

DIFERENCINĖ HIPOVOLEMIJOS IR KUŠINGO ATSAKO DIAGNOSTIKA, NAUDOJANT HEMODINAMIKOS VERTINIMO METODUS, ANTRINIO SMEGENŲ PAŽEIDIMO PREVENCIJAI

Giedrė Zinkevičiūtė-Žarskienė¹, Diana Bilskienė¹, Andrius Macas¹

¹Lietuvos sveikatos mokslų universitetas

Raktažodžiai: galvos smegenų trauma, Kušingo atsakas, hipotenzija, hipovolemija, hemodinamikos rodikliai, antrinis galvos smegenų pažeidimas.

Santrauka

Sunki galvos smegenų trauma ir su ja susijusios komplikacijos yra viena dažniausių sergamumo ir mirštamumo priežasčių, o perioperacinis laikotarpis yra vienas iš kritiškiausių momentų, kurio metu itin svarbu išvengti ir antrinio galvos smegenų pažeidimo. Daugeliu atvejų įprasti hemodinamikos vertinimo metodai nėra patikimi dėl sunkios galvos smegenų traumas ypatumų ir jos sukkelto kompensacinio Kušingo atsako, o tai apsunkina širdies ir kraujagyslių funkcijos kitimų stebėjimą bei pacientui adekvataus gydymo parinkimą.

Įvadas

Galvos smegenų trauma yra pirmaujanti mirties ir tolimesnio neįgalumo priežastis bei didžiulė visuomenės sveikatos problema. Nors traumas sunkumas tiesiogiai priklauso nuo pirminio smegenų pažeidimo, atsiradęs antrinis smegenų pažeidimas dar labiau pablogina paciento būklę. Pagrindinės antrinio išeminio pažeidimo priežastys yra hipotenzija (sistolinis AKS <90mmHg) ir hipoksemija (PaO₂ <60mmHg), kurie tiesiogiai siejami su padidėjusiu sergamumu ir mirštamumu dėl sunkios galvos smegenų traumas. Pacientų, patyrusių galvos smegenų traumą ir hipotenziją dekompresinės kraniotomijos operacijos metu, mirštamumas, vegetacinės būklės išsivystymo dažnis bei neįgalumas yra didesni. Kitos dažnos antrinio išeminio pažeidimo priežastys yra hipoglikemija ar hiperglikemija, hipokarbija ar hiperkarbija bei padidėjęs intrakranijinis slėgis [1-3].

Intraoperacinis periodas, įskaitant ir neatidėliotiną nusklausinimą atliekant kraniotomiją, yra kritinė fazė, kurios metu pacientų pažeidžiamumas yra pats didžiausias. Intraoperacinės hipotenzijos priežastys gali būti įvairios:

nukraujavimas dėl trauminių pažeidimų, jei tai nėra vien izoliuota galvos smegenų trauma, įvairūs trauminiai, pvz., tiesioginiai širdies ar plaučių pažeidimai, neadekvati infuzoterapija, simpatinių tonų pakitimai (nugaros smegenų trauma ir neurogeninis šokas), anestetikų poveikis bei kita.

Tik greita ir tiksli diagnostika bei gydymas, taip pat visų antrinių išeminio pažeidimo rizikos veiksnių prevencija ir greita korekcija gali pagerinti tolimesnes baigtis [4].

Straipsnio tikslas - supažindinti su hemodinamikos monitoravimo galimybėmis anestezijos metu, ypač atkreipiant dėmesį į svarbą bei apribojimus, atliekant skubias neurochirurgines operacijas pacientams, patyrusiems sunkią galvos smegenų traumą.

Darbo medžiaga ir metodai

Atlikta įvairių publikacijų perioperacinio hemodinamikos vertinimo tema apžvalga ir analizė PubMed, Cochrane bei Lippincot Williams & Wilkins duomenų bazėse.

Problemos aktualumas. Anestezijos metu tiksliai nežinant intraoperacinės hipotenzijos priežasties gydymui dažniausiai pasirenkama didesnė infuzoterapijos apimtis bei vazoaktyvių medikamentų skyrimas. Čia susiduriama su dilema – per didelis infuzoterapijos kiekis gali didinti smegenų edemą, ypač esant galvos smegenų traumai, arba tapti plaučių edemos priežastimi. Kokį vazoaktyvų medikamentą turėtume pasirinkti? Ar turintį vien vazokonstriktinį poveikį? O galbūt reikalingas ir širdies inotropijos gerinimas? Nėra žinoma paciento kardiovaskulinė būklė prieš patiriant traumą, kas galėtų tapti dar vienu svarbiu naudojamų medikamentų pasirinkimo veiksniu.

Pacientams, patyrusiems sunkią galvos smegenų traumą, ir esant ženkliai intrakranijinio slėgio padidėjimui, dažnai pasireiškia vadinamasis Kušingo fenomenas, kai organizmas, bandydamas užtikrinti adekvatų smegenų perfuzinį slėgį, didina negyvybiškai svarbių organų kraujagyslių pasipriešinimą sisteminėse arteriolėse taip prioretizuodamas kraujotaką smegenims, to išraiška yra padidėjęs arte-

rinis kraujo spaudimas ir reflektorinė bradikardija. Taigi, esant sunkiai galvos smegenų traumai ir nesat intrakranijinės hipertenzijos, pacientas gali būti normo-, hiper- ar hipotenziskas, o esant neadekvačiam IKS padidėjimui, turėsime išryškėjusią arterinę hipertenziją ir bradikardiją, kas gali visiškai užmaskuoti hipovolemijos simptomus. Pašalinus šį fenomeną sukeltą veiksnį, t.y. atlikus kraniotomiją ir dekompresiją, staiga sumažėja intrakranijinis slėgis, nereikia didelio arterinio kraujospūdžio perfuziniam smegenų spaudimui užtikrinti, sisteminis arterinis kraujospūdis taip pat staiga mažėja net iki kritinių ribų [4,8,11]. Anesteziologui šis etapas tampa iššūkiu, ar tai tik fiziologinis atsakas į intrakranijinės hipertenzijos sumažėjimą? O gal tai gausus operacinis ar galimai potrauminis vidinis, nesant vien tik izoliuotai galvos smegenų traumai, nukraujavimas ir per daug restrikcinė infuzoterapija? O galbūt neurogeninis širdies pažeidimas [5,6]? Kaip tai atskirti? Kaip žinoti, kokia paciento voleminė būklė? Galime vertinti diurezę, tačiau greičiausiai galvos smegenų traumai gydyti jau buvo skirti osmодиuretikai - netikslu. Galime vertinti centrinę veninę spaudimą (CVS), tačiau neaiškios paciento šalutinės ligos, kurios gali iškreipti vertinimą, o ir pats CVS iš esmės rodo spaudimą centrinėse venose, bet ne skysčio kiekį jose (ne volemiją) – ar tai bus tikslu? Gal galime panaudoti kitus hemodinamikos vertinimo metodus? „Auksiniu standartu“ laikomas plaučių arterijos kateterizavimas ir termodiliucija ar Ficko metodas, kurių rodmenys yra tikslūs, greitai kintantys ir nesunkiai vertinami, tačiau pats tyrimo atlikimas reikalauja nemažai įgūdžių ir laiko, yra nekomfortabilus pacientui, gali sukelti daug grėsmingų komplikacijų, tokių kaip aritmijos, dešiniojo skilvelio perforacija, plaučių arterijos plyšimas ar net atsitiktinis kateterio susimazgymas [9]. Nepamirškime, jog šiai procedūrai atlikti yra reikalinga vidinės jungo ar poraktinės venos kateterizacija stambaus diametro kateteriu, kas gali pasunkinti veninio kraujo nutekėjimą iš galvos smegenų ir dar labiau padidinti jų edemą. Galima vertinti hemodinamiką ir neinvaziniu impedanso kardiografijos būdu, tačiau šio tyrimo pateikiami duomenys nėra tikslūs kritiškai sergantiesiems pacientams. Panaši situacija yra ir su pulso bangos formos analizės metodais, kuriuos siūlo daugybė medicinos technikos tiekėjų (*PiCCO*, *LiDCOrapid* ir pan.). Šie metodai yra žymiai tikslesni nei impedanso kardiografija, tačiau išlieka brangūs, jiems reikalinga speciali medicininė įranga bei periferinės arterijos kanuliacija, kas gali sukelti ir su šia procedūra susijusių komplikacijų [9]. O gal galime vizualiai įvertinti, kaip atrodo šios centrinės gyslos bei širdies ertmės ir kiek skysčio jose matome? Panaudojus transtorakalinę ar transezofaginę echokardiografiją, šią informaciją gausime tuoj pat, taip pat papildomai matysime širdies ertmių dydį, regio-

ninę širdies raumens kontrakciją, širdies vožtuvų darbą, perikardo ertmes ir atsakysime į esminį mūsų klausimą, ar yra hipovolemija [10]? Kitas veiksnys, skatinantis naudoti echokardiografiją neurochirurginių operacijų metu, yra didelė oro embolijos tikimybė, ypač hipovolemiškiems pacientams [11].

Hemodinamikos monitoravimo galimybės neurochirurgijoje. Centrinės hemodinamikos tyrimas yra neatsiejama ligonio būklės stebėjimo dalis didelės apimties operacijų metu bei ankstyvuju pooperaciniu laikotarpiu, o laiku atliktas hemodinamikos įvertinimas leidžia parinkti adekvatų gydymą, stebėti jo efektyvumą, širdies ir kraujagyslių sistemos funkciją bei jos kitimą, numatyti baigtis. Anksčiau hemodinamikos tyrimams buvo naudojami beveik išimtinai invaziniai tyrimo metodai, kurių taikymas yra apribotas, tačiau pastaruoju metu ieškoma neinvazinių tyrimo metodų, kuriuos būtų galima taikyti rutiniškai.

Klinikinėje praktikoje taikomi invaziniai hemodinamikos tyrimo metodai, reikalaujantys plaučių arterijos kateterizacijos (termodiliucijos ir Ficko metodika), neinvaziniai (impedanso kardiografija, transtorakalinė širdies echoskopija) ir „mažai invaziniai“ (transpulmoninė termodiliucija, pulso bangos formos analizė, stemplinė echoskopija ir floumetrija).

Invaziniais hemodinamikos tyrimo metodais tiesiogiai galima įvertinti dešiniųjų širdies ertmių spaudimus, sistolinį ir diastolinį plaučių arterijos bei plaučių kapiliarų spaudimą, širdies minutinį ir sistolinį tūrius. Jie yra tikslūs, informatyvūs bei dinamiški, tačiau neurochirurginiams pacientams, o ypač patyrusiems sunkių galvos smegenų traumą, šių tyrimų naudojimas yra apribotas dėl negalėjimo net trumpam atidėti operacijos, tikslu atlikti šią invazijų procedūrą, kuriai reikalinga viršutinės centrinės venos kanuliacija didelio spindžio centrinės venos kateteriu (introduiseriu) ir plaučių arterijos kateterio įkišimas, dėl galimų komplikacijų, tokių kaip pneumo- ar hemotoraksas, plaučių arterijos ar dešiniojo skilvelio perforacija bei aritmijos, pavojaus bei galimo veninio kraujo nutekėjimo iš galvos smegenų sutrukdyimo, esant kliūčiai viršutiniame tuščiosios venos baseine (didelio spindžio centrinės venos kateteris, ypač jei jis yra vidinėje jungo venoje).

Impedanso kardiografijos tyrimo metu registruojamas bazinis krūtinės ląstos elektrinis impedansas ir jo kitimas, taip apskaičiuojamas sistolinis tūris, širdies minutinis tūris bei išvestiniai rodikliai – sistolinis ir širdies indeksai, sisteminis kraujagyslių pasipriešinimas. Pradžioje impedanso kardiografijos metodas buvo pritaikytas sveikų žmonių tyrimams, tačiau dabar gali būti taikomas ir sergančių ligonių būklei vertinti, nors ir jo rodiklių klinikinė vertė vis dar yra abejotina.

Širdies minutinio tūrio tyrimas, stebint CO₂ iškvėpiamų dujų mišinio pokyčius, remiasi Ficko teorija, pagal kurią širdies minutinis tūris yra proporcingas deguonies sunaudojimui, padalintam iš deguonies kiekio skirtumo arteriniame ir veniniame kraujyje. Širdies minutinis ir sistolinis tūriai apskaičiuojami iš deguonies frakcijos kitimo kvėpavimo mišinyje, pakartotinai įkvėpiant iškvėptą orą. Ligoniams tyrimo metu būtina trachėjos intubacija ir dirbtinė plaučių ventilacija, kas yra lengvai pasiekama operuojant sunkią galvos traumą patyrusius ligonius, tačiau tyrimo rodiklių klinikinė vertė iki galo nėra aiški.

Floumetrijos metodas pagrįstas perstempliniu echoskopiniu tyrimu. Tai M bei Doplerio režimų derinys: M–režimas skirtas aortos skersmeniui įvertinti, Doplerio signalas – tėkmės greičiui nustatyti. Centrinės floumetrijos metodu tiesiogiai nustatoma kraujo tėkmė ir sistolinis tūris nusileidžiančiojoje aortoje, kairiojo skilvelio išstūmimo laikas, akceleracija, didžiausias kraujo tėkmės greitis, aortos spindis. Kiti rodikliai yra išvestiniai: sisteminis kraujagyslių pasipriešinimas, širdies indeksas, sistolinis indeksas. Floumetrijos metodas yra tik viena iš galimybių vertinti hemodinamikos rodiklius, kurias suteikia sparčiai besivystanti echokardiografija.

Tiek transtorakalinė, tiek ir perstemplinė echokardiografija, kuri gali būti priskiriama ir prie „mažai invazinių“ hemodinamikos tyrimo metodų, leidžia įvertinti platų spektrą hemodinamikos rodiklių, tokių kaip širdies ertmių sistolinius ir diastolinius dydžius bei iš jų išskaičiuojamas reikšmes, širdies raumens regioninę kontrakciją, širdies vožtuvų funkciją, tuščiosios venos tūrį ir plautinės kraujotakos tipą. Echokardiografijos metu galime taip pat nustatyti ir oro emboliją, kuri dažniau pasitaiko neurochirurginių operacijų metu. Tyrimas yra lengvai prieinamas neurochirurginių operacijų metu, tačiau reikalauja tyrėjo įgūdžių bei patirties.

Pulso bangos formos analizė – tai „mažai invazinis“ hemodinamikos tyrimo metodas, kurio metu vertinamos kraujo spaudimo bangos savybės. Tyrimui atlikti reikalinga periferinės arterijos bei centrinės ar periferinės venos, priklausomai nuo gamintojo (PiCCO, LiDCOrapid, FloTrac), kanuliacija tiksliai monitoriaus kalibracijai. Centrinės venos kateterizavimo apribojimus bei komplikacijas neurochirurginių operacijų metu aptarėme anksčiau. Tyrimas yra pakankamai patikimas, mažai invazyvus, o jo platesnį naudojimą stabdo priemonių stoka ir metodo brangumas.

Nurodoma, kad neinvaziniai metodai, nors ir nesukelia komplikacijų, tačiau pasižymi mažesniu patikimumu, priklausomai nuo gydytojo, atliekančio tyrimą, įgūdžių ir technikos, jų taikymą riboja neišspręstas metodų patikimumo klausimas ar taikymo nepatogumas.

Išvados

Sunki galvos smegenų trauma ir su ja susijusios komplikacijos yra viena dažniausių jaunų ir vidutinio amžiaus žmonių sergamumo ir mirštamumo priežasčių. Deja, pirminio pažeidimo mes negalime paveikti, tačiau išvengti pagrindinių antrinio smegenų pažeidimo rizikos veiksnių, ypač tokių kaip hipotenzija ir hipoksija, privaloma. Nepavyko rasti atliktų mokslinių tyrimų, kurie nagrinėtų hemodinamikos svyravimų kilmę bei jų diferenciaciją dekompresinės kraniotomijos metu, pacientams patyrusiems sunkią galvos smegenų traumą. Tikime, jog tokių mokslinių tyrimų vystymas galėtų palengvinti sudarant sunkią galvos traumą patyrusių pacientų gydymo protokolus, ypač valdant įvairius hemodinamikos svyravimus bei pasirenkant vazoaktyvius ar inotropinius medikamentus.

Literatūra

1. Sharma D, Brown MJ, Curry P, Noda S, Chesnut RM, Vavilala MS. Prevalence and Risk Factors for Intraoperative Hypotension During Craniotomy for Traumatic Brain Injury. *J Neurosurg Anesthesiol* 2012; 24: 178-184.
2. Miller P, Mack CD, Sammer M, Rozet I, Lee LA, Muangman S et al. The Incidence and Risk Factors for Hypotension During Emergent Decompressive Craniotomy in Children With Traumatic Brain Injury. *Anesthesia & Analgesia* 2006; 103: 869-875.
3. Kinoshita K, Kushi H, Sakurai A, Utagava A, Saito T, Moriya T et al. Risk factors for intraoperative hypotension in traumatic intracranial hematoma. *Resuscitation* 2004; 60: 151-155.
4. Sharma D, Vavilala MS. Perioperative Management of Adult Traumatic Brain Injury. *Anesthesiol Clin* 2012; 30: 333-346.
5. Krishnamoorthy V, Sharma D, Pratheep S, Vavilala M, Myocardial Dysfunction in Acute Traumatic Brain Injury Relieved by Surgical Decompression. *Case Reports in Anesthesiology* 2013; Article ID 482596, 4. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/482596>.
6. Gregory T, Smith M. Cardiovascular complications of brain injury. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 2011. <http://ceacep.oxfordjournals.org/content/early/2011/12/21/bjaceaccp.mkr058>
7. Chatterjee N, Koshy T, Misra S, Superna B. Changes in left ventricular preload, afterload, and cardiac output in response to a single dose of mannitol in neurosurgical patients undergoing craniotomy: a transesophageal echocardiographic study. *J Neurosurg Anesthesiol* 2012; 24: 25-29.
8. Sellman T, Miersch D, Kienbaum P, Flohe S, Schneppendahl J, Lefering R. The Impact of Arterial Hypertension on Polytrauma and Traumatic Brain Injury. *Dtsch Arztl* 2012; 109: 849-856.
9. Connor CW. Commonly Used Monitoring Techniques. In Barash PG, Cullen BF, editors. *Clinical Anesthesia*. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins 2013; 699-722.
10. Perrino AC, Popescu WM, Skubas NJ. Echocardiography. In Barash PG, Cullen BF, editors. *Clinical Anesthesia*. 7th ed.

Philadelphia: Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins 2013; 723-761.

11. Dagal A, Lam AM. Anesthesia for Neurosurgery. In Barash PG, Cullen BF, editors. Clinical Anesthesia. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins 2013; 996-1029.

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF HYPOVOLEMIA AND CUSHING'S RESPONSE IN TRAUMATIC BRAIN INJURY PATIENTS, USING HEMODYNAMIC ASSESSMENT METHODS, TO PREVENT SECONDARY BRAIN DAMAGE

G. Zinkevičiūtė-Žarskienė, D. Bilskienė, A. Macas

Key words: traumatic brain injury, Cushing response, low blood pressure, hypovolemia, hemodynamic parameters, secondary brain damage.

Summary

Traumatic brain injury is the leading cause of death and further cause of disability and a major public health problem. Although the severity of the injury depends directly on the primary brain injury, secondary brain injury deteriorates the outcomes. The main causes of secondary ischemic injury include hypotension (systolic blood pressure <90mmHg) and hypoxaemia (PaO₂<60mmHg), which are directly associated with increase of morbidity and mortality due to severe traumatic brain injury. Hypoxia and hypotension

during decompressive craniotomy are independently associated with significant increases in vegetative state development and higher frequency of disability.

Intraoperative period, including immediate anaesthesia during urgent craniotomy, is a critical moment for these patients. Their intraoperative hypotension can be caused by various factors, such as blood loss due other traumatic injuries, direct pulmonary or heart disorders, sympathetic tone lesions (spinal cord injury and neurogenic shock), potent anesthetic medicaments action or current hypovolemia and inadequate infusion therapy. How to solve this situation? Usually we choose a larger infusion therapy and vasoactive drugs. Is it really a best solution for the patient?

Severe brain trauma and related complications are the most common morbidity and mortality causes in young and middle-aged people. The initial injury we can not influence, but to avoid the major secondary brain injury risks, especially such as hypotension and hypoxia, are required.

Only quick and accurate diagnosis, secondary risk factors prevention and immediate treatment may improve the outcomes.

Correspondence to: giedre_z@yahoo.com

Gauta 2014-12-22