

## NEUROMONITORINGO METODŲ VERTĖ ATLIEKANT ENDARTEREKTOMIJŲ OPERACIJAS

Diana Bilskienė<sup>1</sup>, Dalia Urbanaitė<sup>2</sup>, Alina Vilkė<sup>1,3</sup>, Gediminas Banevičius<sup>1</sup>, Andrius Macas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos Anesteziologijos klinika,

<sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademija, <sup>3</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos Neuromokslų institutas

**Raktažodžiai:** vidinė miego arterija, endarterektomija, insultas, hipoperfuzija, smegenų hiperperfuzijos sindromas, smegenų oksimetrija, transkranijinė doplerometrija, monitoravimas.

### Santrauka

Miego arterijos endarterektomija – “auksiniu standartu” laikoma chirurginė operacija pacientams, turintiems aterosklerozės sukeltą didelio laipsnio miego arterijos susiaurėjimą. Pagrindinis operacijos tikslas – sumažinti šios būklės simptomus, atstatyti kraujotaką ir išvengti komplikacijų: smegenų išeminio pažeidimo, intracerebrinės hematomos, miokardo infarkto bei mirties. Deja, miego arterijos perspaudimas operacijos metu gali sukelti smegenų hipoperfuziją ir smegenų aprūpinimo deguonimi sumažėjimą. Šiuos sutrikimus gali predisponuoti nepakankama kolateralinė smegenų kraujotaka miego arterijos perspaudimo metu. Siekiant išvengti šių pataloginių būklių, adekvačią smegenų perfuziją galima atstatyti panaudojant laikinąjį arterinį šuntą. Tačiau jo naudojimas padidina endotelio pažeidimo ir embolijos aterominėmis masėmis riziką bei gali paskatinti insulto išsivystymą. Siekiant išvengti arba sumažinti minėtų komplikacijų dažnį, miego arterijų endarterektomijų metu didelę reikšmę įgyja galvos smegenų būklės stebėseną – neurostebėseną. Šiuo metu yra daug įvairių neurostebėsenos metodų. Nuo jų pateikiamų reikšmių specifiskumo priklauso, ar tikslingai bus pasirinkta laikino arterinio šunto įleidimo taktika. Tačiau nėra bendro nutarimo, kurį metodą naudoti yra geriausia. Straipsnyje yra aptariama neurostebėsenos metodų, tokių kaip elektroencefalografija (EEG), transkranijinė doplerometrija (TKD), smegenų audinio oksimetrija (SAO) nauda ir jų vertė kliniškai reikšmingoms

komplikacijoms nustatyti bei jų išvengti miego arterijos endarterektomijų metu.

### Įvadas

Miego arterijos endarterektomija yra viena iš dažniausiai atliekamų angiochirurginių operacijų. Šios operacijos pagrindinis tikslas – sumažinti miego arterijų aterosklerozės sukeltus neurologinius simptomus, atstatyti kraujotaką bei išvengti tokių komplikacijų kaip: smegenų išeminis pažeidimas dėl stenozės ar aterominių masių embolijos, intracerebrinės hematomos, miokardo infarkto ir mirties [1-3]. Dažnai miego arterijų ateroskleroziniai pažeidimai yra besimptomiai esant nustatytam hemodinamiškai reikšmingam kraujagyslės stenozės laipsniui, dėl kurio gali išsivystyti neatitaisomi pažeidimai. Remiantis Amerikos širdies asociacijos rekomendacijomis [1], endarterektomijos operacija yra rekomenduojama simptomus jaučiantiems pacientams su nustatyta daugiau kaip 50 proc. stenozė, o asimptominiams pacientams, kai stenozė siekia daugiau kaip 60 proc. ir po operacijos tikimasi ilgesnio nei 5 metų išgyvenamumo. Tačiau endarterektomijų operacijos gana pavojingos ir yra siejamos su reikšmingu sergamumu bei mirtingumu pooperaciniu laikotarpiu [4]. Todėl pagrindinis uždavinys gydytojams yra ne tik sumažinti su operacija susijusią riziką, bet ir išvengti nepageidaujamų baigčių pooperaciniu laikotarpiu [5].

**Straipsnio tikslas** – apžvelgti mokslinės literatūros duomenis apie neurostebėsenos metodų naudą ir jų vertę kliniškai reikšmingų komplikacijų nustatymui bei jų išvengimui miego arterijos endarterektomijų metu.

### Tyrimo objektas ir metodai

Atlikta mokslinės literatūros apžvalga ir analizė. Renigiant šį straipsnį informacijos ieškota PubMed, ScienceDirect, Google Scholar duomenų bazėse. Iš viso apžvelgta 47 moksliniai straipsniai apie neurostebėsenos metodus miego

arterijos endarterektomijų metu. Iš jų atrinkta 20 publikacijų, aktualiausiai atitinkančių nagrinėjamą temą. Remiantis apžvelgtomis publikacijomis, informacija susisteminta ir koncentruotai pateikta straipsnyje.

#### **Neurostebėsenos metodai endarterektomijų metu.**

Atliekant endarterektomijas labai svarbu sekti pacientų neurologines funkcijas bei smegenų kraujotaką. Dažniausiai naudojami metodai – elektroencefalografija (EEG) arba sukeltieji somatosensoriniai potencialai (SSSP). Kalbant apie transkranijinę doplerometriją (TKD), ji labai naudinga vertinant kraujotaką, kada pacientas netoleruoja miego arterijos perspaudimo operacijos metu [4,6]. Taip pat vis labiau populiaria tampa smegenų audinio oksimetrija (SAO), o neurologinių funkcijų stebėjimas tiesiogiai bendraujant su pacientu (taikant vietinę nejautrą) [3,5,6] naudojamas vis rečiau.

**Transkranijinė doplerometrija (TKD).** Tai – plačiai naudojamas, patogus ir lyginant su kitais nebrangus neuromonitoringo metodas [3,6,7]. Vaithianadan Mani ir Anthony Absalom [6] išskiria du pagrindinius šio metodo privalumus: smegenų kraujotakos vertinimą miego arterijos endarterektomijos metu (ypač arterijos perspaudimo metu, nes perspaudimo netoleravimas yra indikacija laikinojo šunto panaudojimui [4,8]) bei intraoperacinės embolijos arba jos rizikos nustatymui. Kad ir koks geras būtų šis metodas, 15–20 proc. pacientų jis nėra tinkamas (priežastis – prastas temporalinis echolangas), o gautų TKD rezultatų interpretacija yra sudėtinga (reikalauja patyrusio tyrėjo tikslaus rezultatų vertinimo tiek operacijų metu, tiek pooperaciniu laikotarpiu) [3,5]. Remiantis Christopher Whiten ir Paul Gunning [3] surinktais duomenimis, TKD nustačius nuolatinį kraujotakos greičio sumažėjimą vidurinėje smegenų arterijoje (VSA) iki 15 proc. nuo pradinės reikšmės, išmatuotos prieš operaciją, yra didelė pooperacinio insulto rizika, todėl tai gali būti laikoma indikacija laikino šunto įleidimui. O pacientams, kuriems TKD metu buvo nustatytas kraujotakos greičio sumažėjimas 16–40 proc. nuo pradinės ribos, šuntavimas nebuvo naudingas. Anot A. Mackevičiaus ir bendraautorių [7], vidutinio kraujotakos greičio sumažėjimas 50 proc. ir daugiau yra laikomas reikšmingu, tačiau toks pokytis turėtų būti vertinamas skirtingai esant skirtingoms pradinio kraujotakos greičio matavimo reikšmėms prieš operaciją. Visgi Whiten ir Gunning teigia, jog šitoks sumažėjimas (50 proc. ir daugiau) nebuvo patikimas kriterijus nustatyti smegenų išemiją ir panaudoti šuntą [3]. Todėl vis dar vyksta diskusijos, kokį kraujotakos greičio sumažėjimą VSA reikėtų laikyti hemodinamiškai reikšmingą bei specifiską smegenų išemijos požymiu.

Ryški miego arterijų stenozė sukelia lėtinę smegenų hipoperfuziją [9]. Operacijos metu perspaudus išorinę, vidinę

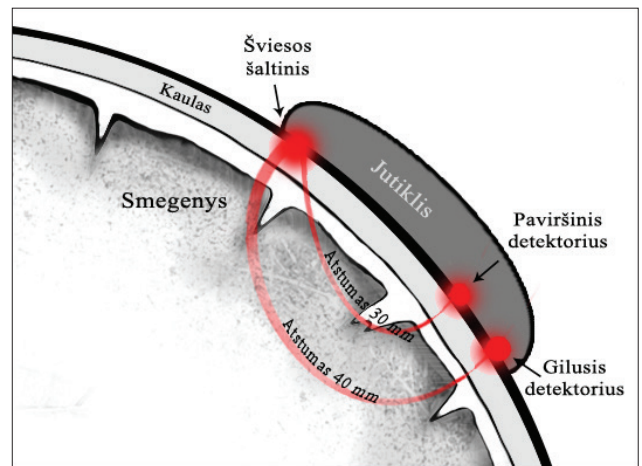
ir bendrąją miego arterijas kraujo pritekėjimas į smegenis dar labiau sumažėja, tuomet smegenų aprūpinimas krauju priklauso nuo kolateralinių ir Vilizijaus žiedo kraujagyslių būklės [5,7]. Atsižvelgiant į anksčiau įvardytus hipoperfuzijos mechanizmus, galima teigti, jog tai turi įtakos smegenų hiperperfuzijos sindromui (SHS) atsirasti po operacijos [10], nes pašalinus aterosklerozines plokšteles pagerėja kraujo pritekėjimas į smegenis. SHS gali pasireikšti iškart po endarterektomijos arba per 4 savaites po atliktos operacijos (pagrindiniai požymiai – galvos skausmas, vėmimas, traukuliai, vangumas, blogiausiu atveju – smegenų insultas ir mirtis) [5,7,10]. Pagal Pennekamp ir bendraautorius [10], SHS galima nustatyti operacijos metu matuojant galvos smegenų kraujotaką TKD. Pašalinus aterosklerozinę plokštelę ir užsiuvus arteriją, 3 minučių laikotarpiu po arterijos atspaudimo vidutiniam kraujotakos greičiui VSA padidėjus daugiau nei 100 proc. (lyginant su pradiniu greičiu, pamatuotu prieš operaciją), yra diagnozuojama smegenų hiperperfuzija, kuri nekoreguojama gali komplikuotis SHS ir nepageidaujamomis baigtimis. Pennekamp ir bendraautorių 2012 m. publikacijoje buvo nagrinėjami ir lyginami dviejose Vokietijos ligoninėse atlikto tyrimo rezultatai [10]. Juose atsispindėjo TKD vertė nustatant SHS po miego arterijos endarterektomijos (pasireiškus EEG asimetrijai ar vidutinio kraujotakos greičio sumažėjimui daugiau kaip 60 proc. nuo pradinio dydžio, pamatuoto TKD, operacijos metu buvo naudojamas šuntas, siekiant išvengti smegenų išemijos). Tyrime dalyvavusiems 184 pacientams (duomenys surinkti retrospektyviai 2004–2010 m. laikotarpiu abiejose ligoninėse) buvo atliekama vidinės miego arterijos endarterektomija monitoruojant vidutinį VSA kraujotakos greitį TKD keturis kartus: prieš operaciją, prieš užspaudžiant miego arteriją, atleidus arterinius spaudukus bei pooperaciniu laikotarpiu. Apdorojus rezultatus buvo nustatyta, kad 16 pacientų (9 proc.) vidutinis kraujotakos greitis padidėjo daugiau kaip 100 proc. operacijos metu, o 22 pacientams (12 proc.) – pooperaciniu laikotarpiu. 10 pacientų (5 proc.) buvo nustatytas SHS: 2 iš jų buvo padidėjęs vidutinis kraujotakos greitis operacijos metu, o 8 – pooperaciniu laikotarpiu. Padaryta išvada, jog papildomas smegenų kraujotakos monitoravimas naudojant TKD ankstyvuju pooperaciniu laikotarpiu yra naudingesnis tikslesnei SHS prognozei po endarterektomijos negu monitoravimas tik operacijų metu.

Anksčiau minėti hipoperfuzijos mechanizmai turi įtakos ne tik SHS atsirasti, bet ir smegenų išemijai išsivystyti. Reikėtų nepamiršti Mani ir Absalom teiginio apie intraoperacinės embolijos arba jos rizikos nustatymą naudojant TKD [6]. Atsižvelgiant į operacijos etapus, embolijos palaidžiamasis mechanizmas gali vystytis atskiriant miego arteriją nuo aplinkinių audinių, ją įpjauant, atspaudžiant

arterijų spaustukus, naudojant šuntą arba per pirmąsias 12 valandų po operacijos [11]. TKD galima aptikti signalus, kurie atspindi mikroembolų formavimąsi ir poslinkį pradiname endarterektomijos etape atliekant arterijos išpreparavimą. Taip pat yra duomenų, jog dauguma mikroembolų skleidžiamų signalų (daugiau kaip  $50^{-1}$ ) koreliuoja su padidėjusiu pooperacinių neurologinių komplikacijų pasireiškimu [4].

**Smegenų audinio oksimetrija (SAO).** Tai neinvazinis smegenų monitoringo metodas, kuris paremtas artimų infraraudoniesiems spindulių atspindžio spektroskopija [12,13]. Juo galima išmatuoti kaktinės skilties žievės regioninį deguonies išotininimą ( $rSO_2$ ). Tai – puikus metodas pacientams, kuriems negalima pritaikyti kraujotakos stebėjimo naudojant TKD dėl blogai ultragarsui laidžių kaulų [3,5,12]. Tačiau SAO metu gali būti monitoruojama tik vietinė kaktinės skilties, maitinamos priekinės galvos smegenų arterijos, būklė, o perfuzijos pokyčiai kitose smegenų vietose gali išlikti nepastebėti [13]. Metodika (1 pav.): ant kaktos klijuojamas jutiklis yra sudarytas iš šviesos šaltinio (*ang. light-emitting diode (LED)*) ir nuo jo skirtingu atstumu nutolusių dviejų grįžtamųjų signalų detektorių – paviršinio (nutolęs 30 mm) ir giliojo (nutolęs 40 mm) [13–15]. Šviesos šaltinis išspinduliuoja skirtingo ilgio artimas infraraudoniesiems spinduliams bangas, kurios besiskverbdamos į smegenų audinį yra sugeriamos arba atspindimos. Detektoriai užfiksuoja grįžtančiąsias šviesos bangas. Matavimai yra pagrįsti skirtingomis oksihemoglobino ( $HbO_2$ ) ir deoksihemoglobino absorbcijos savybėmis:  $HbO_2$  sugeria mažiau raudonos šviesos (600–750 nm) ir daugiau infraraudonųjų spindulių (850–1000 nm) nei deoksihemoglobinas [13,15].  $HbO_2$  nustatymas šiuo metodu užtikrina nuolatinį neinvazinį stebėjimą operacijų metu ir atspindi pusiausvyrą tarp smegenų deguonies poreikio ir jų aprūpinimo deguonimi [13,16].

Alia ir bendraautorai [16] aprašė kelių tyrimų rezultatus, kuriuose buvo pabrėžta didelė koreliacija tarp SAO ir kitų galvos smegenų būklės stebėjimo metodų endarterektomijų metu. Stebėta ryški koreliacija tarp  $rSO_2$  pokyčių ir TKD išmatuoto VSA vidutinio kraujotakos greičio. Taip pat aprašyta ryški koreliacija tarp  $rSO_2$  sumažėjimo ir galvos smegenų žievės SSSP išnykimo po miego arterijos perspaudimo operacijos metu. Viename tyrime buvo lyginti atgalinio slėgio vidinėje miego arterijoje (VMA) ir  $rSO_2$  pokyčiai: ištyrus 37 pacientus nustatyta, jog atgalinio slėgio rezultatams esant 25 mmHg ir 50 mmHg atitinkamai buvo stebėtas  $rSO_2$  sumažėjimas – apie 15 proc. ir 30 proc. [13,16]. Lyginant SAO ir budrumo testą (*ang. Wake-up test*) keliuose atliktuose tyrimuose, buvo nustatyta, jog ribinė  $rSO_2$  santykinio sumažėjimo reikšmė, kada dėl



1 pav. „Smegenų audinio oksimetrija (metodika)“

D. Urbanaitės iliustracija

smegenų hipoperfuzijos reikėjo panaudoti laikinąjį arterinį šuntą, svyravo tarp 11 ir 27 proc. [16].

Samra ir bendraautorai [17] retrospektyviai nagrinėjo pacientų, kuriems buvo atliekama endarterektomija vietinėje nejauroje, SAO duomenis. Tyrimu nustatyta, kad tiksliausia ribinė  $rSO_2$  reikšmė, laikoma smegenų išemijos požymiu, yra 20 proc. sumažėjimas nuo pradinės nustatytos reikšmės (jautrumas 80 proc., specifiskumas 82,2 proc.). Tačiau kiti tyrėjai teigia, jeigu pradinė  $rSO_2$  reikšmė yra mažesnė nei 50 proc., tai 15 proc. sumažėjimas nuo pradinės reikšmės operacijos metu yra laikomas kritiniu smegenų išemijos požymiu [13,16].

Pagal Pennekamp ir bendraautorius [12], SAO taip pat gali būti naudinga nustatant pooperacinį SHS. Jų nagrinėtose dvejose publikacijose apie SAO pritaikymą ir SHS išsivystymą yra pateikiamos gana aiškios išvados: visų pacientų, kuriems diagnozuotas SHS,  $rSO_2$  vertės po kraujagyslės perspaudimo buvo 5 proc. didesnės nei nustatytos pradinės, ir prieš atspaudžiant kraujagyslę operacijos pabaigoje jas viršijo 10 proc. Remiantis šiais duomenimis SAO yra vertinama kaip turinti teigiamą prognostinę reikšmę nustatant SHS, kadangi rezultatai atrodo patikimi, nors remiasi tik dviem atliktais tyrimais. Ateityje tikimasi SAO naudoti nustatant SHS pooperaciniu laikotarpiu pacientams, kuriems yra šio sindromo rizika, tačiau tai turi būti patvirtinta tolimesniais klinikiniais tyrimais.

**Elektroencefalografija (EEG).** Centrinė nervų sistema (CNS) produkuoja elektrinius impulsus, kurie EEG gali būti registruojami įvairias dažniais; šie grupuojami į keturias grupes: delta ( $\delta$ , 0–3 Hz), teta ( $\theta$ , 4–7 Hz), alfa ( $\alpha$ , 8–12 Hz) ir beta ( $\beta$ , 13–24 Hz) [18]. Taip pat yra svarbus ryšys tarp EEG ir normalios vidutinės smegenų kraujotakos (50 ml/100g/min.). Teoriškai, jai sumažėjus iki 20–22 ml/100g/

min., tai neturės jokios įtakos smegenų funkcijai bei EEG pokyčiams [19]. Tačiau šiai sumažėjus iki 12–15 ml/100g/min. [3,6] (10–22ml/100g/min., remiantis [19]) EEG yra registruojami smegenų elektrinio aktyvumo pokyčiai, kurie traktuojami kaip smegenų išemijos ir neuronų pažeidimo pradžia. Pokyčiai užfiksuojami, kadangi dėl išemijos sumažėja smegenų elektrinis aktyvumas (išemijos metu pirmenybė yra teikiama ląstelių integralumui, o ne elektriniam aktyvumui palaikyti) [6]. Pokyčiai pirmiausia pasireiškia greitų dažnių slopinimu ( $\alpha$  ir  $\beta$ ) su sąlyginiu lėtųjų dažnių padidėjimu ( $\theta$  ir  $\delta$ ), o vėliau – signalo amplitudės sumažėjimu. Tai įvyksta praėjus nuo 20 sek. iki 3 min. po miego arterijos užspaudimo, dažniausiai toje pačioje pusėje kaip ir operuojama arterija. Tačiau gali pasireikšti ir priešingos pusės arba netgi abipusiai EEG užregistruoti pokyčiai, esant priešingos miego arterijos okliuzijos atvejui [19]. Būtina prisiminti, kad EEG dažnių pokyčiams įtakos taip pat gali turėti ir anestezijos gylys,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ , hematokritas bei kūno temperatūra [6,18].

Costas Michaelides ir bendraautoriai [20] 2010 m. pristatė apie 80 metų pacientės atvejį, jai endarterektomijos metu užregistruoti EEG pokyčiai buvo traktuoti kaip galimos embolijos į smegenų kraujagysles pasekmė. Operacijos metu, atskiriant miego arteriją iš aplinkinių audinių, elektroencefalograma tapo labai asimetriška, išsivystė staigus greitų dažnių sulėtėjimas ir susilpnėjimas daugiau kaip 50 proc. (priekiniame–centriniame kairiojo smegenų pusrutulio regione). Įvertinus situaciją buvo nuspręsta, jog arterinis kraujospūdis, širdies susitraukimų dažnis bei naudojami anestetikai tam įtakos neturėjo. Nusprendus tęsti operaciją, laikinasis arterinis šuntas nebuvo naudojamas (jis taip pat turi įtakos embolijos vystymuisi [11]). Atvėrus kraujagyslę ir nustačius galimą embolijos šaltinį (išopėjusią, trompais padengtą aterosklerozinę plokštelę), į veną buvo suleista audinių plazminogeno aktyvatoriaus (t-PA). Praėjus 15 min. pradėjo gerėti ir į pradinį lygmenį sugrįžo EEG rodmenys. Naudojant doplerį buvo įvertinta puiki vidinės miego arterijos būklė bei kraujotaka. Pooperaciniu laikotarpiu neurologinė pacientės būklė išliko stabili (kalba nesutriko, gerai valdė galūnes, neįjautė silpnumo). Atlikus galvos ir kaklo magnetinio rezonanso tomografiją su angiografija nebuvo rasta ūmių išeminių ar hemoraginių pokyčių bei arterijų okliuzijos. Nors aprašytas tik vienas toks atvejis, autoriai [20] teigia, kad EEG yra naudinga nustatant smegenų kraujotakos pokyčius, sąlygotus embolijos, kuri buvo gydyta t-PA. Tačiau norint patvirtinti EEG naudingumą tokiais atvejais, reikalingti tolimesni tyrimai.

**Sukeltieji somatosensoriniai potencialai (SSSP).** SSSP metodas paremtas periferinio nervo stimuliacija, dėl kurios impulsas sklinda pirmos ir antros eilės neuro-

nais bei smegenų kamieno sinapsėmis iki sužadindamas atsaką somatosensorinėje žievės zonoje [6,7]. Yra autorių, teigiančių, jog SSSP yra pranašesnis neuromonitoringo metodas nei rutininė EEG, kadangi juo galima įvertinti išeminius pokyčius ne tik smegenų žievėje, bet ir požievinėse struktūrose [7]. Jean – Michel Guérit savo eksperimentinio tyrimo su gyvūnais publikacijoje [19] teigia, jog SSSP pranašumas prieš EEG nėra labai didelis. Nagrinėdamas SSSP ryšį su smegenų kraujotaka, Guérit aprašė tyrimą su anestezuojamais babuiniais, kuris parodė žievės SSSP amplitudės sumažėjimą, kai smegenų kraujotaka buvo 16–20 ml/100g/min., centrinio laidumo laiko padidėjimą kraujotakai esant mažiau nei 15 ml/100g/min. ir smegenų žievės SSSP dingimą smegenų kraujotakai esant 12–15 ml/100g/min. Įvertinus tokius duomenis buvo traktuota, kad SSSP išnyksta, kai smegenų kraujotaka yra 20 proc. mažesnė nei ta, kuriai esant sukeliamas izoelektriškumas EEG. Toje pačioje publikacijoje taip pat buvo pateikti duomenys apie vienmomentį EEG ir SSSP monitoravimą miego arterijų endarterektomijų metu. Įvertinus rezultatus, SSSP buvo pripažintas mažiau jautriu, tačiau specifiskesniu metodu nustatant smegenų išemiją nei EEG. Anot Mackevičiaus ir bendraautorių [7] anestetikai gali sumažinti SSSP amplitudę, o Guérit [19] teigia, jog SSSP yra mažiau jautrus anestetikams nei EEG. Taip pat, taikant SSSP sudėtingiau vertinti išeminius pokyčius po buvusio insulto, kada yra sutrikęs impulso perdavimas [7]. Tačiau neturėtų būti pamiršta, kad reikšmingiems hemodinamikos sutrikimams ir smegenų išemijos priežastiai (mikroembolams) operacijų metu nustatyti pirmo pasirinkimo metodas išlieka TKD.

Whiten ir Gunning [3] 2009 m. publikacijoje lygino metodus, kurie taikomi smegenų kraujotakai monitoruoti miego arterijų endarterektomijų metu. Išnagrinėję įvairių metodų reikšmę smegenų išemijai nustatyti, priėjo išvados, jog EEG dažnai būdingi klaidingai teigiami rezultatai ir yra sunku iš karto interpretuoti neapdorotus duomenis. Šis metodas neaptinka išemijos požievinėse struktūrose bei yra mažai jautrus pacientams, patyrusiems smegenų insultą. Kalbant apie SSSP – metodas nėra specifiskesnis ir jautresnis nei EEG (galima būtų teigti, jog jie yra vienos vertės). TKD įvertintas kaip mažai naudingas metodas nustatant smegenų išemiją, nes 15–20 proc. žmonių šis metodas nėra vertingas dėl blogai ultragarsui pralaidžių kaulų (tą įvardijo ir Mackevičius su bendraautoriais [5]), tačiau šio metodo didžiausias pliusas – susidariusių embolų nustatymas, ypač atliekant pastovų monitoravimą visos operacijos metu.

**Atgalinio kraujo slėgio matavimas [5]** – didelio specifiskumo, bet mažo jautrumo metodas. Tai operacijos metu per adatą su monometru išmatuotas slėgis vidinėje miego

arterijoje prieš tai užspaudus bendrąją ir išorinę miego arterijas. Atgalinės kraujo srovės slėgis VMA atspindi perfuzinį slėgį, esantį Vilizijaus rato kraujagyslėse. Nėra bendro sutarimo dėl kritinės slėgio ribos, kurios vertė inicijuotų operacijų metu naudoti intraarterinį šuntą, norint išvengti smegenų išemijos. Be to, šis metodas turi trūkumų: tiksliai nežinoma, kokio diametro adata reikėtų punktuoti arteriją, anatomicinės kraujagyslių ypatybės, stenozės vieta bei pasirinktas nejaunos būdas (vietinė arba bendrinė) taip pat turi įtakos atgalinio slėgio matavimui ir gali iškreipti rezultatus.

Jungo venos stormens  $SpO_2$  matavimas yra gana brangus, sudėtingas, klinikinėje praktikoje rečiau naudojamas metodas [3].

Daugelio šaltinių teigimu [3,6], geriausias būdas objektyviai vertinti pacietų neurologinę būklę – endarterektomijų metu (taikant vietinę nejauną) esantis sąmoningas pacientas (*ang. Wake-up test*). Ypač svarbus žodinis kontaktas po miego arterijos perspaudimo. Motorinė funkcija vertinama prašant paciento pajudinti rankas, suspausti kumščius, gali būti duodamas pypsintis žaislas arba skysčio pripildytas maišelis, prijungtas davikliu prie spaudimą matuojančio aparato, ir prašoma jį maigyti [3,5]. Kartu yra įvertinama ir paciento orientacija vykdant paliepiumus. Pastebėjus, kad pacientas pavargo ar sulėtėjo jo reakcija, nustojo kalbėti ir vykdyti paliepiumus, reikėtų įtarti smegenų hipoperfuziją ir kuo skubiau užkirsti kelią išemijos vystymuisi naudojant arterinį šuntą [3]. Nors šis būdas laikomas geriausiu, Mani ir Absalom [6] kaip trūkumą įvardija „protarpinį stebėjimą“, dėl kurio gali būti praleisti esminiai kritiniai pokyčiai operacijos metu. Dėl to šiuo metodu 100 proc. pasitikėti nereikėtų.

### Apibendrinimas

Šiuo metu nėra nustatyta, kokį neuromonitoringo metodą taikant baigtys po endarterektomijų operacijų yra geriausios.

Kalbant apie TKD, vis dar diskutuojama dėl hemodinamiškai reikšmingos kraujotakos greičio VSA sumažėjimo reikšmės, turinčios įtakos išemijai išsivystyti. Tačiau yra nustatytas reikšmingas šio greičio padidėjimas, kuris leidžia diagnozuoti smegenų hiperperfuziją, galinčią komplikuotis SHS.

Vis populiarejanti neinvazinė SAO labai gerai atspindi pusiausvyrą tarp smegenų deguonies poreikio ir jų aprūpinimo deguonimi vietiniuose kaktinės skilties segmentuose, tačiau perfuzijos pokyčiai kitose smegenų vietose gali išlikti nepastebėti. Todėl, autorių teigimu, šio metodo informatyvumas išauga jį derinant su kitais tyrimais.

EEG registruojamo smegenų elektrinio aktyvumo ryškus sumažėjimas priklauso nuo smegenų kraujotakos ne-

pakankamumo ir yra trauktuojamas kaip smegenų išemija bei neuronų pažeidimas. Tačiau šio metodo duomenys yra iškreipiami anestezijos gylio,  $PaO_2$  bei kitų veiksnių, todėl reikėtų atidesnės EEG interpretacijos.

SSSP pripažintas mažiau jautriu, tačiau specifiskesniu metodu nustatant smegenų išemiją nei EEG. Tačiau papildomi veiksniai, tokie kaip anestetikai, gali iškraipyti tyrimo rezultatus, o ankstesni išeminiai pažeidimai gali pasunkinti rezultatų interpretaciją, ypač esant nukentėjusiai motorikai ir sutrikusiam elektrinio impulso perdavimui.

Atliekant tyrimus gaunami duomenys yra kontraversiški ir labai priklauso nuo pacientų būklės prieš operaciją, nuo rizikos faktorių, kurie daro įtaką tiek operacinės taktikos, tiek neurostebėsenos metodo pasirinkimui. Taigi pagrindinis uždavinys gydytojams–tyrėjams yra nenuleisti rankų ir toliau ieškoti tinkamiausio neuromonitoringo metodo arba jų derinio, kurie padėtų išvengti komplikacijų po operaciniu laikotarpiu ir dar labiau sumažinti mirtingumą po endarterektomijų.

### Literatūra

1. Biller J, Feinberg W M, Castaldo J E, Whitemore A D, Harbaugh R E. Guidelines for carotid endarterectomy: a statement for healthcare professionals from a special writing group of the stroke council, American Heart Association. *Circulation*. 1998;97:501–509.
2. Lewis S, Warlow C, Bodenham A, Colam B, Rothwell P, Torgerson D, et al. General anaesthesia versus local anaesthesia for carotid surgery (GALA): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2008;372(9656):2132–42.
3. Whiten C, Gunning P. Carotid endarterectomy: intraoperative monitoring of cerebral perfusion. *Current anaesthesia & critical care* 2009; 20: 42–45.
4. Benington S, Pichel A C. Anaesthesia for carotid endarterectomy. *Current anaesthesia & critical care* 2008; 19: 138–149.
5. Mackevičius A., Slautaitė I., Baltrūnas T., Markevičius N., Barkauskas E., Laurikėnas K. Vidinės miego arterijos endarterektomija: su operacija susijusi rizika ir jos prevencija. *Neurologijos seminarai*, 2010; 4(16):237–241.
6. Mani V, Absalom A. Advanced neurological monitoring. *Surgery (Oxford)* 2006; 24:10, 337–340.
7. Mackevičius A, Slautaitė I, Baltrūnas T, Markevičius N, Barkauskas E, Laurikėnas K. Vidinės miego arterijos endarterektomijos saugumo kriterijai. Naujas akies arterijos kraujotakos matavimo taikymas, nustatant vidinės miego arterijos perspaudimo netoleravimą. *Medicinos teorija ir praktika*, 2010; 4(16): 467–472.
8. Cuadra SA, Zwerling JS, Feuerman M, Gasparis AP, Hines GL. Cerebral oximetry monitoring during carotid endarterectomy: effect of carotid clamping and shunting. *Vasc Endovasc Surg*. 2003; 37:407–413.

9. Bouri S, Thapar A, Shalhoub J, Jayasooriya G, Fernando A, Franklin I J, et al. Hypertension and the post-carotid endarterectomy cerebral hyperperfusion syndrome. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 41: 229–237.
10. Pennekamp C W A, Tromp S C, Ackerstaff R G A, Bots M L, Immink R V, Spiering W, et al. Prediction of cerebral hyperperfusion after Carotid Endarterectomy with Transcranial Doppler. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012; 43(4):371-6.
11. Babikian VL, Cantelmo NL. Cerebrovascular monitoring during carotid endarterectomy. *Stroke* 2000; 31:1799–1801.
12. Pennekamp CWA, Bots ML, Kappelle LJ, Moll FL, Borst GJ. The value of near-infrared spectroscopy measured cerebral oximetry during carotid endarterectomy in perioperative stroke prevention. A review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009; 38: 539–545.
13. Stoneham MD, Lodi O, Beer TCD, Sear JW. Increased oxygen administration improves cerebral oxygenation in patients undergoing awake carotid surgery. *Anaesth Analg.* 2008; 107(5):1670-5.
14. Baikoussis NG, Karanikolas M, Siminelakis S, Matsagas M, Papadopoulos G. Baseline cerebral oximetry values in cardiac and vascular surgery patients: a prospective observational study. *J Cardiothorac Surg.* 2010; 5:41.
15. Casati A, Spreafico E, Putzu M, Fanelli G. New technology for noninvasive brain monitoring: continuous cerebral oximetry. *Minerva anaesthesiol.* 2006;72:605–25.
16. Alia AM, Greenb D, Zayed H, Halawaa M, El-sakkaa K, Rashida HI. Cerebral monitoring in patients undergoing carotid endarterectomy using a triple assessment technique. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011;12(3):454-7.
17. Samra SK, Dy EA, Welch K, Dorje P, Zelenock GB, Stanley JC. Evaluation of a cerebral oximeter as a monitor of cerebral ischemia during carotid endarterectomy. *Anaesthesiology.* 2000;93(4):964-70.
18. Lascota W J. Intraoperative EEG monitoring. *Seminars in anesthesia, perioperative medicine and pain.* 2005; 24:176–185.
19. Guérit JM. Neurophysiologic (EEG, SEPs) monitoring during carotid endarterectomy (2011), 59–63. Prieiga per internetą: <http://neuromonitoring.files.wordpress.com/2011/05/ionmca-rotid.pdf>
20. Michaelides C, Nguyen T N, Chiappa K H, Kwolek C J, Simon M V. Cerebral embolism during elective carotid endarterectomy treated with tissues plasminogen activator: Utility of intraoperative EEG monitoring. *Clin Neurol Neurosurg.* 2010;112(5):446-9.

#### THE VALUE OF NEUROMONITORING METHODS DURING ENDARTERECTOMIES

**D. Bilskienė, D. Urbanaitė, A. Vilkė, G. Banevičius, A. Macas**

Key words: internal carotid artery, endarterectomy, stroke, hypoperfusion, cerebral hyperperfusion syndrome, cerebral oximetry, transcranial doppler ultrasonography, monitoring.

##### Summary

Carotid endarterectomy remains the „gold standard of treatment“ for patients with high-grade atherosclerotic carotid stenosis. The aim of this procedure is to relieve neurological symptoms, to re-establish blood flow and to prevent complications, such as cerebral ischemia, intracerebral hematoma, myocardial infarction or death. However, the procedure bears it’s own risks. At the moment of carotid artery cross-clamping, cerebral hypoperfusion may occur followed by cerebral oxygen supply decrease. Such alteration may additionally be influenced by insufficient collateral cerebral blood flow. In these situations a temporary shunt may be inserted to maintain adequate cerebral perfusion and oxygenation in order to achieve a good neurological outcome. Even though the shunting procedure can restore cerebral perfusion, it also may cause embolisation and endothelial damage which may lead to an intraoperative stroke. In order to reduce the rates of these complications, intensive neuromonitoring becomes a must. However, there are still no consensus which neuromonitoring method should be used and when the shunt should be placed. It depends on anaesthesiologists who use different techniques to determine reliable changes of cerebral perfusion and oxygenation. Therefore, this article review the current use of neuromonitoring techniques such as electroencephalography, transcranial doppler ultrasonography, cerebral oximetry, continuous clinical assessment in the awake patient during carotid endarterectomies.

Correspondence to: [dalia0220@gmail.com](mailto:dalia0220@gmail.com)

Gauta 2014-01-27