

## ZAŠTO NADZIRATI MOŽDANE DESATURACIJSKE DOGAĐAJE TIJEKOM OPERACIJA U SJEDECÉM POLOŽAJU?

IVANA HARŠANJI DRENJANČEVIĆ, SLAVICA KVOLIK, DOMAGOJ DRENJANČEVIĆ<sup>1</sup>,  
INES DRENJANČEVIĆ<sup>2</sup> i DANIJELA GULAM<sup>3</sup>

*Klinički bolnički centar Osijek, Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet, Katedra za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu, Osijek; <sup>1</sup>Klinički bolnički centar Osijek, Klinički zavod za transfuzijsku medicinu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet, Katedra za mikrobiologiju, parazitologiju i kliničko-laboratorijsku dijagnostiku, Osijek; <sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet, Katedra za fiziologiju i imunologiju, Osijek i <sup>3</sup>Klinički bolnički centar Split, Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu, Split, Hrvatska*

Moždani oksimetri se koriste u novije vrijeme za nadzor nad regionalnom moždanom oksigenacijom tijekom kirurških zahvata kod kojih se očekuje hemodinamska nestabilnost bolesnika. Jedan od takvih zahvata je operacija ramena u sjedećem položaju, koji se u inozemnoj literaturi naziva "the beach chair position" (engl. BCP). Hipotenzija koja se javlja nakon pozicioniranja bolesnika u sjedeći položaj dovodi do pada perfuzijskog tlaka u mozgu što bi moglo predisponirati potencijalni cerebrovaskularni incident. Cerebralni desaturacijski događaji (engl. cerebral desaturation events, CDE's) predstavljaju pad vrijednosti zasićenosti kisika u mozgu za 20 % u odnosu na bazalnu vrijednost mjerenu s moždanim oksimetrom INVOS (engl. *In Vivo Optical Spectroscopy*, INVOS 5100; Somanetics Corp., Troy, Michigan, USA). Zbog tih potencijalnih desaturacijskih događaja koji bi mogli biti štetni za neurološku funkciju istraživači i kliničari stalno nastoje pronaći odgovarajuće metode za nadzor nad moždanom perfuzijom kao i vezu između hipotenzije, smanjene perfuzije mozga, smanjene zasićenosti mozga kisikom i neuroloških incidenata kod bolesnika tijekom artroskopije ramena u sjedećem položaju.

**Cljučne riječi:** sjedeći položaj, intraoperacijski nadzor, moždana saturacija kisikom, arterijski tlak, moždana hipoksija

**Adresa za dopisivanje:** Ivana Haršanji Drenjančević, dr. med.  
Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu  
Klinički bolnički centar Osijek  
Josipa Huttlera 4  
31 000 Osijek, Hrvatska  
E-pošta: ihdrenjan@gmail.com  
Tel: +38531511502; faks: +38531512205

### NADZOR NAD MOŽDANOM OKSIGENACIJOM

Regionalni moždani oksimetri se koriste u novije vrijeme za nadzor nad regionalnom moždanom oksigenacijom tijekom kirurških zahvata kod kojih se očekuje hemodinamski nestabilan bolesnik.

Takve operacije su operacija srca (1), abdominalne operacije koje zahtijevaju anti-Trendelenburgov položaj (2), torakalni kirurški zahvati s ventilacijom jednog plućnog krila, neurokirurški zahvati u stražnjoj lubanjskoj jami, endarterektomija karotida (3) i operacije ramena u sjedećem položaju, koji se u inozemnoj literaturi često naziva "the beach chair position"

(engl. skraćenica BCP) (4). Postavljanje bolesnika u posebne položaje potrebne za određene kirurške zahvate iznimno je važno za kirurga zbog vizualizacije kirurškog polja, ali pokreće različite fiziološke mehanizme regulacije za prilagodbu na novi položaj tijela (5). Tijekom postavljanja bolesnika iz ležećeg u druge položaje tijela, kao što je to sjedeći položaj, zbog gravitacijskog utjecaja dolazi do redistribucije cirkulirajućeg volumena krvi u trbuh i udove (6). Anestezirani bolesnici imaju promijenjeni simpatički odgovor na promjene položaja tijela, koji dovodi do hipotenzije, posebno prigodom postavljanja iz ležećeg u sjedeći položaj (7). Sistemska arterijsku hipotenziju prati pad perfuzijskog tlaka u mozgu, što može dovesti do po-

tencijalnog cerebrovaskularnog štetnog događaja. U literaturi postoji nekoliko prikaza slučaja koji opisuju sljepoću, oftalmoplegiju (8), postoperacijsku cerebralnu ishemiju s trajnim vegetativnim stanjem i moždanu smrt bolesnika nakon ovakvih operacija ramena u sjedećem položaju (9,10). Kao odgovor na pad perfuzijskog tlaka ispod auto-regulacijske krivulje u mozgu pokreće se centralni odgovor na ishemiju koji potiče aktivnost simpatikusa što dovodi do generalizirane vazokonstrikcije i posljedičnog povišenja arterijskog i perfuzijskog tlaka. Ovaj zaštitni neurogeni refleks može biti utišan zbog utjecaja anestetika na odgovor simpatikusa (11). Bolesnici kod kojih je indicirana operacija ramena se nakon uvida u anesteziju postavljaju u sjedeći položaj s nagibom gornjeg dijela operacijskog stola za 60-80° (12) (sl. 1). Stupanj nagiba operacijskog stola i gornjeg dijela tijela, prema nekim autorima, dovodi do više hemodinamskih promjena i promjena u moždanoj perfuziji (13). Postoji povezanost između sjedećeg položaja i drugih neželjenih događaja poput zračne embolije, oštećenja okcipitalnih i supraorbitalnih živaca kao i ozljeda drugih organa uzrokovanih hipoperfuzijom (14,15). Sjedeći položaj tijekom operacije je veliki izazov anesteziologu zbog



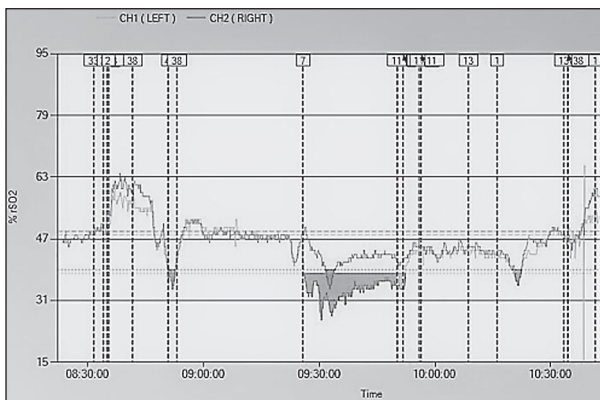
Sl. 1. Sjedeći položaj tijekom operacije ramena  
(nacrtao Luka Petrak)

posljedične hipotenzije i regulacije arterijskog tlaka (16). Bolesnici koji imaju hipertenziju imaju izmijenjene fiziološke mehanizme regulacije i njihova krivulja auto-regulacije arterijskog tlaka je pomaknuta prema višim vrijednostima (17). Vrlo je teško odrediti koje su to najniže prihvatljive vrijednosti arterijskog tlaka

u zdravih dobrovoljaca, jer su najniže vrijednosti kod kojih je moždana auto-regulacija funkcionalna vrlo individualne i promjenjive, a još je stoga teže odrediti koja je to vrijednost kod bolesnika s hipertenzijom i cerebrovaskularnim bolestima u anamnezi (18). Prema nekim autorima, antihipertenzivi koje bolesnik uzme prije operacije, zajedno s anestheticima još više snižavaju arterijski tlak tijekom operacije ramena u sjedećem položaju u odnosu na bolesnike koji nemaju hipertenziju (19). Dokazano je da bolesnici tijekom ovih operacija uz sistemsku hipotenziju imaju smanjenu perfuziju mozga (mjeranjem brzine protoka transkranijalnim doplerom u arteriji cerebri mediji) (20). Meex i sur. su proveli prospektivnu opservacijsku studiju kod zdravih dobrovoljaca i bolesnika u lateralnom dekubitalnom i sjedećem položaju tijekom kojih su bilježili promjene u moždanoj oksigenaciji u odnosu na promjene položaja. Kod 55 % anestetiziranih bolesnika zabilježili su moždane desaturacijske događaje, dok ih kod zdravih dobrovoljaca nije bilo (4). Nadzor nad moždanom cirkulacijom je vrlo koristan dio monitoringa tijekom operacije, no metode koje su nam na raspolaganju nisu dovoljno točne da bismo sa sigurnošću mogli zaključiti kakva je stvarna moždana perfuzija, oksigenacija ili metabolizam moždanih stanica (21). Jugularnom oksimetrijom možemo procjenjivati moždanu oksigenaciju, ali krv koja se analizira perfundira samo jednu moždanu hemisferu, iako neki autori smatraju da približno 30 % te krvi potječe iz suprotne moždane hemisfere. Ovo je invazivna metoda koja podrazumijeva postavljanje centralnog venskog katetera u unutarnju jugularnu venu, stoga istraživači i kliničari tragaju za jednako vrijednom neinvazivnom metodom (22). Istraživale su se različite metode za nadzor i procjenu moždane perfuzije poput kvantitativne metode određivanja moždanog protoka inhalacijom inertnog plina (23), PET-tomografije s pozitronskom emisijom (24), magnetske rezonancije (25), transkranijalnog doplera (26), potom dilucijske i druge metode (27). Mikrodijaliza je također invazivna metoda kojom se procjenjuje metabolizam moždanih stanica u nekom području mozga putem biokemijske analize metabolita iz dijalizne otopine kao što su glukoza, piruvat, laktat i glicerol, a zahtijeva postavljanje moždanog senzora. Ova metoda još uvijek nije dio standardnog monitoringa, no u budućnosti bi se mogla koristiti za procjenu metaboličke aktivnosti moždanih stanica i nadzor nad moždanom cirkulacijom kod bolesnika s teškim ozljedama mozga (28). Neke od ovih spomenutih metoda su se u nekoliko studija uspoređivale s neinvazivnim moždanim oksimetrima (29).

Neinvazivna metoda nadzora nad moždanom oksigenacijom temelji se na teoriji apsorpcije svjetla unutar infracrvenoga svjetlosnog spektra i koristi tehnologiju *Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS). Svjetlo valne duljine 650-900 nm može prodrijeti kroz lubanjske

kosti i detektirati prisutnost tkivne moždane oksigenacije. Postoje različiti neinvazivni moždani oksimetri (30), a jedan od njih je sustav INVOS (*In Vivo Optical Spectroscopy*, INVOS 5100; *Somanetics Corp., Troy, Michigan, USA*) koji mjeri regionalnu moždanu oksigenaciju. Moždani oksimetar INVOS bilježi promjene u saturaciji kisikom hemoglobina i deoksihemoglobina u arterijskoj i venskoj krvi pomoću senzora koji se lijepe na kožu čela [*Somanetics Corporation. Somanetics InvoS 5100 Cerebral Oximeter 510(K) pre-market notification; 2000. [http://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf/k001842.pdf](http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf/k001842.pdf). (Accessed January 10, 2011)]. Ovom neinvazivnom metodom procjenjuje se regionalna moždana saturacija kisikom u frontalnim režnjevima mozga na dubini od oko 4 cm putem dviju elektroda (sonde) koje se postavljaju iznad obrva i može nam poslužiti za upozorenje o potencijalnoj moždanoj hipoksiji. U svakoj se elektrodi (sondi) nalazi izvor svjetla koje prodire kroz lubanjsku kost i koje apsorbira hemoglobin u krvi, kao i foto-detektor koji mjeri apsorbiranu svjetlost u hemoglobinu i na taj način mjeri zasićenost (saturaciju) hemoglobina kisikom koji 75 % pripada venskoj krvi. Vrijednosti su iskazane brojem od 0 do 100 na monitoru, uz prikaz vrijednosti posebno za desni i lijevi frontalni režanj (30). Bazalne vrijednosti se mjere i bilježe prije uvida u anesteziju, dok pacijent udiše sobni zrak, bez dodatnog udisanja kisika. Moždani desaturacijski događaji (engl. *cerebral desaturation events* – skraćena CDE's) predstavljaju 20 % otklon manje, u odnosu na izmjerene bazalne vrijednosti (31) (sl. 2). Zbog ovih potencijalnih desaturacijskih događaja koji mogu biti štetni za neurološku*



Sl. 2. Regionalna moždana oksigenacija (rSO<sub>2</sub>) za desnu i lijevu moždanu hemisferu i moždani desaturacijski događaji (CDE's) tijekom operacije u sjedećem položaju zabilježeni s INVOS moždanim oksimetrom

funkciju, ova se metoda sve češće koristi za nadzor nad moždanom cirkulacijom tijekom artroskopije ramena u sjedećem položaju (33,34), a zbog svoje jednostavnosti prilikom korištenja postaje sve popularnija (35). No, postoje i određena ograničenja prigodom korištenja i interpretacije dobivenih vrijednosti koje je

potrebno imati na umu: podatci dobiveni na ovaj način su kvantitativni, a manje točni kvalitativni i mogu se primijeniti samo za procjenu regionalne perfuzije frontalnih režnjeva (3,24). Signal može biti ometan sa ekstrakranijskim signalima s kože čela (37) zbog vazokonstriktorskog učinka sistemski ordiniranih simpatomimetika poput efedrina i norepinefrina (38) koji se ovom prigodom daju zbog hipotenzije. Istraživači su u ranijim studijama pokušavali pronaći poveznicu hipotenzije, smanjene moždane perfuzije, smanjene moždane saturacije i njihovog potencijalnog štetnog utjecaja na neurološku funkciju (39).

S tom su svrhom proučavane različite metode nadzora nad moždanom perfuzijom, spomenute ranije u ovom tekstu, koje su imale za cilj pokušati rasvijetliti kritične točke u kojima se neželjeni štetni događaji mogu dogoditi (40) kao i odrediti koja bi to bila sigurna vrijednost arterijskog tlaka kod koje ne bi bilo ugroze moždane perfuzije (41). Neki autori smatraju da bi NIRS mogla poslužiti kao neinvazivna metoda nadzora nad smanjenom moždanom perfuzijom i koja bi mogla smanjiti mogućnost ireverzibilnog neurološkog oštećenja (42).

Nielsen je u sistematskom preglednom članku iz 2014. o NIRS metodi i moždanoj oksigenaciji tijekom ne-kardiokirurških operacija zaključio da neke ne-kardiokirurške operacije nose povećan rizik za pojavu CDE's, ali nije našao poveznicu između intraoperacijske pojave CDE's i bilo kakvih poslijeoperacijskih parametara za ishod. Nadzor nad moždanom perfuzijom kod bolesnika tijekom artroskopije ramena u sjedećem položaju preporučuju mnogi autori kao mjeru za poboljšanje sigurnosti bolesnika (43) zbog potencijalno ugrožene moždane perfuzije. Također pokušava se pronaći veza između CDE's i mogućih neurokognitivnih promjena kod bolesnika nakon ovih operacija, no to do sada nije potvrđeno (44,45). Salazar i sur. su u svom prospektivnom istraživanju u koje su uključili 51 bolesnika pronašli da je 18 % bolesnika uključenih u studiju imalo intraoperacijski zabilježene CDE's tijekom operacije u sjedećem položaju i nisu pronašli statističku značajnost za neurokognitivne testove u odnosu na prije i poslije operacije. U zaključku navode da prolazni desaturacijski događaji tijekom operacije nisu povezani s poslijeoperacijskom kognitivnom disfunkcijom (46).

## ZAKLJUČAK

Kod bolesnika čiji se položaj mijenja tijekom operacije, kao što je to operacija ramena u sjedećem položaju, utišana funkcija simpatikusa može imati utjecaj na moždanu oksigenaciju povezanu sa značajnim sniženjem

arterijskog tlaka i može imati potencijalno štetan utjecaj na moždanu funkciju i metabolizam, iako povezanost CDE's s mogućim neurokognitivnim promjenama kod bolesnika nakon ovih operacija nije do sada potvrđena. U skladu s tim, kada se odlučujemo za određeni anesteziološki pristup, uključujući i promjene položaja, trebali bismo uzeti u obzir komorbiditete svakog bolesnika koji ga svrstavaju u skupinu s visokim rizikom za potencijalno oštećenje moždane funkcije i pri tome računati na moguće posljedice smanjene moždane perfuzije i oksigenacije. Sigurnost bolesnika tijekom operacije povezana je s kliničkim i tehnološkim mogućnostima kojima raspoložemo i koje koristimo pa je primjena svih dostupnih metoda za nadzor životnih funkcija bolesnika neophodna u svrhu smanjenja mogućnosti nastanka bilo kojeg štetnog događaja.

## L I T E R A T U R A

1. Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH 3rd. Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2004; 8: 147-66.
2. Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P i sur. Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia. *Anesth Analg* 2005; 101: 740-7.
3. 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. *Anesthesiology* 2000; 93: 964-70.
4. Meex I, Vundelinckx J, Buyse K i sur. Cerebral tissue oxygen saturation values in volunteers and patients in the lateral decubitus and beach chair positions: a prospective observational study. *Can J Anaesth* 2016; 63(5): 537-43.
5. Salazar D, Sears B, Acosta A i sur. Effect of head and neck positioning on cerebral perfusion during shoulder arthroscopy in beach chair position. *J Surg Orthop Adv* 2014; 23: 83-9.
6. Frey MA, Tomaselli CM, Hoffler WG. Cardiovascular responses to postural changes: differences with age for women and men. *J Clin Pharmacol* 1994; 34: 394-402.
7. Buhre W, Weyland A, Buhre K i sur. Effects of the sitting position on the distribution of blood volume in patients undergoing neurosurgical procedures. *Br J Anaesth* 2000; 84: 354-7.
8. Bhatti MT, Enneking FK. Visual loss and ophthalmoplegia after shoulder surgery. *Anesth Analg* 2003; 96: 899-902.
9. Pohl A, Cullen DJ. Cerebral ischemia during shoulder surgery in the upright position: a case series. *J Clin Anesth* 2005; 17: 463-9.
10. Cullen DJ, Kirby RR. Beach Chair Position May Decrease Cerebral Perfusion, Catastrophic Outcomes Have Occurred. *Anesthesia Patient Safety Foundation Newsletter* 2007; 22(2): Circulation 81,489.
11. Young DB. *Control of Cardiac Output*. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences; 2010. Chapter 6, Analysis of Cardiac Output Control in Response to Challenges. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK54474>.
12. Skyhar MJ, Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, O'Brien SJ. Shoulder arthroscopy with the patient in the beach-chair position. *Arthroscopy* 1988; 4: 256-9.
13. Pant S, Bokor DJ, Low AK. Cerebral oxygenation using near-infrared spectroscopy in the beach-chair position during shoulder arthroscopy under general anesthesia. *Arthroscopy* 2014; 30: 1520-7.
14. Weber SC, Abrams JS, Nottage WM. Complications associated with arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy* 2002; 18: 88-95.
15. Bhaskar SB, Manjuladevi M. Shoulder arthroscopy and complications: Can we afford to relax? *Indian J Anaesth* 2015; 59(6): 335-7. doi: 10.4103/0019-5049.158729.
16. Palmaers T. Anesthesia and hemodynamic management in the sitting position. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2015; 50(4): 280-5; quiz 286. doi: 10.1055/s-0040-100368. Epub 2015 Apr 28.
17. Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and the brain. *Arch Intern Med* 1992; 152: 938-45.
18. Mori Y, Yamada M, Akahori T i sur. Cerebral oxygenation in the beach chair position before and during general anesthesia in patients with and without cardiovascular risk factors. *J Clin Anesth* 2015; 27(6): 457-62. doi: 10.1016/j.jclinane.2015.06.007. Epub 2015 Aug 6.
19. Trentman TL, Fassett SL, Thomas JK, Noble BN, Renfree KJ, Hattrup SJ. More hypotension in patients taking antihypertensives preoperatively during shoulder surgery in the beach chair position. *Can J Anaesth* 2011; 58(11): 993-1000. doi: 10.1007/s12630-011-9575-6. Epub 2011 Aug 24.
20. McCulloch TJ, Liyanagama K, Petchell J. Relative hypotension in the beach-chair position: effects on middle cerebral artery blood velocity. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38(3): 486-91.
21. Kocaoglu B1, Ozgen SU, Toraman F, Karahan M, Guven O. [Epub ahead of print] Foreseeing the danger in the beach chair position: Are standard measurement methods reliable? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(9): 2639-44.
22. Ikeda K, MacLeod DB, Grocott HP, Moretti EW, Ames W, Vacchiano C. The accuracy of a near-infrared spectroscopy cerebral oximetry device and its potential value for estimating jugular venous oxygen saturation. *Anesth Analg* 2014; 119(6): 1381-92. doi: 10.1213/ANE.0000000000000463
23. Bernsmeier A, Siemons K. Measurement of the cerebral circulation with nitrous oxide. *Pflugers Arch* 1953; 258: 149-62.
24. Rostrup E, Law I, Pott F, Ide K, Knudsen GM. Cerebral hemodynamics measured with simultaneous PET and near-infrared spectroscopy in humans. *Brain Res* 2002; 954: 183-93.
25. Alperin N, Hushek SG, Lee SH, Sivaramakrishnan A, Lichter T. MRI study of cerebral blood flow and CSF flow dynamics in an upright posture: the effect of posture on the intracranial compliance and pressure. *Acta Neurochir Suppl* 2005; 95: 177-81.

26. Conti A, Iacopino DG, Fodale V, Micalizzi S, Penna O, Santamaria LB. Cerebral haemodynamic changes during propofol-remifentanyl or sevoflurane anaesthesia: transcranial Doppler study under bispectral index monitoring. *Br J Anaesth* 2006; 97: 333-9.
27. Raichle ME, Martin WR, Herscovitch P, Mintun MA, Markham J. Brain blood flow measured with intravenous H<sub>2</sub>(<sup>15</sup>O). II. Implementation and validation. *J Nucl Med* 1983; 24: 790-8.
28. Mahajan C, Rath GP. Cerebral microdialysis. *J Neuroanaesthesiol Crit Care* 2015; 2: 232-9.
29. MacLeod D, Ikeda K, Vacchiano C. Simultaneous comparison of FORE-SIGHT and INVOS cerebral oximeters to jugular bulb and arterial co-oximetry measurements in healthy volunteers. *Anesth Analg*. 2009; 108: 1-104.
30. Owen-Reece H, Smith M, Elwell CE i sur. Near infrared spectroscopy. *Br J Anaesth* 1999; 82:418-26.
31. Dworschak M. Critical cerebral oxygen desaturation: how should we define baseline saturation? *Eur J Anaesthesiol* 2012; 29(7): 351-2.
32. Triplet JJ, Lonetta CM, Levy JC, Everding NG, Moor MA. Cerebral desaturation events in the beach chair position: correlation of noninvasive blood pressure and estimated temporal mean arterial pressure. *J Shoulder Elbow Surg* 2015; 24(1): 133-7.
33. Dippmann C, Winge S, Nielsen HB. Severe cerebral desaturation during shoulder arthroscopy in the beach-chair position. *Arthroscopy* 2010; 26(9 Suppl): S148-50. doi: 10.1016/j.arthro.2010.03.012.
34. Moerman AT, De Hert SG, Jacobs TF, De Wilde LF, Wouters PF. Cerebral oxygen desaturation during beach chair position. *Eur J Anaesthesiol* 2012; 29(2): 82-7.
35. Highton D, Elwell C, Smith M. Noninvasive cerebral oximetry: is there light at the end of the tunnel? *Curr Opin Anaesthesiol* 2010; 23: 576-81.
36. Olsen KS, Svendsen LB, Larsen FS. Validation of transcranial near-infrared spectroscopy for evaluation of cerebral blood flow autoregulation. *J Neurosurg Anesthesiol* 1996; 8: 280-5.
37. Davie SN, Grocott HP. Impact of extracranial contamination on regional cerebral oxygen saturation: a comparison of three cerebral oximetry technologies. *Anesthesiology* 2012; 116: 834-40.
38. Sorensen H, Secher NH, Siebenmann C i sur. Cutaneous vasoconstriction affects near-infrared spectroscopy determined cerebral oxygen saturation during administration of norepinephrine. *Anesthesiology* 2012; 117: 263-70.
39. Lee JH, Min KT, Chun YM, Kim EJ, Choi SH. Effects of beach-chair position and induced hypotension on cerebral oxygen saturation in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*. 2011; 27(7): 889-94. doi: 10.1016/j.arthro.2011.02.027. Epub 2011 May 28.
40. Jeong H, Jeong S, Lim HJ, Lee J, Yoo KY. Cerebral oxygen saturation measured by near-infrared spectroscopy and jugular venous bulb oxygen saturation during arthroscopic shoulder surgery in beach chair position under sevoflurane-nitrous oxide or propofol-remifentanyl anesthesia. *Anesthesiology* 2012; 116: 1047-56.
41. Kirkpatrick PJ, Lam J, Al-Rawi P, Smielewski P, Czornyka M. Defining thresholds for critical ischemia by using near-infrared spectroscopy in the adult brain. *J Neurosurg* 1998; 89: 389-94.
42. Highton D, Elwell C, Smith M. Noninvasive cerebral oximetry: is there light at the end of the tunnel? *Curr Opin Anaesthesiol* 2010; 23: 576-81.
43. Fischer GW, Torrillo TM, Weiner MM, Rosenblatt MA. The use of cerebral oximetry as a monitor of the adequacy of cerebral perfusion in a patient undergoing shoulder surgery in the beach chair position. *Pain Pract* 2009; 9(4): 304-7. doi: 10.1111/j.1533-2500.2009.00282.x. Epub 2009 Mar 17.
44. Salazar D, Hazel A, Tauchen AJ, Sears BW, Marra G. Neurocognitive Deficits and Cerebral Desaturation During Shoulder Arthroscopy With Patient in Beach-Chair Position: A Review of the Current Literature. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2016;45(3): E63-8.-
45. Laflam A, Joshi B, Brady K i sur. Shoulder surgery in the beach chair position is associated with diminished cerebral autoregulation but no differences in postoperative cognition or brain injury biomarker levels compared with supine positioning: the anesthesia patient safety foundation beach chair study. *Anesth Analg* 2015;120(1): 176-85. doi: 10.1213/ANE.0000000000000455
46. Salazar D, Sears BW, Andre J, Tonino P, Marra G. Cerebral desaturation during shoulder arthroscopy: a prospective observational study. *Clin Orthop Relat Res* 2013; 471(12):4027-34. doi: 10.1007/s11999-013-2987-6. Epub 2013 Apr 19.

## SUMMARY

### WHY MONITORING CEREBRAL DESATURATION EVENTS DURING SURGERY IN THE BEACH CHAIR POSITION?

I. HARŠANJI DRENJANČEVIĆ, S. KVOLIK, D. DRENJANČEVIĆ<sup>1</sup>, I. DRENJANČEVIĆ<sup>2</sup> and D. GULAM<sup>3</sup>

*Osijek University Hospital Center and Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, School of Medicine, Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Medicine, Osijek; <sup>1</sup>Osijek University Hospital Center, Department of Transfusion Medicine and Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, School of Medicine, Department of Microbiology, Parasitology and Clinical Laboratory Diagnostics, Osijek; <sup>2</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, School of Medicine, Department of Physiology and Immunology, Osijek and <sup>3</sup>Split University Hospital Center, University of Split, School of Medicine, Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Medicine, Split, Croatia*

Regional cerebral oximeters are used more recently to monitor regional cerebral oxygenation during surgical procedures in which patients are expected to be hemodynamically unstable. Such procedures are cardiac surgery, abdominal surgery that requires anti-Trendelenburg's position, thoracic surgery with one-lung ventilation, posterior fossa neurosurgery, carotid endarterectomy, and shoulder surgery, performed in the beach chair position (BCP). Patient positioning for particular surgical procedures is extremely important for surgical field visualization, but implies various physiological regulation mechanisms for adaptation to new positions. During patient positioning from supine to other positions, such as BCP, gravity influences distribution of the circulating blood volume to the abdomen and extremities. Anesthetized patients have an altered sympathetic response to position changes, which leads to hypotension, particularly during patient positioning from supine to sitting position. Systemic hypotension that occurs after positioning the patient to BCP is followed by decline in the cerebral perfusion pressure, which can lead to potential cerebrovascular incident. There are several case reports describing visual loss and ophthalmoplegia, postoperative cerebral ischemia with persistent vegetative state or brain death following these surgical procedures in BCP. Therefore, BCP is a major challenge for the anesthesiologist and for arterial pressure regulation during the surgery due to hypotension. Some investigators found that cerebral blood flow was lower with hypotension (measuring blood velocity in middle cerebral artery with transcranial Doppler) in patients during BCP for shoulder arthroscopy. Monitoring cerebral perfusion in patients during shoulder arthroscopy in BCP is suggested by many authors as a measure to improve patient safety due to potentially endangered brain perfusion. The noninvasive method of the brain oxygenation monitoring is based on the theory of light absorption within the infrared spectrum and uses the near-infrared spectroscopy (NIRS) technology. This monitoring method is user friendly, therefore is gaining much popularity as a method for monitoring cerebral oxygenation. Cerebral desaturation events (CDEs) represent a 20% decline in relation to basal cerebral oxygen saturation values measured with INVOS (In Vivo Optical Spectroscopy, INVOS 5100; Somanetics Corp., Troy, Michigan, USA) cerebral oximeter and are often recorded during this position. Meex et al. carried out a prospective observational study in volunteers and patients in the lateral decubitus position and BCP to describe changes in cerebral tissue oxygen saturation due to changes in body position. They found that more than 55% of patients in BCP had CDEs as compared with volunteers without anesthesia. As these potential CDEs could be detrimental for neurologic function, the clinicians are constantly trying to find appropriate methods for monitoring cerebral perfusion and the link between hypotension, decreased brain perfusion, decreased brain oxygen saturation and neurological incidents during shoulder arthroscopy in BCP. They are also trying to correlate CDEs with possible neurocognitive changes in patients after these surgical procedures, which has not been confirmed so far. Salazar et al. found that 18% of patients included in their study had the intraoperative incidence of CDEs during BCP but did not find statistically significant preoperative versus postoperative neurocognitive test scores. They concluded that the transient intraoperative CDEs were not associated with postoperative cognitive dysfunction. Patient safety is strongly associated with technical and clinical monitoring capabilities during any surgical procedure; therefore, using all available techniques for supervision of the patient's vital functions is necessary to minimize the occurrence of potential adverse events.

**Key words:** beach chair position, intraoperative monitoring, arterial pressure, spectroscopy, near-infrared, brain hypoxia