografijos indikacijos

<p>I. Optinio nervo disko ir dangalo diametro įvertinimas</p> <p>1. ON dangalo diametro padidėjimas, padidėjus intrakranijiniam slėgiui.</p> <p>2. ON disko edema.</p>
<p>II. Akies kraujagyslių / kraujotakos įvertinimas</p> <p>1. Tinklainės arterijos okliuzija, TAO.</p> <p>2. Akies arterijų kraujotakos sulėtėjimas, esant VMA stenozei.</p> <p>3. Kraujagyslių anomalijos (varikozė, viršutinės akiduobės venos, <i>vena orbitalis superior</i>, VOS, dilatacija karotikokaverninės fistulės atveju.</p>
<p>III. Orbitos tumorai / struktūriniai pokyčiai</p> <p>Limfoma, optinio dangalo meningioma, orbitos pseudotumoras, miozitas.</p>

Pagrindiniai biologiniai efektai, kuriuos sukelia ultragarsas, sklisdamas audiniuose, yra kavitacija ir temperatūros pakilimas. Peržengus kritinę laiko ir temperatūros ribą, įvyksta audinių pažeidimas. Eksperimentuose su gyvūnais įrodyta didelės akustinės galios žala akies struktūroms, ypač lęšiu-kui ir gyslainei [15]. Tiriant per akį, leidžiama išskiriamos akustinės energijos riba (*temporal average intensities*) yra 50 mW/cm², mechaninio indekso, MI (kliniškai reikšmingo neterminio biologinio aktyvumo tikimybės diagnostinės procedūros metu matavimo indeksas) riba pagal FDA – iki 0,23 (*Food and Drug Administration, 2008*). Rekomenduojama vienos akies tyrimo laiko riba – iki 5 min. Taip išvengiama terminio pažeidimo galimybės. Saugiam akies ištyrimui TOSS metodu reikalingi šie nustatymai [7]:

Standartiniai tyrimo parametrai

B režimas: dažnis – 14 MHz, mechaninis indeksas (MI) = 0,23, vieno židinio zona – 2,5 cm, spindulio plotis – 74 dB;

C režimas: dažnis – 10 MHz, MI = 0,23, spalvinė skalė optimizuota žemiems greičiams, be sienos filtro (*wall filter*);

PW režimas: dažnis – 2 MHz, MI = < 0,23 (< 0,44*).

TYRIMO EIGA

Prieš tyrimą ligonis, naudojantis kontaktinius lęšius, turi juos išsiimti. Paprašoma atsigulti ant nugaros ir užsimerkti. Ultragaršinis daviklis suvilgomas specialiu ultragaršis-

niams tyrimams skirtu geliu ir dedamas ant viršutinio akies voko, kiek lateraliau. Ranka fiksuojama ant orbitos krašto, siekiant sumažinti spaudimą į akies obuolį ir išvengti retro-orbitalinių kraujagyslių užspaudimo bei kraujotakos greičio sumažėjimo. Naudojant dvimatį šviesumo (angl. *brightness*), arba B, režimą, išsivedama standartinė lateralinė horizontali skenavimo plokštuma. Joje matyti optinis nervas (1 pav., a) hipoechogeninė struktūra po tinklaine, apsupta hiperechogeninio subarachnoidinio tarpo ir hipoechogeninio kietojo dangalo (*dura mater*). Atliekami standartiniai matavimai – ON dangalo diametras matuojamas 3 mm už ON disko. Aksialinėje plokštumoje optinis nervas ON daro linkį, tai trukdo tiksliai pamatuoti ON. Įjungus spalvinį (angl. *color*), arba C, režimą, matyti centrinė tinklainės arterija (angl. *central retinal artery*, CRA), distalinė akinės arterijos šaka. Ji aprūpina krauju tinklainę ir įeina į akies nervą 1–1,5 cm distaliau akies obuolio, dorzolateraline kryptimi. Greta CRA matyti paraleliai einanti centrinė tinklainės vena (angl. *central retinal vein*, CRV) (1 pav., b). Tinklainės arterijos ir venos greičiai matuojami spektrinio doplerio režimu (1 pav., c). Normalius greičius akies kraujagyslėse pirmasis paskelbė Lieb 1991 m. [16], juos pateikėme 2 lentelėje.

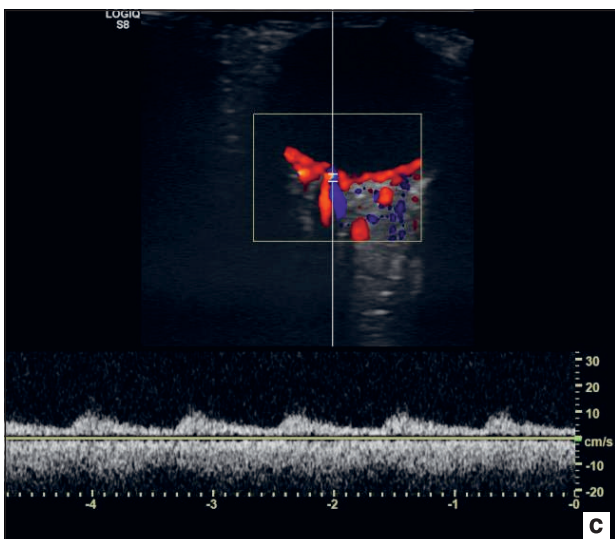
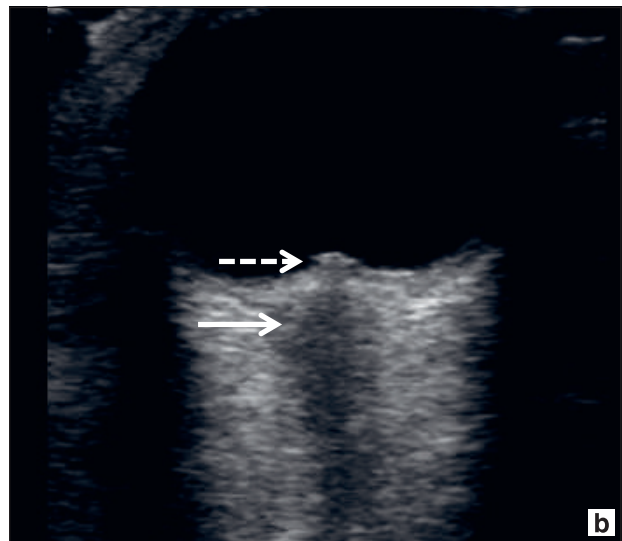
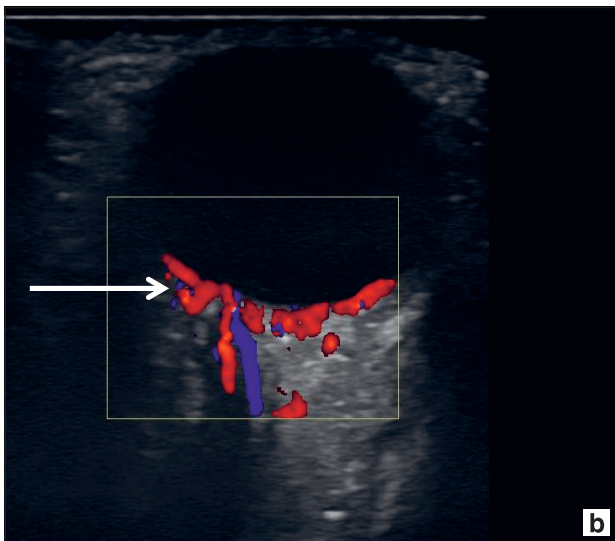
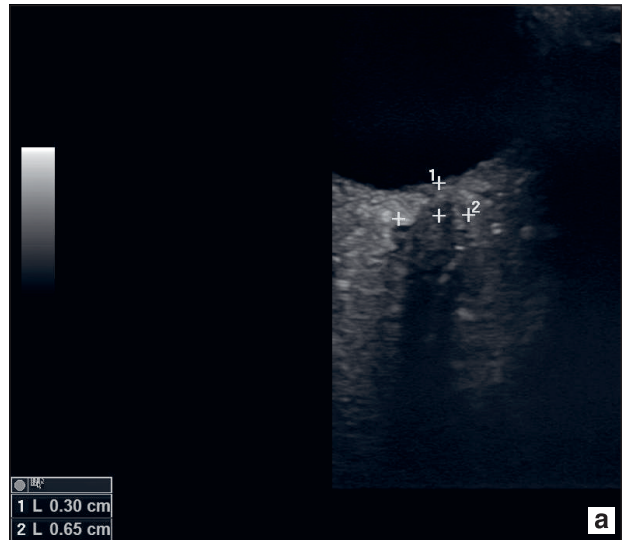
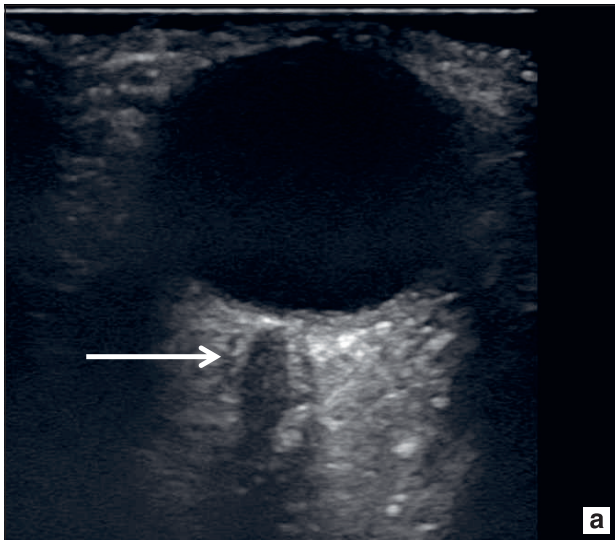
INTRACEREBRINIO SPAUDIMO (ICS) ĮVERTINIMAS

ON yra apsuptas cerebrospinalinio skysčio, taigi, siejasi su vidiniu ir išoriniu subarachnoidiniu tarpu. ICS įvertinimas gali būti atliktas matuojant ON dangalo diametrą (ONDD). Išsivedama lateralinė, aksialinė ON skenavimo plokštuma, UG spindulys nukreipiamas į sritį už ON disko, *papilla n. optici*. ON dangalai matyti kaip hiperechogeninės bilateralinės lygiagrečios linijos, supančios hipoechogeninį ON. Dėl trabekulinės struktūros OND atspindi UG energiją, o ON neatspindi. ONDD matuojamas 3 mm už optinio disko. Dauguma autorių norma laiko ONDD < 5,0 mm. Kai ICP pakyla daugiau kaip 20 mm Hg, ONDD paprastai viršija 5,7–6,0 mm (2 pav., a) [7]. Esant padidėjusiam intrakranijiniam spaudimui, nustatoma ON disko edema (2 pav., b). ON disko iškilimą galima pamatuoti, uždedant pirmą žymeklį ant labiausiai atsikišusios disko ribos, antrą – ant akytosios plokštelės, *lamina cribrosa* (stipriai atsispindinti linija). Išmatuotas disko paburkimas 0,68–2,01 mm (1,17 ± 0,38) koreliavo su lazerinės oftalmoskopijos duomenimis (0,45–1,23 mm; 0,93 ± 0,24) [7, 12, 13].

2 lentelė. Maksimalus sistolinis greitis akies kraujagyslėse (Lieb ir kt., 1991)

Akies kraujagyslės	vidurkis ± standartinis nuokrypis, cm/s (ribos)
Tinklainės arterija, <i>a. centralis retinae</i>	10,3 ± 2,1 (6,4–17,2)
Tinklainės vena, <i>v. centralis retinae</i>	2,9 ± 0,73 (1,9–5,4)
Akinė arterija, <i>a. ophthalmica</i>	31,4 ± 4,2 (23,5–39,8)
Krumplyno užpakalinė arterija, <i>a. ciliaris posterior</i>	12,4 ± 4,8 (1,4–22,9)

*Dažnai mažiausia galima MI vertė



1 pav. Transorbitalinė spalvinė duplexsonografija. Normos variantas

- a) TOSS, B režimas: optinis nervas (rodyklė),
- b) TOSS, C režimas: CRA, CRV ir Zinn-Haller žiedas (rodyklė),
- c) TOSS, spektrinio doplerio režimas: normalūs CRA (virš izolinijos) ir CVA (žemiau izolinijos) greičiai.

2 pav. Transorbitalinė spalvinė duplexsonografija. Patologijos atvejai

- a) ONDD = 6,5 mm (padidėjimas),
- b) optinio nervo disko edema (rodyklė su brūkšneliais), neryškios, padidėjusios ONDD ribos (išstisinė rodyklė),
- c) tinklainės arterijos okliuzija su „spot sign“ požymiu (rodyklė) optinio nervo galvutėje.

TINKLAINĖS ARTERIJOS UŽSIKIMŠIMAS, TAO (ANGL. CENTRAL RETINAL ARTERY OCCLUSION, CRAO)

Tai retai (1:100 000) pasitaikanti pavojinga klinikinė būklė, sukelianti ūmų akies infarktą ir dažniausiai apakimą [17]. Neinvaziniu būdu TAO galima diagnozuoti vaizdo fundoskopijos, optikokoherentinės tomografijos (angl. *ocular coherence tomography*, OCT) ir TOSS metodais [6–11]. Ultragarasinis tyrimas leidžia greitai ir tiksliai vizualizuoti centrinę tinklainės arteriją ir įvertinti jos kraujotaką. Taikant aukštos rezoliucijos duplexsonografiją TAO atveju, ON galvutėje nustatoma hiperechogeninė struktūra, tiesiogiai atspindinti šviežią cholesterolio embolą, pavadintą taškiniu požymiu (angl. *spot sign*) (2 pav., c) [6–8]. Jis nustatomas net iki 90 % TAO atvejų. Embolinio TAO atveju jo jautrumas siekia 100 %, specifiskumas – 83 %. TOSS metu nustatomo hiperechogeninio taškinių požymių specifiskumas yra 83 %, jautrumas – 100 % emboliniam TAO diagnozuoti. Jis laikomas blogos prognozės markeriu, pranašaujančiu nuolatinį apakimą [8, 10]. Išimtiniais atvejais daliai lignonų pasiseka išvengti apakimo, esant anatomiciam cilioretinalinės kraujotakos variantui, kuris pasitaiko bendrojoje populiacijoje iki 30 % [18]. Jeigu, staiga apakus, „*spot sign*“ požymio TOSS metu nematyti, vyresniems negu 50 m. lignonams reikia įtarti temporalinę arteriitą, kuris pasitaiko apie 5 % visų TAO. Esant padidėjusiems uždegiminiams rodikliams, kliniškai ir biopsijos būdu patvirtinus temporalinę arteriitą, galimas efektyvus gydymas kortikosteroidais [6–8].

Viena galimų dažniau pasitaikančių TAO priežasčių yra arterioarterinė embolizacija iš stenozuotos ipsilateralinės vidinės miego arterijos (VMA) [19, 20]. Rega gali silpti ir pamažu, dėl akies hipoperfuzijos, sąlygotos ipsilateralinės didelio laipsnio VMA stenozės. Tokiu atveju VMA stenozė yra simptominė. Nors ir nesukelia neurologinių židinių simptomų, ji pagal galiojančius endarterektomijos algoritmus yra neoperuotina. Atlikti tyrimai parodė, kad po VMA revaskuliarizacijos (stentuojuojant arba operaciniu būdu) atsistato akies kraujotaka, pagerėja rega, išvengiama antrinės glaukomos ir apakimo [21].

Nustatyta, kad TAO yra susijusi su išgyvenamumo mažėjimu, nes padidėja kardiovaskulinių įvykių dažnis [22]. Insulto rizika, įvykus TAO, per trejus metus padvigubėja [23]. Tai atitinka ir 12 m. stebėjimo rezultatus: 16 % lignonų įvyko insultas, palyginti su 8 % amžiaus adaptuotu insulto dažniu populiacijoje [24]. Jaunus lignonius, patyrusius TAO, reikia tirti dėl retai pasitaikančių krešėjimo sutrikimų, nors šie tyrimai rutininei diagnostikai ir nepriskiriami [25]. Labai retai TAO gali išsivystyti kaip komplikacija vadinamosios Filler operacijos metu, kai kosmetiniais veido korekcijos tikslais, atliekant retrogradinę intraarterinę injekciją su hialuronine rūgštimi, autologiniais riebalais ar kolagenu, pataikoma į veido arteriją ir injekuojamoji medžiaga per kolaterales nunešama į akinę arteriją [26, 27]. Neseniai paskelbti nauji tyrimų duomenys, kad daugiau CRAO atvejų (ir insultų) užfiksuota, esant didesniam

oro užterštumui, ir iškelta teorija apie reakcinę vazokonstrikciją [28].

Kliniškai pasireiškęs išeminis akių sindromas gali padėti identifikuoti lignonius su kardio- ir cerebrovaskuliniais rizikos veiksniais. Atlikus jų kompleksinį kraujagyslių ištyrimą neinvazine duplexsonografija, galima būtų įvertinti kaklo, galvos ir akies kraujotaką, verifikuojant galimus embolizacijos šaltinius. TOSS nustatomas „*spot sign*“ požymis yra pavojaus signalas apie labai pažeidžiamus lignonius, kuriems gresia ne tik apakimas, bet ir kitos kardiovaskulinės komplikacijos, išgyvenamumo sumažėjimas.

APIBENDRINIMAS

Apibendrinant, transorbitalinė spalvinė duplexsonografija leidžia tiksliai ir greitai neinvaziniu būdu:

1. įvertinti akies kraujotaką, diagnozuojant centrinės tinklainės arterijos okliuziją, diferencijuojant embolinę ir vaskulito sukeltą regos sutrikimą;
2. diagnozuoti karotikokaverninę fistulę;
3. nustatyti optinio nervo disko paburkimą ir dangalo diametro padidėjimą, esant padidėjusiam intrakranijiniam spaudimui;
4. nustatyti lėtinę tinklainės išemiją, esant reikšmingai vidinės miego arterijos stenozei.

Literatūra

1. Eliasziw M, Rankin RN, Fox AJ, et al. Accuracy and prognostic consequences of ultrasonography in identifying severe carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) group. *Stroke* 1995; 26: 1747–52.
2. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis – Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology* 2003; 229(2): 340–6.
3. Sauerbruch S, Schlachetzki F, Bogdahn U, et al. Application of transcranial color-coded duplex sonography in stroke diagnosis. *Current Medical Imaging Reviews* 2009; 5(1): 39–54.
4. Nedelmann M, Stolz E, Gerriets T, et al. Consensus recommendations for transcranial color-coded duplex sonography for the assessment of intracranial arteries in clinical trials on acute stroke. *Stroke* 2009; 40(10): 3238–44.
5. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, Elkind MS, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2013; 44(7): 2064–89.
6. Schlachetzki F, Boy S, Bogdahn U, et al. The retrobulbar “spot sign” – ocular sonography for the differential diagnosis of temporal arteritis and sudden blindness. *Ultraschall Med* 2010; 31(6): 539–42.
7. Ertl M, Gamulescu MA, Schlachetzki F. Application of orbital sonography in neurology. In: Thoires K, ed. *Sonography*. InTech, 2012. DOI: 10.5772/31181. Available from:

- www.intechopen.com/books/sonography/application-of-orbital-sonography-in-neurology
8. Ertl M, Altmann M, Torka E, et al. The retrobulbar “spot sign” as a discriminator between vasculitic and thrombo-embolic affections of the retinal blood supply. *Ultraschall Med* 2012; 33(7): E263–7.
 9. Nedelmann M, Graef M, Weinand F, et al. Retrobulbar spot sign predicts thrombolytic treatment effects and etiology in central retinal artery occlusion. *Stroke* 2015; 46(8): 2322–4.
 10. Altmann M, Ertl M, Helbig H, et al. Low endogenous recanalization in embolic central retinal artery occlusion – the retrobulbar “spot sign”. *J Neuroimaging* 2015; 25(2): 251–6.
 11. Feltgen N, Pielen A. *Retinaler Arterienverschluss*. Der Ophthalmologe. Berlin: Springer Medizin Verlag, 2017. DOI: 10.1007/s00347-016-0432-4.
 12. Bäuerle J, Schuchardt F, Schroeder L, et al. Reproducibility and accuracy of optic nerve sheath diameter assessment using ultrasound compared to magnetic resonance imaging. *BMC Neurol* 2013; 13: 187.
 13. Tamburrelli C, Salgarello T, Caputo CG, et al. Ultrasonographic evaluation of optic disc swelling: comparison with CSLO in idiopathic intracranial hypertension. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000; 41(10): 2960–6.
 14. Toms DA. The mechanical index, ultrasound practices, and the ALARA principle. *Ultrasound Med* 2006; 25(4): 560–1.
 15. Lizzi FL, Packer AJ, Coleman DJ. Experimental cataract production by high frequency ultrasound. *Ann Ophthalmol* 1978; 10(7): 934–42.
 16. Lieb WE, Cohen SM, Merton DA, et al. Color Doppler imaging of the eye and orbit. Technique and normal vascular anatomy. *Arch Ophthalmol* 1991; 109(4): 527–31.
 17. Leavitt JA, Larson TA, Hodge DO, Gullerud RE. The incidence of central retinal artery occlusion in Olmsted County, Minnesota. *Am J Ophthalmol* 2011; 152(5): 820–3.
 18. Lorentzen SE. Incidence of cilioretinal arteries. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1970; 48(3): 518–24.
 19. Miyazawa A, Inoue M, Yamada S, Hirota K, Sano RY, Nishiyama K, Hirakata A. Higher incidence of carotid stenosis in patients with central retinal artery occlusion. *Acta Ophthalmol* 2011; 89(4): e378–9.
 20. Leisser C, Kaufmann TA, Feltgen N, Schumacher M, Schmoor C, Meckel S. Distribution of internal carotid artery plaque locations among patients with central retinal artery occlusion in the Eagle study population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015; 253(8): 1227–30.
 21. Kawaguchi S, Iida J, Uchiyama Y. Ocular circulation and chronic ocular ischemic syndrome before and after carotid artery revascularization surgery. *J Ophthalmol* 2012; 2012: 350475.
 22. Hankey GJ, Slattery JM, Warlow CP. Prognosis and prognostic factors of retinal infarction: a prospective cohort study. *BMJ* 1991; 302(6775): 499–504.
 23. Chang Y-S, Jan R-L, Weng S-F, et al. Retinal artery occlusion and the 3-year risk of stroke in Taiwan: a nationwide population based study. *Am J Ophthalmol* 2012; 154(4): 645–52.
 24. Rim TH, Han J, Choi YS, et al. Retinal artery occlusion and the risk of stroke development: twelve-year nationwide cohort study. *Stroke* 2016; 47(2): 376–82.
 25. Kuhli-Hattenbach C, Hellstern P, Miesbach W, et al. Selective thrombophilia screening in young patients with retinal artery occlusion. *Ophthalmologica* 2016; 235(4): 189–94.
 26. Li X, Du L, Lu J. A novel hypothesis of visual loss secondary to cosmetic facial filler injection. *Ann Plast Surg* 2015; 75(3): 258–60.
 27. Park KH, Kim Y-K, Woo SJ, et al. Iatrogenic occlusion of the ophthalmic artery after cosmetic facial filler injections: a national survey by the Korean Retina Society. *JAMA Ophthalmol* 2014; 132(6): 714–23.
 28. Kaufmann TA, Leisser C, Gemsa J, Steinseifer U. Analysis of emboli and blood flow in the ophthalmic artery to understand retinal artery occlusion. *Biomed Tech (Berl)* 2014; 59(6): 471–7.

J. Valaikiėnė, D. Jatuzis

CLINICAL APPLICATION OF TRANSORBITAL COLOR-CODED SONOGRAPHY

Summary

Orbital color-coded duplex sonography (OCCS) is a relatively new ultrasound technique recently introduced into clinical practice. This non-invasive easy performed method is very useful in neurological clinical practice being a clue-method for embolic occlusion of central retinal artery, carotid-cavernous fistula, raised intracranial pressure, etc. We described the indications, technique and main parameter settings of ultrasound system, basics of vascular diagnostics, and measurements of optic nerve sheath diameter.

Keywords: transorbital duplex sonography, retinal artery occlusion, vascular occlusion, optic nerve sheath diameter, intracranial hypertension.

Gauta:
2017 02 22

Priimta spaudai:
2017 02 26