



Sniedze Mūrniece

**Uz infrasarkanā staru spektroskopijas
balstīta klīniskā algoritma izmantošana
mugurkaula operācijās un pēcoperācijas
kognitīvie traucējumi**

Promocijas darba kopsavilkums zinātnes doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph. D.*)” iegūšanai

Nozaru grupa – medicīnas un veselības zinātnes

Nozare – klīniskā medicīna

Apakšnozare – anestezioloģija un reanimatoloģija

Rīga, 2023



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

Sniedze Mūrniece

ORCID 0000-0003-4921-7350

Uz infrasarkano staru spektroskopijas
balstīta klīniskā algoritma izmantošana
mugurkaula operācijās un pēcoperācijas
kognitīvie traucējumi

Promocijas darba kopsavilkums zinātnes doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph. D.*)” iegūšanai

Nozaru grupa – medicīnas un veselības zinātnes

Nozare – klīniskā medicīna

Apakšnozare – anestezioloģija un reanimatoloģija

Rīga, 2023

Promocijas darbs izstrādāts Rīgas Stradiņa universitātē, Rīgas Austrumu klīniskās universitātes slimnīcā “Gaiļezers”, Latvijā

Promocijas darba vadītāji:

Dr. med. asociētā profesore **Biruta Mamaja**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. med. profesors **Indulis Vanags**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Zinātniskais konsultants:

Dr. med. profesors **Martin Soehle**,
Bonnas Universitātes slimnīca, Vācija

Oficiālie recenzenti:

Dr. med. asociētais profesors **Kaspars Auslands**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. med. asociētais profesors **Aleksejs Miščuks**,
Latvijas Universitāte

Dr. med. profesors **Darius Trepenaitis**,
Lietuvas Veselības zinātņu universitāte

Promocijas darbs tiks aizstāvēts Klīniskās medicīnas promocijas padomes atklātā sēdē 2023. gada 12. jūnijā plkst. 13.00 attālināti tiešsaistes platformā *Zoom*

Ar promocijas darbu var iepazīties RSU bibliotēkā un RSU tīmekļa vietnē:
<https://www.rsu.lv/promocijas-darbi>

Promocijas padomes sekretāre:

Dr. med. profesore **Ināra Logina**

Satura rādītājs

Darbā izmantotie saīsinājumi.....	5
Ievads.....	7
Darba mērķis.....	9
Darba uzdevumi.....	10
Darba hipotēze.....	10
Darba novitāte.....	11
1. Materiāls un metodes.....	12
1.1. Anestēzija un intraoperatīvs pacientu monitorings.....	12
1.2. Intraoperatīvi smadzeņu skābekļa saturācijas mērījumi.....	13
1.3. Uz NIRS balstīts intervencijas algoritms.....	14
1.4. Kognitīvā izvērtēšana.....	15
2. Datu statistiskā apstrāde.....	17
3. Rezultāti.....	18
3.1. Operācijas veids.....	19
3.2. Pirmsoperācijas izmeklējumi.....	19
3.3. Operācijas ilgums.....	20
3.4. Intraoperatīvs asins zudums.....	20
3.5. Pirms operācijas un operācijas laikā veiktie neinvazīvie mērījumi... 20	
3.5.1. Vidējais sistēmiskais neinvazīvais arteriālais asinsspiediens (<i>Mean systemic non-invasive arterial blood pressure</i> (MAP)).....	20
3.5.2. Cerebrālās oksigenācijas mērījumi.....	23
3.5.3. Perifērā skābekļa saturācija (SpO2).....	26
3.5.4. Ogļskābā gāze izelpas beigās (<i>End tidal expired carbon dioxide (EtCO2)</i>).....	27
3.6. Pacientu demogrāfiskie rādītāji un intraoperatīvie mērījumi, balstoties uz operācijas veidu.....	28
3.7. MoCA tests.....	33
3.8. Intraoperatīva smadzeņu skābekļa desaturācija.....	34
3.9. Pēcoperācijas kognitīvās funkcijas samazināšanās un MoCA punktu skaits.....	37
3.10. <i>Spearman's rho</i> korelācijas analīze.....	39
4. Diskusija.....	45
4.1. Vecums.....	46
4.2. Vidējais arteriālais asinsspiediens (MAP), vazokonstriktīvo medikamentu izvēle.....	47
4.3. Hb, Hct, intraoperatīvs asins zudums.....	49

4.4. Operācijas ilgums	50
4.5. Cerebrālā oksigenācija mugurkaula operācijas laikā pozīcijā uz vēdera	51
4.6. Pēcoperācijas kognitīvā stāvokļa pasliktināšanās	52
4.7. Pētījuma stiprās puses un ierobežojumi	55
Secinājumi	57
Publikācijas un ziņojumi par promocijas darba tēmu	59
Literatūras saraksts	62
Pielikumi	68
1. pielikums. RSU Pētījumu ētikas komitejas lēmums un Ētikas komitejas lēmums	69
2. pielikums. NIRS algoritms (Denault, 2014)	71
3. pielikums. Monreālas kognitīvā izvērtējuma tests (MoCA) latviski, krieviski un angļiski	72

Darbā izmantotie saīsinājumi

Avg	vidējais
<i>Dx</i>	labā puse
EtCO ₂	beigu izelpas oglekļa dioksīds
FiO ₂	skābekļa frakcija ieelpā
Hb	hemoglobīns
Hct	hematokrīts
LE	laminektomija
MAC	minimālā alveolārā koncentrācija
MAP	vidējais sistēmiskais arteriālais asinsspiediens
<i>Max</i>	maksimāls
MDE	mikrodissektomija
mmHg	dzīvsudraba staba milimetri
MoCA	Monreālas kognitīvā izvērtējuma tests
NIRS	infrasarkanā staru spektroskopija
O ₂	skābekļa molekula
PaO ₂	parciālais skābekļa spiediens arteriālajās asinīs
PEEP	pozitīvs beigu izelpas spiediens
PND	perioperatīvi kognitīvie traucējumi
POCD	pēcoperācijas kognitīvā disfunkcija
rScO ₂	reģionālā smadzeņu skābekļa saturācija
SaO ₂	skābekļa saturācija arteriālajās asinīs
SD	standarta deviācija
Sin	kreisā puse
Spin Tu	spinālais tumors
SpO ₂	perifērā skābekļa saturācija

SPSS	prognozējošās analītikas un statistiskās analīzes programmatūras pakotne
TPF	transpedikulāra fiksācija
WHO	Pasaules Veselības organizācija

Ievads

Mugurkaula ķirurģija ietver daudz dažādu operāciju, kas skar ne tikai mugurkaula skriemeļus, bet arī apkārtesošos audus un variē no mazāk komplikētām mikrodisektomijas operācijām līdz dzīvību apdraudošām mugurkaula fiksācijām un spinālo audzēju evakuācijām ar iespējamu ilgu operācijas laiku un lielu asins zudumu. Ir pierādīts, ka mugurkaula operāciju skaits ar gadiem ievērojami palielinājies (Grotle, 2019). Tajā pašā laikā operāciju tehnikas ir ievērojami progresējušas. Tiek veiktas minimāli invazīvas procedūras ar mazu griezienu un minimālu asins zudumu, nodrošinot iespēju pacientiem ātrāk atgriezties ikdienas aktivitātēs (Momin, 2020). Operācijas tehnika nav vienīgais faktors, kas nosaka pacientu pēcoperācijas iznākumu, jāņem vērā arī anestēziju saistītie faktori.

Mugurkaula ķirurģijas pacienti ir pakļauti dažādu pēcoperācijas komplikāciju riskam, tās var būt neiroloģiskas izcelsmes, kā, piemēram, radikulāras sāpes, motors vājums, vai ar operāciju saistītas, kā infekcija, brūču ruptūra, hematoma un citas (Willhuber, 2019). Dažas pēcoperācijas komplikācijas var būt saistītas arī ar vēdera pozīciju, kurā tiek operēta lielākā daļa pacientu. Vēdera pozīcija nodrošina vislabākos apstākļus operācijai saistībā ar operācijas lauka vizualizāciju. Vienlaikus vēdera pozīcija rada dažādas fizioloģiskas izmaiņas, kā paaugstināts intraabdominālais un torakālais spiediens, potenciāli izraisot multiplus orgānu bojājumus un respiratoras izmaiņas, pēcoperācijas redzes zudums (Kwee, 2015), motors vājums priekšējās spinālās artērijas hipoperfūzijas dēļ (Bebawy, 2015). Respiratoras izmaiņas un samazināta venozo asiņu atgriešanās sistēmiskajā cirkulācijā samazina sirds izsviedi, un, ne mazāk nozīmīgi, galvas rotācija pa labi vai pa kreisi vai kakla fleksija vai ekstensija veicina cerebrālu hipoperfūziju un ietekmē skābekļa un citu vielu piegādi smadzenēm. Pētījumi rāda, ka gados vecāki pacienti, kuriem veikta mugurkaula operācija pozīcijā uz vēdera, cieš no smadzeņu desaturācijas

divas reizes biežāk, nekā pacienti, kuri tiek operēti pozīcijā uz muguras (Deiner, 2014).

Smadzenes kā orgāns, kam visvairāk nepieciešama nepārtraukta skābekļa piegāde augstās metabolās aktivitātes dēļ, patērē aptuveni 20 % no visa organismam piegādātā skābekļa (Rink, 2011). Atkarības no asins plūsmas autoregulācijas dēļ, ietverot nepārtrauktu skābekļa piegādi, hipoksisks smadzeņu bojājums var tikt ierosināts jau pēc piecām išēmijas minūtēm (Bebawy, 2015), novedot pie smagām sekām.

Pēcoperācijas kognitīvā disfunkcija vai traucējumi (POCD) pēc nekardiālām operācijām skar ievērojamu skaitu visu vecuma grupu pacientus (Monk, 2018). Jauni kognitīvie traucējumi pēc ķirurģiskas iejaukšanās var ne tikai ietekmēt pacientu atlabšanu (Denault, 2014), bet arī izraisīt ilgtermiņa sekas (Steinmetz, 2009). Precīza POCD etioloģija ir joprojām neskaidra. Tās patoģenēze ir multifaktoriāla, ietverot vecumu, esošās blakusslimības (kardiālās, cerebrovaskulārās), alkohola lietošanu, kā arī intraoperatīvās un pēcoperācijas komplikācijas. Kamēr dažos pētījumos apgalvots, ka POCD ir pārejoša (Abildstrom, 2000), citos secināts, ka kognitīvie traucējumi var saglabāties sešus un astoņus gadus pēc operācijas (Selnes, 2008; Steinmetz, 2009) vai pat izraisīt nāvi (McDonagh, 2010).

Tehnoloģiskā progresa un uzlabotas pacientu drošības laikmetā smadzenes joprojām paliek vismazāk monitorētais orgāns operācijas laikā. Ir pieejamas atšķirīgas metodes, kuras sniedz iespēju noteikt dažādus smadzeņu metabolisma produktus un fizioloģiskās funkcijas. Jugulārā paplašinājuma kanulācija un jugulārā venozā saturācija ļauj gūt priekšstatu par smadzeņu asinsplūsmu un smadzeņu oksigenācijas stāvokli. Smadzeņu mikrodialīzes katetrs, ievietots ievainojuma vietā, var izmērīt dažādus bioķīmiskus marķierus, kā glikozi, laktātu, piruvātu, glutamātu, aspartātu un kāliju (Mahajan, 2013).

Diemžēl visas iepriekš minētās metodes ir invazīvas, ierobežojot to lietošanu klīniskajā praksē.

Infrasarkano staru spektroskopija (*Near-infrared spectroscopy* – NIRS) ir labi pazīstama tehnoloģija medicīnā jau kopš 1977. gada. Šajā laikā Jobsis iepazīstināja ar NIRS smadzeņu oksigenācijas monitorēšanu (Jobsis, 1977). Cerebrālie oksimetri ir neinvazīvas ierīces, kuras var tikt lietotas, sākot ar sirds ķirurģiju un traumatiska smadzeņu bojājuma monitorēšanu (Davies, 2015), līdz pat to lietošanai abdominālu, ortopēdisku, uroloģisku, ginekoloģisku un torakālu operāciju laikā (Nielsen, 2014). Mūsdienās NIRS ierīces, kā cerebrālie oksimetri, tiek plaši izmantotas, lai nepārtraukti monitorētu smadzeņu skābekļa saturāciju un lai prognozētu iznākumu pēc sirds apstāšanās, un pat lai monitorētu smadzenes reanimācijas laikā (Cournoyer, 2016).

Ir pieejams uz NIRS balstīts algoritms (Denault, 2014), kas palīdz ārstiem menedžēt pacientus operācijas laikā gadījumos, kur samazinās smadzeņu saturācija un nepieciešama aktīva rīcība, lai atjaunotu adekvātas smadzeņu saturācijas vērtības un izvairītos no smadzeņu hipoksijas.

Darba mērķis

Darba mērķis ir izvērtēt intraoperatīvu smadzeņu saturāciju pacientiem, kuriem tiek veikta mugurkaula operācija pozīcijā uz vēdera, izmantojot cerebrālo oksimetru, ar NIRS algoritmu (*Near-infrared spectroscopy based clinical algorithm* – NIRS algorithm), kas balstīts uz infrasarkano staru spektroskopijas principa, ar mērķi novērtēt iespējamo smadzeņu skābekļa saturācijas saistību ar pēcoperācijas kognitīvo disfunkciju.

Darba uzdevumi

Promocijas darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Identificēt, vai pacientiem, kuriem tiek veikta mugurkaula operācija pozīcijā uz vēdera, novēro intraoperatīvu smadzeņu desaturāciju.
2. Izvērtēt pirmsoperācijas un pēcoperācijas kognitīvo funkciju pacientiem, kuriem tika lietota intraoperatīva smadzeņu skābekļa saturācijas monitorēšana, ar cerebrālās oksimetrijas ierīci mugurkaula operāciju laikā pozīcijā uz vēdera.
3. Novērtēt NIRS klīniskā algoritma nozīmi gadījumos, kur pacientiem novēroja cerebrālu desaturāciju, attiecībā uz adekvātu rScO₂ vērtību atjaunošanu un pēcoperācijas kognitīvo funkciju.
4. Izvērtēt pacientu vecuma, hemoglobīna, hematokrīta, operācijas ilguma, intraoperatīva asins zuduma, pirmsoperācijas un intraoperatīvā sistēmiskā vidējā asinsspiediena (MAP), intraoperatīva beigu izelpas oglekļa dioksīda, perifērās skābekļa saturācijas un pirmsoperācijas kognitīvās funkcijas korelāciju un saistību ar intraoperatīvām rScO₂ vērtībām.
5. Novērtēt, vai intraoperatīvās rScO₂ vērtības korelē ar pēcoperācijas kognitīvo funkciju.
6. Izvērtēt smadzeņu saturācijas monitorēšanas un uz NIRS balstīta klīniska algoritma lietderību mugurkaula operāciju laikā ar mērķi izvairīties no pēcoperācijas kognitīvās disfunkcijas.

Darba hipotēze

Smadzeņu audu skābekļa adekvātas saturācijas nodrošināšana mugurkaula operāciju laikā pozīcijā uz vēdera ir būtiska, lai izvairītos no pēcoperācijas kognitīvajiem traucējumiem.

Darba novitāte

Ievērojams pacientu skaits cieš no pēcoperācijas kognitīvajiem traucējumiem, kuri ietekmē pacientu atlabšanu un atgriešanos ikdienas aktivitātēs. Pēcoperācijas kognitīvie traucējumi paliek nepamanīti, ja vien netiek lietota kognitīvā stāvokļa monitorēšana.

Pacientu drošība ir prioritāte klīniskajā praksē. Taču smadzenes joprojām paliek intraoperatīvi vismazāk monitorētais orgāns.

Mēs centāmies ieviest praksē divus faktoros, kuri varētu uzlabot pacientu intraoperatīvo drošību un izvairīties no pēcoperācijas kognitīvajiem traucējumiem. Pirmais faktors ir intraoperatīva cerebrālā oksimetra izmantošana smadzeņu audu saturācijas monitorēšanai, kas ir neinvazīva un viegli lietojama metode. Otrs faktors ir pacientu kognitīvā stāvokļa izvērtēšana, izmantojot Monreālas kognitīvā izvērtējuma testu (MoCA). Mūsu pētījums ir viens no retajiem, kuros cerebrālais oksimetrs tiek izmantots intraoperatīvi mugurkaula operāciju laikā, un pirmais, kurā mugurkaula ķirurģijas pacientiem kognitīvā funkcija tiek monitorēta, izmantojot MoCA testu.

1. Materiāls un metodes

Pētījums tika veidots kā prospektīvs randomizēts kontroles pētījums, kas ietvēra pacientus, kuriem tika veikta mugurkaula operācija. Pacienti tika atlasīti laika posmā no 2018. gada septembra līdz 2020. gada jūlijam Rīgas Austrumu klīniskās universitātes slimnīcā “Gaiļezers”, neiroķirurģijas un neiroloģijas nodaļās. Iekļaušanas kritēriji bija pacienti vecumā virs 18 gadiem, pacienti, kuriem tika veikta plānveida mugurkaula operācija pozīcijā uz vēdera. Izslēgšanas kritēriji – neatliekama mugurkaula operācija, pacienti ar zināmu cerebrovaskulāru un psihiatrisku saslimšanu, insults anamnēzē, nespēja veikt pirmsoperācijas vai pēcoperācijas kognitīvo izvērtēšanu (stipras pirmsoperācijas vai pēcoperācijas sāpes, stipru opioīdo pretsāpju medikamentu vai nomierinošo līdzekļu lietošana).

Pētījumam piešķirta Rīgas Stradiņa universitātes Pētījumu ētikas komitejas un RSU Ētikas komitejas atļauja (Lēmums Nr. 6-2/11/59; Nr. 85/29.12.2016) (skat. 1. pielikumu).

Pirms operācijas tika izvērtēts pacientu fiziskais stāvoklis, veiktas asins analīzes hemoglobīna (Hb) un hematokrīta (Hct) noteikšanai.

Pacienti tika randomizēti pētījuma un kontroles grupā, izmantojot elektronizētu randomizēšanas programmu.

1.1. Anestēzija un intraoperatīvs pacientu monitorings

Visiem pacientiem tika nodrošināta standarta vispārējā anestēzija. Anestēzijas indukcija tika nodrošināta ar fentanilu 0,1–0,2 mg, propofolu 1–2 mg/kg un cisatrakūriju 0,2 mg/kg vai atrakūriju 0,3–0,6 mg/kg endotraheālajai intubācijai. Anestēzija tika uzturēta ar nepārtrauktu fentanila infūziju 0,03–0,06 µg/kg/min. un / vai fentanila bolusiem 0,05–0,1 mg, ja sirdsdarbības frekvence vai vidējais asinsspiediens paaugstinājās par 20 % no

pirmsoperācijas vērtībām. Cisetrakūrija nepārtrauktu infūziju 0,06–0,1 mg/kg/h vai bolusiem 0,03–0,2 mg/kg vai atrakūrija nepārtrauktu infūziju 0,3–0,6 mg/kg/h vai bolusiem 0,1–0,2 mg/kg, ja pacients uzrādīja spontānas elpošanas atjaunošanās pazīmes. Sevoflurāns tika uzturēts ar minimālo alveolāro koncentrāciju (MAC) 0,6–0,8. Sākuma elpošanas tilpums mehāniskai plaušu ventilācijai tika uzstādīts ar 7–8 ml/kg. Tika lietots pozitīvs beigu izelpas spiediens (PEEP) 4–6 cmH₂O un skābekļa ieelpas frakcija 0,5. Ventilācija tika pielāgota, lai uzturētu ogļskābo gāzi izelpas beigās (EtCO₂) 35 līdz 45 mmHg.

Intraoperatīvās vērtības, kā neinvazīvais vidējais arteriālais spiediens (MAP), tika mērītas katras 5 minūtes. Pirmās MAP vērtības (2–3 mērījumi), kas noteiktas pirms anestēzijas indukcijas, tika fiksētas pētījuma protokolā kā pirmsoperācijas vērtības. Perifērā skābekļa saturācija (SpO₂) un ogļskābā gāze izelpas beigās (EtCO₂) tika dokumentēta pētījuma protokolā katras 5 minūtes. Operācijas beigās tika fiksēts operācijas ilgums un asins zudums. Visi pacienti tika ekstubēti operāciju zālē.

1.2. Intraoperatīvi smadzeņu skābekļa saturācijas mērījumi

Visiem pētījuma pacientiem reģionālā smadzeņu skābekļa saturācija tika monitorēta nepārtraukti, izmantojot infrasarkanu staru spektroskopijas ierīci (NIRS) *INVOS (In Vivo Optical Spectroscopy)* 4100 (Covidien, Minneapolis, USA).

Pēc ierašanās operāciju zālē un pirms anestēzijas indukcijas, elpojot atmosfēras gaisu bez papildu skābekļa, pacientam uz pieres tika pielīmēti divi *INVOS* rScO₂ sensori, viens virs labās (*Dx*) un viens virs kreisās (*Sin*) uzacs. Sensori tika savienoti ar *INVOS* cerebrālā oksimetra monitoru. Pirmsoperācijas rScO₂ vērtības tika novērotas 3–5 minūtes, pacientam elpojot atmosfēras gaisu, brīdī, kad vērtības vairs nemainījās un nostabilizējās, tās tika fiksētas pētījuma protokolā kā izejas rScO₂ pamatvērtības. Nosakot izejas rScO₂ pamatvērtības,

tālāk *INVOS* monitorē izmaiņas rScO₂ vērtībās kreisajā (*Sin*) un labajā (*Dx*) pusē, respektīvi, uzrāda paaugstināšanos vai samazināšanos no izejas pamatvērtībām procentos. Tālāk reģionālās smadzeņu skābekļa saturācijas vērtības tika reģistrētas pētījuma protokolā katras 5 minūtes kā atsevišķi mērījumi.

Visi mērījumi, kuri fiksēti pētījuma protokolā, tika aprakstīti šādi: PreOp (pirmsoperācijas) vērtības – vērtības fiksētas pēc pacienta ierašanās operāciju zālē, pirms anestēzijas indukcijas; Sup (*Supine*) vērtības – vērtības fiksētas anestēzijas indukcijas laikā un pēc tās, kamēr pacients atradās pozīcijā uz muguras; *Prone* – vērtības fiksētas, pacientam atrodoties pozīcijā uz vēdera; Sup2 (*Supine 2*) – vērtības operācijas beigās, kad pacients tika pagriezts atpakaļ uz muguras.

1.3. Uz NIRS balstīts intervencijas algoritms

Pētījuma grupā intraoperatīvās rScO₂ vērtības tika uzturētas 20 % robežās no izejas pamatvērtībām vai virs absolūtās rScO₂ vērtības 50 %. Tiklīdz rScO₂ vērtības kritās bilaterāli vai unilaterāli zem 20 % no pamatvērtībām vai zem absolūtās vērtības 50 %, tika lietots NIRS algoritms (Denault, 2014) (skat. 2. pielikumu). Pamatojoties uz algoritmu, tika veikti šādi soļi attiecīgā kārtībā: 1) tiek verificēta galvas pozīcija (izslēgta galvas rotācija pa labi / kreisi un / vai galvas fleksija vai ekstensija, lai izslēgtu mehānisku obstrukciju, kas varētu ietekmēt smadzeņu asinsplūsmu un skābekļa piegādi); 2) tiek paaugstināts MAP, lai uzturētu cerebrālās perfūzijas spiedienu; 3) tiek uzlabots sistēmiskais skābekļa stāvoklis, ja ir zema arteriālā skābekļa saturācija (SaO₂); 4) tiek normalizēts parciālais ogļskābās gāzes spiediens, ja tiek identificēta hipokapnija vai hiperkapnija; 5) tiek optimizēts hemoglobīns (balstoties uz algoritmu, asins transfūzija ir nepieciešama, ja Hb zemāks par 7–8 g/dl); 6) tiek izvērtēta sirds funkcija, ja neizdodas iepriekšējie soļi; 7) kā pēdējais solis jāapsver smadzeņu

skābekļa paaugstināts patēriņš (krampji, hipertermija) (Denault, 2014). Tā kā algoritms radīts sirds ķirurģijas pacientiem, tas ietver arī soli, kur jāizvērtē katetri, kas ievietoti aortā un augšējā dobajā vēnā. Mūsu algoritms tika pielāgots izmantošanai mugurkaula operāciju laikā. Ja rScO₂ vērtības nepaaugstinās pēc pirmajiem diviem soļiem, tiek veikta arteriālo asins gāzu analīze, lai noteiktu SaO₂, PaCO₂ vai Hb līmeni.

Kontroles grupas pacientiem tika nodrošināta standarta intraoperatīva aprūpe, rScO₂ tika monitorēta aizklāti, pētījuma dalībniekiem NIRS rezultāti nebija redzami. Ja MAP pazeminās zem 65 mmHg (Van Diepen, 2017), tiek izslēgta pārmērīga asiņošana un, ja indicēts, tiek nozīmētas efedrīna bolusa devas. Ja SpO₂ kritās zem 94 %, skābekļa koncentrācija ieelpā tiek paaugstināta virs 50 % (Kane, 2013). Ja konstatēta asiņošana vai asins zudums virs 500 ml, tiek veikta arteriālo asins gāzu analīze, lai noteiktu Hb līmeni un izvērtēta asins transfūzijas nepieciešamība. Hemoglobīna koncentrācija zem 7 līdz 8 g/dl asiņošanas laikā tiek uzskatīta par indikāciju asins transfūzijai (Kozek-Langenecker, 2017).

Kontroles grupā, ja rScO₂ vērtības kritās par vairāk nekā 30 % no individuālajām pamatvērtībām, *INVOS* sistēma tika uzstādīta, lai dotu skaņas signālu, un pēc visu nepieciešamo darbību veikšanas, lai atjaunotu skābekļa saturāciju, pacients tika izslēgts no pētījuma.

1.4. Kognitīvā izvērtēšana

Lai izvērtētu pacientu kognitīvo stāvokli, mēs izmantojām Monreālas kognitīvā izvērtējuma (MoCA) testu. Tests tika izmantots abās grupās. Pirmais tests tika veikts nodaļā pirmsoperācijas apmeklējuma laikā, 1 līdz 2 dienas pirms operācijas. Otrais tests tika veikts divas dienas pēc operācijas, lai izvairītos no intraoperatīvi izmantotajiem medikamentiem un akūtu pēcoperācijas sāpju ietekmes uz testa izpildi. MoCA tests izvērtē šādus parametrus: uzmanību,

koncentrāciju, spriešanas spējas, atmiņu, valodu, vizuāli konstruktīvās spējas, konceptuālu domāšanu, rēķināšanu un orientāciju (*MoCA Montreal Cognitive Assessment*) (skat. 3. pielikumu). MoCA tests ir validēts dažādās valodās, tai skaitā latviešu un krievu, jo testam ir jābūt pieejamam pacienta dzimtajā valodā. Testa izpilde aizņem aptuveni 10–15 minūtes. MoCA testā iespējams iegūt 0 līdz 30 punktus. Pēcoperācijas kognitīvie traucējumi tika definēti kā pēcoperācijas MoCA punktu samazinājums, salīdzinot ar MoCA punktu skaitu pirms operācijas. MoCA testa izpildi veica viena persona, darba autors, lai nodrošinātu testa izpildi vienā manierē.

2. Datu statistiskā apstrāde

Datu statistiskā analīze tika veikta, izmantojot SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) V.23 programmu. Datu sadalījums tika noteikts ar Kolmogorova–Smirnova testu. Parametriskajiem datiem grupu salīdzināšanai tika izmantots t-tests un neparametriskajiem datiem – Manna–Vitnija tests. Vērtības tika attēlotas kā vidējais \pm standarta deviācija (SD).

Statistiskā ticamība tika apsvērta, ja $p < 0,05$. Lai noskaidrotu p vērtību starp 3 vai 4 pacientu grupām, tika izmantots Kruskala–Valisa tests.

Atkārtotie mērījumi dažādos operācijas laikos tika analizēti, izmantojot atkārtotos mērījumus ANOVA (ar *Huynh–Feldt* korekciju) programmā JASP, versija 0,11.1.

Spearman korelācijas koeficients un statistiskā ticamība tika izmantota, lai aprakstītu korelācijas starp mainīgajiem. Pozitīva korelācija nozīmē: ja viens mainīgais paaugstinās, arī otrs mainīgais pieaug. Negatīvs korelācijas koeficients nozīmē: ja viena mainīgā vērtība paaugstinās, otra mainīgā vērtība samazinās. *Spearman* korelācijas koeficients ρ = parāda perfektu korelāciju; $\rho = 0,2$ ļoti zemu; $\rho = 0,2–0,4$ zemu korelāciju, kur būtu nepieciešama tālāka izpēte; $\rho = 0,4–0,6$ saprātīga korelācija; $\rho = 0,6–0,8$ augsta korelācija; $\rho = 0,8–1,0$ ļoti augsta korelācija.

3. Rezultāti

Pētījumā kopumā iekļauti 64 pilngadīgi neiroķirurģiski pacienti – 37 (57,8 %) sievietes un 27 (42,2 %) vīrieši, vidējais vecums 55 ± 15 (vidējais \pm SD) gadi. Četrdesmit divi pacienti piederēja pētījuma grupai (21 (50 %) sieviete un 21 (50 %) vīrietis; vidējais vecums 56 ± 13 gadi), un 22 pacienti – kontroles grupai (16 (72,7 %) sievietes un 6 (27,3 %) vīrieši; vidējais vecums 53 ± 17 gadi), $p = 0,7$ (3.1. tabula).

3.1. tabula

Procentuāls pacientu sadalījums grupās – pētījuma grupa, kontroles grupa un visi pētījuma pacienti kopā

Vecums	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		Kopā	
	n	%	n	%	n	%
18–30	0	0	4	18	4	6
31–40	4	10	2	9	6	9
41–50	10	24	3	14	13	20
51–60	15	36	2	9	17	27
61–70	6	14	9	41	15	23
71–80	5	12	2	9	7	11
81–90	2	5	0	0	2	3
91–100	0	0	0	0	0	0

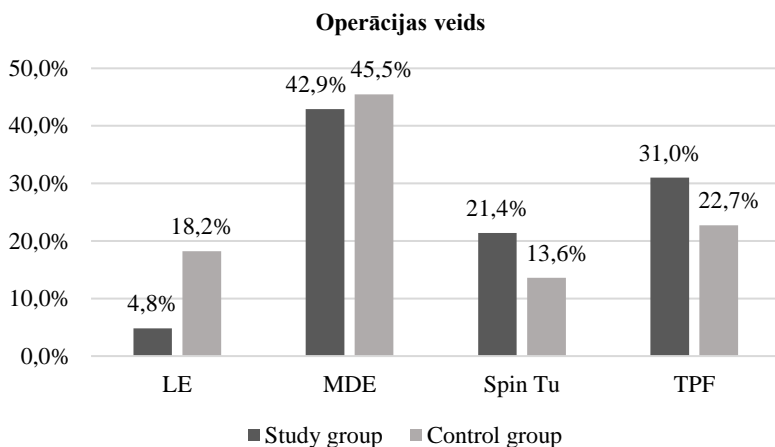
* n – pacientu skaits.

Viens kontroles grupas pacients tika izslēgts no pētījuma, tāpēc ka reģionālās cerebrālās oksigenācijas vērtības kritās par vairāk nekā 30 % no pacienta individuālajām pamatvērtībām un tika aktivēts *INVOS* ierīces brīdinājuma signāls, kas ierosināja nepieciešamās darbības, lai atjaunotu smadzeņu oksigenāciju.

3.1. Operācijas veids

Pacientiem tika veiktas šādas mugurkaula operācijas pozīcijā uz vēdera: 6 pacientiem (9,4 %) laminektomija (LE), 28 pacientiem (43,8 %) minimāli invazīva diskektomija (MDE), 12 pacientiem (18,8 %) spinālā tumora evakuācija (Spin Tu) un 18 pacientiem (28,1 %) tika veikta transpedikulāra mugurkaula fiksācija (TPF).

Sadalījums starp pētījuma un kontroles grupu attēlots 3.1. attēlā.



3.1. attēls. Veiktās operācijas veids pētījuma grupā un kontroles grupā

LE – laminektomija, MDE – mikrodiskektomija, Spin Tu – spinālā tumora evakuācija, TPF – transpedikulāra mugurkaula fiksācija.

3.2. Pirmsoperācijas izmeklējumi

Pirms operācijas tika veikti standarta pirmsoperācijas laboratoriskie izmeklējumi, lai noteiktu pirmsoperācijas hemoglobīna un hematokrīta līmeni. Pētījuma grupā vidējais Hb bija 14 ± 2 mg/dl, kontroles grupā 13 ± 1 mg/dl ($p = 0,06$). Statistiski ticami neatšķīrās arī vidējā Hct vērtība pētījuma un kontroles grupā (3.2. tabula).

Vidējais Hb (mg/dl) un Hct (%) līmenis pētījuma grupā, kontroles grupā un visos pētījuma pacientos kopā (vidējais ± SD)

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Hb (mg/dl)	14	2	13	1	0,06	14	2
Hct (%)	42	4	40	4	0,1	41	4

3.3. Operācijas ilgums

Vidējais operācijas ilgums visiem pētījuma pacientiem kopā bija 116 ± 16 min. Pētījuma grupā vidējais operācijas ilgums bija 128 ± 42 min., salīdzinot ar 104 ± 49 min. kontroles grupā. Pētījuma grupā operācijas ilgums bija statistiski ticami lielāks, nekā operācijas laiks kontroles grupā ar p vērtību 0,028.

3.4. Intraoperatīvs asins zudums

Operācijas beigās vidējais asins zudums bija 236 ± 103 ml, analizējot visus pētījuma pacientus kopā. Starp grupām netika novērotas būtiskas atšķirības vidējā asins zudumā. Vidējais asins zudums pētījuma grupā bija 245 ± 97 ml un kontroles grupā 220 ± 115 ml ($p = 0,262$).

3.5. Pirms operācijas un operācijas laikā veiktie neinvazīvie mērījumi

3.5.1. Vidējais sistēmiskais neinvazīvais arteriālais asinsspiediens (*Mean systemic non-invasive arterial blood pressure (MAP)*)

Pirms operācijas veiktais MAP mērījums 103 ± 10 mmHg pētījuma grupā bija statistiski ticami augstāks, salīdzinot ar MAP 93 ± 9 mmHg kontroles grupā ($p = 0,001$).

Sekojoši intraoperatīvi MAP mērījumi, attēloti kā vidējās (*average*), minimālās (*minimum*) un maksimālās (*maximum*) vērtības, pacientiem pēc intubācijas atrodies uz muguras, operācijas laikā pozīcijā uz vēdera un operācijas beigās, pacientiem atrodies atkal uz muguras, neuzrādīja statistiski ticamas atšķirības, kā tas attēlots 3.3. tabulā.

3.3. tabula

Vidējais, minimālais un maksimālais vidējais sistēmiskais arteriālais spiediens pētījuma grupā, kontroles grupā un visos pētījuma pacientos kopā (vidējais ± SD)*

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Avg MAP PreOp (mmHg)	103	10	93	9	<u>0,001</u>	100	11
Avg MAP Sup (mmHg)	88	15	85	16	0,287	87	16
Min MAP Sup (mmHg)	77	19	78	17	0,477	77	18
Max MAP Sup (mmHg)	101	25	90	18	0,092	97	23
Avg MAP Prone (mmHg)	82	9	80	7	0,466	81	9
Min MAP Prone (mmHg)	65	13	69	8	0,436	66	12
Max MAP Prone (mmHg)	102	17	96	10	0,204	100	15
Avg MAP Sup2 (mmHg)	90	14	87	12	0,440	89	13
Min MAP Sup2 (mmHg)	81	19	82	14	0,851	82	17
Max MAP Sup2 (mmHg)	97	18	92	13	0,286	95	16

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)).

Pētījuma grupā atkārtotie MAP mērījumi analizēti ANOVA ar *Huynh–Feldt* korekciju uzrādīja statistiski ticamu atšķirību starp divām fāzēm ($p < 0,001$).

Post-hoc analīze uzrādīja atšķirību starp *Prone*, *Supine*, *Supine 2* un pirmsoperācijas vērtībām un starp *Prone* un *Supine 2* (3.4. tabula).

3.4. tabula

Atkārtotie MAP ANOVA mērījumi un *post-hoc* analīze pētījuma grupā

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	20,27	1,619	< ,001
PreOp	Sup	15,216	2,581	< ,001
PreOp	Sup2	13,324	2,674	< ,001
Prone	Sup2	-6,946	2,057	0,005

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

Kontroles grupā atkārtotie mērījumi ANOVA ar *Huynh–Feldt* korekciju uzrādīja statistiski ticamu atšķirību starp divām fāzēm ar p vērtību 0,009.

Post-hoc analīze uzrādīja atšķirību starp *Prone*, *Supine*, *Supine 2* un pirmsoperācijas vērtībām un starp *Prone* un *Supine 2* (3.5. tabula).

3.5. tabula

Atkārtotie MAP ANOVA mērījumi un *post-hoc* analīze kontroles grupā

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	13,65	2,269	< ,001
PreOp	Sup	9	3,039	0,04
Prone	Sup2	-7,25	2,489	0,04

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

3.5.2. Cerebrālās oksigenācijas mērījumi

Reģionālā smadzeņu skābekļa saturācija (rScO2) tika mērīta pirmsoperācijas un operācijas laikā visiem pētījuma pacientiem. Mērījumu sadalījums starp pētījuma un kontroles grupu un datu statistiskā ticamība redzama 3.6. tabulā. Cerebrālās oksigenācijas vērtības ir atainotas atsevišķi – vīrs labās (*Dx*) un kreisās (*Sin*) smadzeņu puslodes.

3.6. tabula

Pirms operācijas un vidējās, minimālās, maksimālās rScO2 vērtības procentos vīrs labās un kreisās smadzeņu puslodes pētījuma grupā, kontroles grupā un visos pētījuma pacientos kopā (vidējais ± SD)*

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Preop rScO2 <i>Dx</i> (%)	71	9	75	9	0,047	73	9
Preop rScO2 <i>Sin</i> (%)	72	10	76	9	0,141	73	10
Avg Sup rScO2 <i>Dx</i> (%)	78	11	80	12	0,412	79	11
Min Sup rScO2 <i>Dx</i> (%)	77	11	78	12	0,578	77	11
Max Sup rScO2 <i>Dx</i> (%)	80	11	82	12	0,571	81	11
Avg Sup rScO2 <i>Sin</i> (%)	79	11	79	11	0,806	79	11
Min Sup rScO2 <i>Sin</i> (%)	76	11	77	10	0,702	76	11
Max Sup rScO2 <i>Sin</i> (%)	81	11	81	12	0,898	81	11
Avg Prone rScO2 <i>Dx</i> (%)	77	8	82	9	0,010	79	8
Min Prone rScO2 <i>Dx</i> (%)	71	9	78	10	0,004	74	10
Max Prone rScO2 <i>Dx</i> (%)	83	7	86	8	0,143	84	8

3.6. tabulas turpinājums

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Avg Prone rScO2 Sin (%)	77	8	82	7	0,017	79	8
Min Prone rScO2 Sin (%)	73	9	79	8	0,012	75	9
Max Prone rScO2 Sin (%)	82	8	86	7	0,105	84	8
Avg Sup2 rScO2 Dx (%)	77	9	81	10	0,051	78	10
Min Sup2 rScO2 Dx (%)	75	10	80	10	0,051	77	10
Max Sup2 rScO2 Dx (%)	78	9	83	10	0,067	80	9
Avg Sup2 rScO2 Sin (%)	77	10	81	9	0,054	78	10
Min Sup2 rScO2 Sin (%)	75	11	80	9	0,078	76	11
Max Sup2 rScO2 Sin (%)	78	9	83	10	0,058	80	9

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)).

Pētījuma grupā tika uzrādīta statistiski ticami zemāka pirmsoperācijas vidējā rScO2 Dx vērtība, salīdzinot ar kontroles grupu. Tika novērots arī, ka vidējās un minimālās rScO2 vērtības virs labās un kreisās smadzeņu puslodes, pacientam atrodies pozīcijā uz vēdera, bija statistiski ticami augstākas kontroles grupā (3.7. tabula).

Pētījuma grupa

Atkārtotie mērījumi ANOVA ar *Huynh–Feldt* korekciju virs labās smadzeņu puslodes (rScO2 Dx) uzrādīja statistiski ticamu atšķirību starp divām fāzēm ($p < 0,001$).

Post-hoc analīze uzrādīja atšķirību starp *Prone*, *Supine*, *Supine 2* un pirmsoperācijas vērtībām (3.7. tabula).

Atkārtotie rScO2 Dx ANOVA mērījumi un post-hoc analīze

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	-5,919	1,254	< ,001
PreOp	Sup	-7,865	1,235	< ,001
PreOp	Sup2	-5,459	1,167	< ,001

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

Atkārtotie mērījumi ANOVA ar *Huynh–Feldt* korekciju virs kreisās smadzeņu puslodes (rScO2 Sin) uzrādīja statistiski ticamu atšķirību starp divām fāzēm ($p < 0,001$).

Post-hoc analīze uzrādīja atšķirību starp *Prone*, *Supine*, *Supine 2* un pirmsoperācijas vērtībām (3.8. tabula).

Atkārtotie rScO2 Sin ANOVA mērījumi un post-hoc analīze

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	-6,056	1,186	< ,001
PreOp	Sup	-7,611	1,172	< ,001
PreOp	Sup2	-4,694	1,162	0,001

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

Kontroles grupa

Atkārtotie mērījumi ANOVA ar *Huynh–Feldt* korekciju virs labās un kreisās smadzeņu puslodes (rScO2 Dx un rScO2 Sin) parādīja, ka pastāv statistiski ticama atšķirība starp vismaz divām fāzēm ($p < 0,001$).

Post-hoc analīze uzrādīja atšķirību starp *Prone*, *Supine*, *Supine 2* un pirmsoperācijas vērtībām (3.9. un 3.10. tabula).

Atkārtotie rScO₂ Dx ANOVA mērījumi un post-hoc analīze

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	-6,706	1,439	0,002
PreOp	Sup	-6,353	1,447	0,002
PreOp	Sup2	-6,059	1,598	0,006

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

Atkārtotie rScO₂ Sin ANOVA mērījumi un post-hoc analīze

Operācijas posms	Operācijas posms	Vidējā atšķirība	SE	p vērtība
PreOp	Prone	-6,824	1,493	0,002
PreOp	Sup	-5,412	1,401	0,007
PreOp	Sup2	-5,588	1,683	0,017

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)), standarta kļūda (*standard error* (SE)).

3.5.3. Perifērā skābekļa saturācija (SpO₂)

3.11. tabula parāda perifēro skābekļa saturāciju, noteiktu ar pulsa oksimetru (SpO₂) tajos pašos laika posmos, kā prezentēts jau iepriekš, respektīvi, pirms operācijas operāciju zālē, pacientam elpojot atmosfēras gaisu pirms ievadnarkozes un pacientam atrodies pozīcijā uz muguras, vēdera pozīcijā, un operācijas beigās, kad pacients tiek pagriezts atpakaļ pozīcijā uz muguras.

Pirms operācijas un vidējās, minimālās, maksimālās SpO2 vērtības procentos pētījuma grupā, kontroles grupā un visos pētījuma pacientos kopā (vidējais \pm SD)*

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Avg PreOp SpO2 (%)	99,07	1,47	97,73	2,41	<u>0,026</u>	98,61	1,94
Avg SpO2 Sup (%)	99,77	0,58	99,15	1,42	0,059	99,56	0,99
Min SpO2 Sup (%)	99,49	1,23	99,10	1,45	0,183	99,36	1,31
Max SpO2 Sup (%)	99,92	0,27	99,25	1,41	<u>0,017</u>	99,69	0,90
Avg SpO2 Prone (%)	99,93	0,46	99,82	0,50	0,089	99,89	0,48
Min SpO2 Prone (%)	99,76	1,25	99,59	0,96	0,078	99,70	1,15
Max SpO2 Prone (%)	100,00	0	99,91	0,29	<u>0,049</u>	99,97	0,18
Avg SpO2 Sup 2 (%)	99,88	0,44	99,20	1,41	<u>0,008</u>	99,65	0,95
Min SpO2 Sup 2 (%)	99,69	1,14	99,05	1,65	<u>0,016</u>	99,47	1,36
Max SpO2 Sup 2 (%)	100	0	99,41	1,33	<u>0,001</u>	99,80	0,82

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)), pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)).

3.5.4. Ogļskābā gāze izelpas beigās (*End tidal expired carbon dioxide* (EtCO₂))

Ogļskābās gāzes izelpas beigās mērījumi pēc intubācijas pozīcijā uz muguras, pozīcijā uz vēdera un operācijas beigās pozīcijā uz muguras pirms ekstubācijas ir attēloti 3.12. tabulā.

Vidējās, minimālās, maksimālās EtCO₂ vērtības dzīvsudraba staba milimetros pētījuma grupā, kontroles grupā un visos pētījuma pacientos kopā (vidējais ± SD)*

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
Avg EtCO ₂ Sup (mmHg)	34	4	35	2	0,657	34	4
Min EtCO ₂ Sup (mmHg)	33	4	35	2	0,467	34	4
Max EtCO ₂ Sup (mmHg)	35	4	35	3	0,830	35	4
Avg EtCO ₂ Prone (mmHg)	35	2	34	2	0,236	35	2
Min EtCO ₂ Prone (mmHg)	33	3	33	2	0,744	33	3
Max EtCO ₂ Prone (mmHg)	37	2	36	2	<u>0,027</u>	37	2
Avg EtCO ₂ Sup2 (mmHg)	35	3	35	3	0,600	35	3
Min EtCO ₂ Sup2 (mmHg)	35	3	35	3	0,682	35	3
Max EtCO ₂ Sup2 (mmHg)	35	3	35	3	0,564	35	3

* Pēc intubācijas, pacientam atrodies uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodies uz muguras (*supine* (Sup2)).

3.6. Pacientu demogrāfiskie rādītāji un intraoperatīvie mērījumi, balstoties uz operācijas veidu

Statistiski ticamas atšķirības starp pacientiem, balstoties uz veiktās operācijas veidu (LE, MDE, Spinal Tu evakuācija, TPF), tika novērotas tādos parametros un mērījumos kā:

- vecums,
- intraoperatīvs asins zudums,
- operācijas ilgums,

- minimālā rScO2 vērtība virs labās smadzeņu puslodes pozīcijā uz muguras un vidējā rScO2 vērtība virs kreisās smadzeņu puslodes pozīcijā uz muguras pēc intubācijas.

Pacienti LE grupā bija gados visvecākie (73 ± 7 gadi), un gados visjaunākie bija pacienti MDE grupā (48 ± 13 gadi), $p = 0,001$.

Intraoperatīvs asins zudums bija statistiski ticami vislielākais TPF operāciju laikā, respektīvi, 311 ± 98 ml ar p vērtību $< 0,000$.

Attiecībā uz operācijas ilgumu vislielākais operācijas laiks tika novērots spinālo tumoru evakuācijas grupā, un tas bija 163 ± 54 min., salīdzinot ar LE – 103 ± 39 min., MDE – 100 ± 31 min., TPF – 126 ± 42 min. ($p = 0,004$).

Analizējot pacientu rScO2 mērījumus, pamatojoties uz operācijas veidu, vienīgās statistiski ticamās atšķirības, kas tika novērotas, bija šādas – minimālā rScO2 vērtība virs labās smadzeņu puslodes, pacientiem atrodoties pozīcijā uz muguras operācijas sākumā, bija visaugstākā MDE grupā (rScO2 82 ± 10 %, $p = 0,043$) un vidējā rScO2 vērtība virs kreisās smadzeņu puslodes operācijas sākumā, pacientam atrodoties uz muguras, arī bija visaugstākā MDE grupā (rScO2 83 ± 9 %, $p = 0,44$) (3.13. tabula).

3.13. tabula

Vecums, pirmsoperācijas un intraoperatīvās vērtības noteiktas laminektomijas (LE), mikrodiskektomijas (MDE), spinālo tumoru evakuācijas (Spin Tu) un transpedikulārās fiksācijas (TPF) grupās (vidējais \pm SD)*

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		P vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Vecums (gados)	73	7	48	13	58	11	56	16	0,001
Intraoperatīvs asins zudums (ml)	192	107	184	82	271	81	311	98	0,000
Hb (mg/dl)	13	1	14	2	14	1	13	2	0,072
Hct (%)	39	4	42	3	40	3	40	5	0,173

3.13. tabulas turpinājums

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		p vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Operācijas ilgums (min.)	103	39	100	31	163	54	126	42	<u>0,004</u>
PreOp rScO2 Dx (%)	73	5	75	9	74	10	69	11	0,356
Avg Sup rScO2 Dx (%)	77	7	84	9	76	14	75	11	0,063
Min Sup rScO2 Dx (%)	76	7	82	10	73	14	73	11	<u>0,043</u>
Max Sup rScO2 Dx (%)	78	7	86	9	78	14	77	12	<u>0,050</u>
PreOp rScO2 Sin (%)	72	9	75	9	75	11	70	10	0,270
Avg Sup rScO2 Sin (%)	72	9	83	9	77	13	76	11	<u>0,044</u>
Min Sup rScO2 Sin (%)	71	9	81	10	73	12	74	10	0,080
Max Sup rScO2 Sin (%)	73	8	85	9	79	14	78	12	<u>0,050</u>
Avg Prone rScO2 Dx (%)	78	7	81	8	77	11	77	8	0,425
Min Prone rScO2 Dx (%)	73	8	77	9	71	13	71	8	0,268
Max Prone rScO2 Dx (%)	82	7	86	6	83	9	81	8	0,159

3.13. tabulas turpinājums

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		P vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Avg Prone rScO2 Sin (%)	75	6	81	7	77	1	78	8	0,287
Min Prone rScO2 Sin (%)	71	9	78	8	74	13	73	9	0,246
Max Prone rScO2 Sin (%)	79	5	86	7	83	9	83	9	0,244
Avg Sup2 rScO2 Dx (%)	78	7	81	7	76	13	75	11	0,192
Min Sup2 rScO2 Dx (%)	77	6	80	8	74	14	74	11	0,355
Max Sup2 rScO2 Dx (%)	78	7	84	7	78	12	76	10	0,080
Avg Sup2 rScO2 Sin (%)	73	7	81	7	77	14	76	11	0,174
Min Sup2 rScO2 Sin (%)	72	8	79	8	75	15	75	12	0,326
Max Sup2 rScO2 Sin (%)	74	7	83	7	79	12	78	10	0,093
MAP PreOp (mmHg)	94	4	99	12	103	12	100	10	0,434
Avg MAP Sup (mmHg)	80	19	87	16	87	13	88	17	0,861
Min MAP Sup (mmHg)	71	19	81	15	68	25	80	17	0,421
Max MAP Sup (mmHg)	88	22	94	23	105	23	100	23	0,345

3.13. tabulas turpinājums

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		p vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Avg MAP Prone (mmHg)	75	9	81	8	85	8	81	9	0,217
Min MAP Prone (mmHg)	62	11	68	8	69	7	63	18	0,461
Max MAP Prone (mmHg)	94	7	98	15	107	16	102	16	0,348
Avg MAP Sup2 (mmHg)	80	12	90	13	94	10	86	16	0,187
Min MAP Sup2 (mmHg)	77	13	84	12	82	29	79	16	0,392
Max MAP Sup2 (mmHg)	83	12	96	16	101	6	95	21	0,061
Avg CO2 Sup (mmHg)	34	4	35	3	33	5	34	3	0,977
Min CO2 Sup (mmHg)	34	5	35	3	32	6	34	3	0,731
Max CO2 Sup (mmHg)	35	3	35	4	34	4	36	4	0,958
Avg EtCO2 Prone (mmHg)	34	2	35	2	35	3	35	2	0,334
Min EtCO2 Prone (mmHg)	32	2	34	2	32	4	33	3	0,482
Max EtCO2 Prone (mmHg)	35	3	37	2	37	2	37	2	0,178
SpO2 PreOp (%)	99	2	99	2	99	2	99	2	0,817

3.13. tabulas turpinājums

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		P vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Avg SpO2 Sup (%)	100	1	100	1	99	1	100	1	0,873
Min SpO2 Sup (%)	100	1	99	1	99	2	99	1	0,909
Max SpO2 Sup (%)	100	1	100	1	100	0	100	1	0,960
Avg SpO2 Prone (%)	100	0	100	0	100	1	100	0	0,903
Min SpO2 Prone (%)	100	0	100	1	99	2	100	0	0,782
Max SpO2 Prone (%)	100	0	100	0	100	0	100	0	0,817
Avg SpO2 Sup2 (%)	98	2	100	1	100	0	100	1	0,403
Min SpO2 Sup2 (%)	98	2	99	1	100	1	100	1	0,486
Max SpO2 Sup2 (%)	98	2	100	0	100	0	100	0	0,070

* Vecums (gados), intraoperatīvs asins zudums (ml), Hb (mg/dl), Hct (%), operācijas ilgums (min.), rScO2 procentos virs labās (*Dx*) un kreisās (*Sin*) smadzeņu puslodes, MAP, EtCO₂, SpO₂ pirmsoperācijas un intraoperatīvās vērtības pēc intubācijas, pacientam atrodoties uz muguras (*supine* (Sup)), vēdera pozīcijā (*prone* (Prone)), operācijas beigās, pacientam atkal atrodoties uz muguras (*supine* (Sup2)); vidējās (*average* (Avg)), minimālās (*minimum* (Min)), maksimālās (*maximum* (Max)) vērtības.

3.7. MoCA tests

Analizējot MoCA kognitīvā testa rezultātus, mēs atradām statistiski ticamu atšķirību MoCA pirmsoperācijas izvērtējuma punktu skaitā starp pētījuma un kontroles grupu: MoCA pirmsoperācijas punktu skaits pētījuma grupā bija 25 ± 2 un 26 ± 2 kontroles grupā ($p = 0,034$) (3.14. tabula).

3.14. tabula

Monreālas kognitīvā izvērtējuma skala (*Montreal Cognitive Assessment Score*) pētījuma grupā, kontroles grupā un kopā (vidējais \pm SD)*

Rādītājs	Pētījuma grupa		Kontroles grupa		p vērtība	Kopā	
	Vidējais	SD	Vidējais	SD		Vidējais	SD
MoCA PreOp	25	2	26	2	0,034	26	2
MoCA PostOp	26	2	26	2	0,919	26	2

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)) un pēcoperācijas (*postoperative* (PostOp)) punktu skaits.

Netika novērotas būtiskas atšķirības MoCA punktu skaitā, ne pirmsoperācijas, ne pēcoperācijas, salīdzinot pacientus, balstoties uz veikto operācijas veidu (3.15. tabula).

3.15. tabula

Monreālas kognitīvā izvērtējuma skala (*Montreal Cognitive Assessment Score*) laminektomijas (LE), mikrodiskektomijas (MDE), spinālo tumoru (Spin Tu) un transpedikulārās fiksācijas (TPF) grupās (vidējais \pm SD)*

Rādītājs	LE		MDE		Spin Tu		TPF		p vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
MoCA PreOp	25	1	26	3	26	2	26	2	0,766
MoCA PostOp	25	1	26	2	25	2	26	2	0,124

* Pirmsoperācijas (*preoperative* (PreOp)) un pēcoperācijas (*postoperative* (PostOp)) punktu skaits.

3.8. Intraoperatīva smadzeņu skābekļa desaturācija

Mūsu pētījumā intraoperatīva smadzeņu skābekļa desaturācija tika novērota trim pacientiem – diviem pētījuma grupas un vienam kontroles grupas pacientam. Desaturācijas laiks visiem trim pacientiem bija 5 līdz 8 minūtes.

Pētījuma grupa

Pētījuma grupā diviem pacientiem smadzeņu skābekļa saturācija kritās par 20 % no individuālajām pamatvērtībām un tika reģistrēta rScO₂ krišanās zem absolūtās vērtības 50 %. Tika lietots NIRS algoritms.

Pirmais pacients bija 54 gadus veca sieviete, kurai tika veikta spinālā tumora evakuācija. Pirmsoperācijas noteiktās rScO₂ vērtības bija 68 % virs labās smadzeņu puslodes un 69 % virs kreisās. Tika konstatēta intraoperatīva rScO₂ krišanās par 29 % no pamatvērtībām un krišanās zem absolūtās vērtības 50 % (bilaterāli) ar minimālo rScO₂ vērtību 48 %, pacientei atrodoties pozīcijā uz vēdera.

Balstoties uz NIRS algoritmu, kā pirmais solis tika nodrošināta neitrāla galvas pozīcija, taču izmaiņas rScO₂ netika novērotas. Kā nākamo soli paciente saņēma 10 mg efedrīna bolusa devu intravenozi, lai paaugstinātu vidējo arteriālo asinsspiedienu. Smadzeņu desaturācijas laikā MAP bija virs 95 mmHg, kas bija par 24 % zemāks par pirmsoperācijas veikto izejas mērījumu. Pēc otrā soļa rScO₂ vērtības paaugstinājās virs 50 %, tad virs pamatvērtībām, un tālāka iejaukšanās nebija nepieciešama.

Pacientes operācijas laiks bija ilgāks nekā vidējais pētījuma grupā, respektīvi, 270 min., salīdzinot ar 128 ± 42 min. pārējiem pētījuma grupas pacientiem ($p = 0,0001$). Operācijas laiks bija arī lielāks nekā vidējais operācijas ilgums spinālo tumoru evakuācijas grupā – $153,2 \pm 44,3$ min. ($p < 0,001$).

Pacientes pirmsoperācijas sistēmiskais MAP 124 mmHg bija augstāks nekā pirmsoperācijas MAP pārējos pētījuma grupas pacientos (MAP 103 ± 10 mmHg, $p = 0,03$). Tas bija arī augstāks nekā pirmsoperācijas MAP pārējos spinālo tumoru evakuācijas grupas pacientos ar vidējo pirmsoperācijas sistēmisko MAP $100,9 \pm 9,8$ mmHg ($p < 0,001$).

Otrais pacients bija vīrietis, 57 gadus vecs, kuram tika veikta mikrodisektomijas (viena līmeņa L4 – 5) operācija. Izejas rScO₂ vērtības bija

rScO₂ Dx 85 % un rScO₂ Sin 87 %. Operācijas laikā, pacientam atrodies pozīcijā uz vēdera, rScO₂ vērtības kritās līdz minimālajai rScO₂ vērtībai 63 % (bilaterāli) (par 27 % no pacienta individuālajām izejas vērtībām, kuras tika noteiktas preoperatīvi pirms intubācijas).

Arī otrā pacienta rScO₂ vērtības nemainījās pēc korektas galvas pozīcijas nodrošināšanas. Smadzeņu desaturācijas laikā vidējais MAP samazinājās līdz 62 mmHg (izejas vidējais MAP 104 mmHg), kā nākamo soli pacients saņēma intravenozu efedrīna 10 mg devu. Tālāk MAP turpināja kristies līdz zemākajam MAP 56 mmHg. Pacients saņēma vēl vienu 10 mg efedrīna devu. Kopā ar MAP paaugstinājās arī rScO₂ vērtības virs bīstamās robežas, un tālāka iejaukšanās nebija nepieciešama.

Kognitīvā funkcija, balstoties uz MoCA testa punktiem, abiem pētījuma grupas pacientiem, kur uz NIRS balstīts intervencijas algoritms tika izmantots, palika nemainīga pirms operācijas un pēc operācijas. Pirmajai pacientei MoCA punktu skaits pirms operācijas bija 26 punkti un arī pēc operācijas 26 punkti. Otrajam pacientam MoCA punktu skaits pirms operācijas un pēc operācijas bija 23 punkti.

Kontroles grupa

Kontroles grupā smadzeņu desaturācija tika novērota vienam pacientam. Pacients bija 24 gadus veca sieviete, kurai tika veikta divu līmeņu transpedikulāra jostas daļas fiksācija pēc traumas. Pirmsoperācijas izejas rScO₂ vērtības bija rScO₂ Sin 92 % un rScO₂ Dx 87 %. Mēs novērojām intraoperatīvu rScO₂ krišanos par 21 % no izejas pamatvērtības (uz rScO₂ 73 % Dx pacientei, atrodies pozīcijā uz vēdera).

Analizējot un salīdzinot pacientes demogrāfiskos rādītājus un intraoperatīvos mērījumus, mēs nenovērojām statistiski ticamu atšķirību no pārējiem kontroles grupas pacientiem. Analizējot pacientes mērījumus

retrospektīvi, mēs pamanījām MAP samazināšanos laikā, kad kritās arī rScO₂ vērtības, un tas bija no izejas MAP vērtības 91 mmHg uz MAP 71 mmHg (MAP vērtības krišanās par 22 %).

MoCA punktu skaits iepriekš aprakstītajai pacientei samazinājās par četriem punktiem postoperatīvi – no MoCA 29 punktiem pirms operācijas uz MoCA 25 punktiem pēc operācijas, kas tiek definēts kā pēcoperācijas kognitīvā disfunkcija.

3.9. Pēcoperācijas kognitīvās funkcijas samazināšanās un MoCA punktu skaits

No 64 kopumā pētījumā iekļautajiem pacientiem pēcoperācijas kognitīvās funkcijas samazināšanos novēroja 19 (29,6 %) pacientiem un, respektīvi, 9 no 42 pacientiem (21,4 %) pētījuma grupā un 10 no 22 pacientiem (45,5 %) kontroles grupā.

Tika novērota šāda MoCA punktu pēcoperācijas samazināšanās:

- par 1 punktu – 8 pacientiem (5 pētījuma grupā un 3 kontroles grupā);
- par 2 punktiem – 7 pacientiem (3 pētījuma grupā, 4 kontroles grupā);
- par 3 punktiem – 1 pacientam (1 kontroles grupā);
- par 4 punktiem – 3 pacientiem (1 pētījuma grupā, 2 kontroles grupā).

Statistiski ticamas atšķirības, salīdzinot ar citiem pacientiem, kuriem nenovēroja pēcoperācijas kognitīvās funkcijas samazināšanos, tika novērotas šādos mērījumos: vidējā rScO₂ vērtībā pozīcijā uz vēdera virs kreisās smadzeņu puslodes un maksimālā EtCO₂ vērtībā pozīcijā uz muguras operācijas sākumā (3.16. tabula).

Vidējā rScO₂ vērtība pozīcijā uz vēdera virs kreisās smadzeņu puslodes un maksimālā EtCO₂ vērtība pēc intubācijas tiem pacientiem, guļot uz muguras, kuriem novēroja pēcooperācijas MoCA punktu skaita samazinājumu, salīdzinot ar pārējiem pētījuma pacientiem

Rādītājs	Pacienti ar pēcooperācijas MoCA punktu samazinājumu		Pārējie pētījuma pacienti		p vērtība
	Vidējais	SD	Vidējais	SD	
Avg prone rScO ₂ Sin (%)	82	7	78	8	0,048
Max EtCO ₂ Sup (mmHg)	37	3	34	4	0,041

Mēs analizējam arī atsevišķi tos pacientus, kuriem MoCA pēcooperācijas punktu skaits samazinājās par četriem punktiem. Statistiski ticamas atšķirības netika novērotas, salīdzinot ar pārējiem pētījuma pacientiem.

3.17. tabulā attēlots, cik pacientu (%) uzrādīja pēcooperācijas MoCA punktu samazinājumu MoCA domēnos.

Pacientu skaits procentos, kuri uzrādīja pēcooperācijas MoCA punktu samazinājumu, analizēti MoCA domēnos pētījuma, kontroles grupā un kopā

MoCA domēns	Pētījuma grupa n (%)	Kontroles grupa n (%)	p vērtība	Kopā n (%)
Vizuāli telpiskās spējas / vadības funkcijas	13,0	16,7	0,771	14,3
Nosaukšana	0	0	–	0
Atmiņa	Nav punktu			
Uzmanība	21,7	25,0	0,827	22,9
Valoda	8,7	41,7	0,021	20,0
Vispārināšana	0	8,3	0,160	2,9
Atsaukšana atmiņā	26,1	33,3	0,652	28,6
Orientācija	13,0	0	0,191	8,6

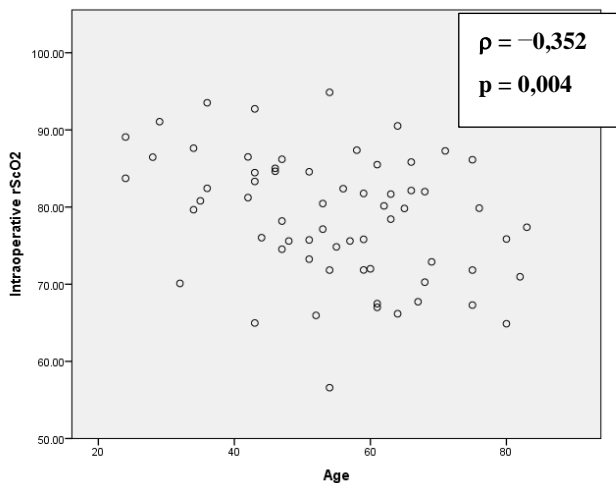
3.10. Spearman's rho korelācijas analīze

Izmantojot Spearman's rho korelācijas analīzi un analizējot visus pētījumā iekļautos pacientus, mēs novērojam negatīvu korelāciju starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pacientu vecumu, intraoperatīvu asins zudumu un pirmsoperācijas MAP vērtību un pozitīvu korelāciju starp pirmsoperācijas MoCA vērtībām (3.18. tabula, 3.2.–3.5. attēls).

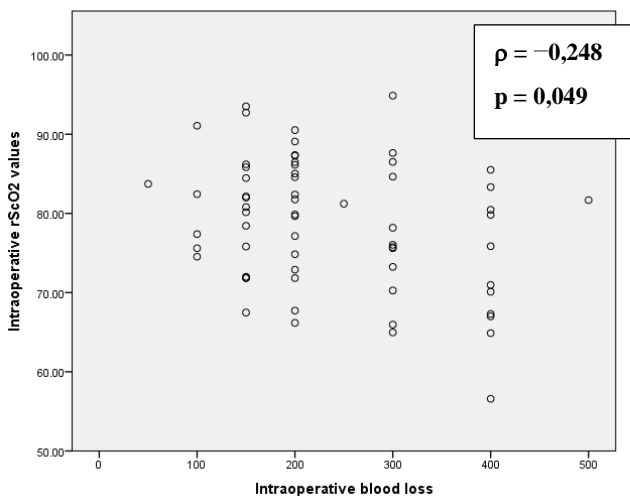
3.18. tabula

Spearman's rho korelācijas koeficients ρ starp vecumu, intraoperatīvu asins zudumu, pirmsoperācijas MAP, pirmsoperācijas MoCA un intraoperatīvām rScO₂ vērtībām visos pētījuma pacientos

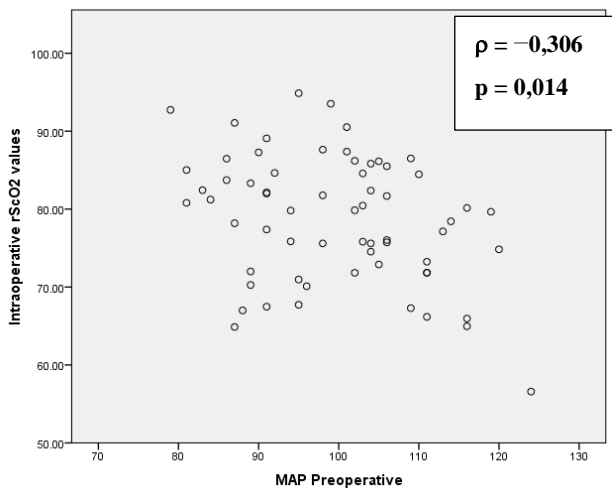
Rādītājs	Spearman's rho korelācijas koeficients un p vērtība	Intraoperatīvās rScO ₂ vērtības
Vecums	Spearman's rho korelācijas koeficients (ρ)	-0,352
	p vērtība	0,004
Intraoperatīvs asins zudums	Spearman's rho korelācijas koeficients (ρ)	-0,248
	p vērtība	0,049
Pirmsoperācijas MAP	Spearman's rho korelācijas koeficients (ρ)	-0,306
	p vērtība	0,014
Pirmsoperācijas MoCA	Spearman's rho korelācijas koeficients (ρ)	0,326
	p vērtība	0,009



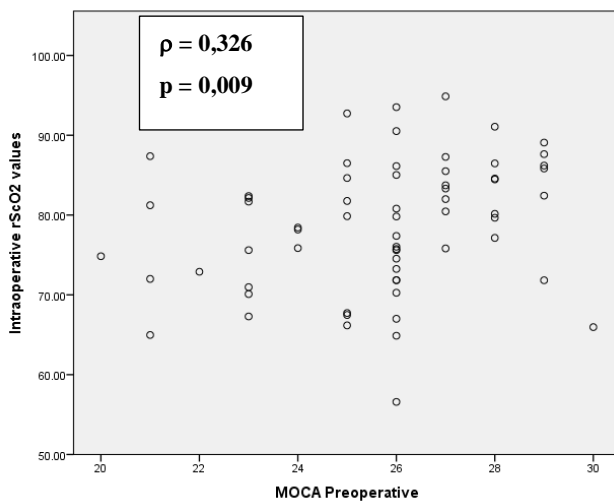
3.2. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp vecumu un intraoperatīvām rScO2 vērtībām visos pētījuma pacientos kopā



3.3. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp intraoperatīvu asins zudumu un intraoperatīvām rScO2 vērtībām visos pētījuma pacientos kopā



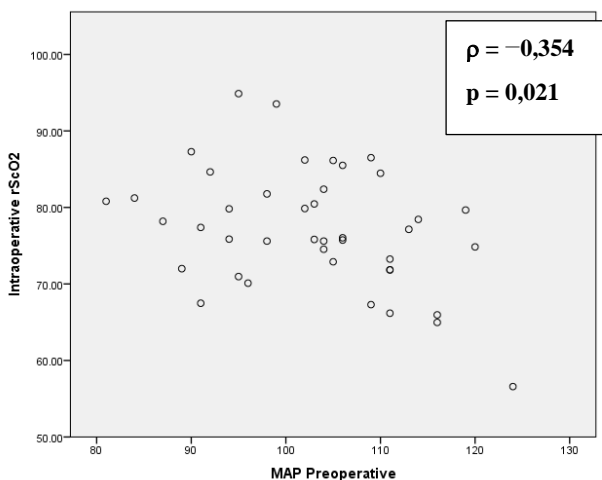
3.4. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp pirmsoperācijas MAP un intraoperatīvām rScO2 vērtībām visos pētījuma pacientos kopā



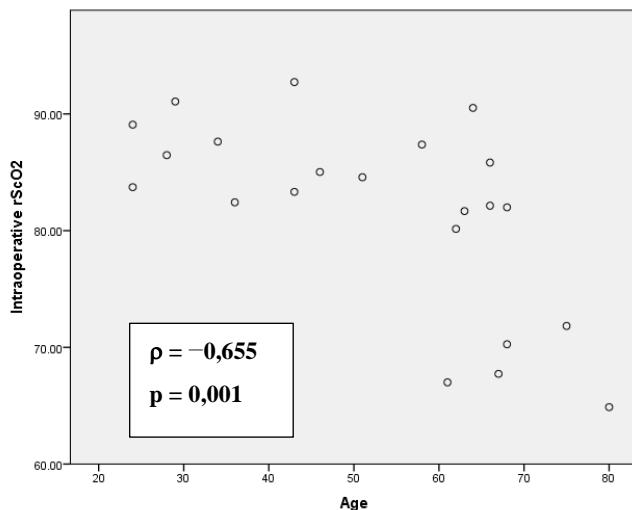
3.5. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp pirmsoperācijas MoCA un intraoperatīvām rScO2 vērtībām visos pētījuma pacientos kopā

Lineārā regresija uzrādīja, ka šādi faktori izskaidro 28,5 % intraoperatīvo rScO₂ vērtību varbūtību – vecums ($B = -0,134$, 95 % CI $[-0,266, -0,001]$, $p = 0,048$) un pirmsoperācijas sistēmiskais MAP ($B = -0,204$, 95 % CI $[-0,384, -0,024]$, $p = 0,027$) – attiecībā uz citiem faktoriem (intraoperatīvs asins zudums, Hb, Hct, operācijas ilgums, intraoperatīvs sistēmiskais MAP, EtCO₂, SpO₂, MoCA punktu skaits).

Mēs arī izpētījām, vai intraoperatīvās rScO₂ vērtības korelē ar citiem mērījumiem atsevišķi pētījuma un kontroles grupā. Pētījuma grupā mēs atradām negatīvu korelāciju starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pirmsoperācijas MAP ($\rho = -0,354$, $p = 0,021$) (3.6. attēls). Kontroles grupā mēs atradām negatīvu korelāciju starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pacientu vecumu ($\rho = -0,655$, $p = 0,001$) (3.7. attēls).

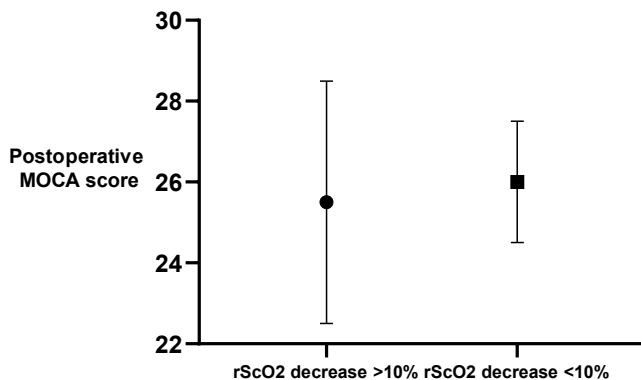


3.6. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp pirmsoperācijas MAP un intraoperatīvām rScO₂ vērtībām pētījuma grupā



3.7. attēls. *Spearman's rho* korelācija starp vecumu un intraoperatīvām rScO2 vērtībām kontrolēs grupā

Pēcoperācijas MoCA nekorelēja ar intraoperatīvām rScO2 vērtībām. Taču pacienti, kuriem rScO2 samazinājās par > 10 % jebkurā operācijas posmā, novēroja zemāku mediāno MoCA punktu skaitu pēc operācijas. Pacientiem, kuriem rScO2 samazinājās par > 10 %, mediānais pēcoperācijas MoCA punktu skaits bija 26,0 (*IQR* 1,5). Pacientiem, kuriem rScO2 nesamazinājās vai samazinājās < 10 %, mediānais pēcoperācijas MoCA punktu skaits bija 25,5 (*IQR* 3). Šī atšķirība bija statistiski ticama ($p = 0,02$) (3.8. attēls).



3.8. attēls. Mediānais pēcooperācijas MoCA punktu skaits pacientiem ar intraoperatīvu rScO2 samazināšanos > 10 % un pacientiem bez rScO2 samazināšanās vai ar samazināšanos < 10 %

4. Diskusija

Mugurkaula ķirurģija ir medicīnas nozare, kas ietver dažādas plaša spektra mugurkaula skriemeļu un apkārtesošo audu operācijas. Operācijas veids, ķirurģiskā tehnika, operācijas ilgums, intraoperatīvs asins zudums, medicīnas personāla profesionālās spējas un citi nozīmīgi faktori nosaka intraoperatīvā menedžmenta kvalitāti un pēcoperācijas iznākumu. Mugurkaula ķirurģija ir kompleksa medicīnas nozare, kas ir izaicinājums gan ārstiem, gan pētniekiem. Mūsu mērķis bija noskaidrot, vai mugurkaula operāciju laikā pozīcijā uz vēdera novēro cerebrālu desaturāciju un uz infrasarkanu staru spektroskopijas balstīta klīniska algoritma potenciālo lietderību. Mēs arī apsvērām, vai smadzeņu desaturācija ir saistīta ar pēcoperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanos. Tāpat mūsu mērķis bija noskaidrot, kādi faktori ietekmē smadzeņu oksigenāciju pacientiem, kuriem tika veikta mugurkaula operācija, kā pacientu vecums, pirmsoperācijas hemoglobīna un hematokrīta līmenis, ogļskābās gāzes koncentrācija izelpas beigās, perifērā skābekļa saturācija, intraoperatīvs asins zudums un operācijas ilgums. Kā mūsu darba hipotēze tika izvirzīta, ka adekvātas smadzeņu skābekļa saturācijas nodrošināšana mugurkaula operācijas laikā pozīcijā uz vēdera ir būtiska, lai izvairītos no POCD.

Vairākos jaunākos pētījumos ir izcelta smadzeņu skābekļa saturācijas monitorēšana, izmantojot NIRS ierīces cerebrālos oksimetrus. Būdamas neinvazīvas ierīces, tās ieguvušas popularitāti dažādās ķirurģijas nozarēs, kā arī stāvokļos, kuri pieprasa ārstēšanu intensīvās terapijas nodaļā, ietverot gan pieaugušo, gan bērnu pacientu populāciju. Ierobežots pētījumu skaits ir koncentrējies specifiski uz smadzeņu skābekļa intraoperatīvu monitoringu mugurkaula operāciju laikā, un tikai dažos pētījumos ir izvērtēta kognitīvā funkcija kā daļa no pēcoperācijas iznākuma (Trafidlo, 2015).

4.1. Vecums

Vecumam tiek piešķirta nozīmīga loma attiecībā uz intraoperatīvu smadzeņu desaturāciju. Vecāka gadagājuma pacienti visbiežāk cieš no intraoperatīvas smadzeņu desaturācijas samazinātas fizioloģiskās rezerves dēļ (Casati, 2005). Neseni pētījumi pierādījuši, ka lielāks pacienta vecums ir asociēts ar intraoperatīvās rScO₂ samazināšanos (Tobias, 2008; Burkhart, 2011). Gandrīz 20–40 % gados vecāku pacientu piedzīvo cerebrālu desaturāciju nekardiālas operācijas laikā (Casati, 2005; Papadopoulos, 2012; Deiner, 2014), un vecāka gadagājuma pacienti veido līdz pat 30 % no visiem pacientiem, kuriem nepieciešama anestēzija un operācija (Casati, 2005). Vecums, kurā pacienti tiek iekļauti vecāka gadagājuma pacientu grupā, pētījumos variē. Sešdesmit pieci gadi un vecāki ir definīcija, kas tiek lietota visbiežāk. Mūsu pētījumā tika iekļauti pieauguši pacienti vecumā virs 18 gadiem ar vidējo vecumu 55 ± 15 gadi (vidējais \pm SD). Pacienti 61 gada vecumā un vecāki veidoja 64 % no pacientu populācijas. Mūsu pētījumā intraoperatīva cerebrāla desaturācija par vairāk nekā 20 % no izejas vērtībām vai absolūta rScO₂ krišanās zem 50 % tika novērota trim pacientiem. Divi bija 54 un 57 gadus veci, un trešā paciente bija tikai 24 gadus veca, parādot, kā arī gados jauni pacienti piedzīvo ievērojamu rScO₂ krišanos operācijas laikā.

Kā minēts iepriekš (Casati, 2015; Deiner, 2014; Papadopoulos, 2012), pacienti vecumā virs 65 gadiem uzrāda zemākas intraoperatīvās rScO₂ vērtības. Tam pretstatā mēs novērojām statistiski ticami augstākas vidējās un minimālās rScO₂ vērtības intraoperatīvi virs abām smadzeņu puslodēm pozīcijā uz vēdera kontroles grupā, kurā lielākā daļa pacientu bija vecumgrupā 61–70 gadi. Tajā pašā laikā lielākā daļa pacientu pētījuma grupā (36 %) bija vecumgrupā no 51 līdz 60 gadiem, bet uzrādīja zemākas rScO₂ vērtības pozīcijā uz vēdera.

Kopumā mūsu pētījums paredz negatīvu korelāciju starp pacientu vecumu un intraoperatīvām rScO₂ vērtībām ($\rho = -0,352$, $p = 0,004$), kas sakrīt ar iepriekš minētajiem pētījumiem (Casati, 2015; Deiner, 2014; Papadopoulos, 2012). Rodas jautājums: kāda ir vecuma robeža, virs kuras būtu jāpievērš pastiprināta uzmanība iespējamiem intraoperatīvas desaturācijas draudiem? Papildus faktam, ka trīs pacienti, kuriem novēroja intraoperatīvu cerebrālu desaturāciju, bija ievērojami jaunāki par 65 gadiem, lika mūs analizēt un meklēt citus faktorus, kuri varētu potenciāli izraisīt cerebrālu desaturāciju.

4.2. Vidējais arteriālais asinsspiediens (MAP), vazokonstriktīvo medikamentu izvēle

Vidējais arteriālais asinsspiediens ir būtisks faktors adekvāta smadzeņu perfūzijas spiediena nodrošināšanai, ietverot adekvātu skābekļa piegādi smadzenēm. Kā minēts intraoperatīvā NIRS algoritmā (Denault, 2007; Trafidlo, 2015), MAP izvērtēšana ir otrais solis pēc galvas pozīcijas verifikācijas smadzeņu desaturācijas gadījumā. Balsoties uz smadzeņu autoregulāciju, adekvāta smadzeņu audu perfūzija paliek konstanta diapazonā no 50 līdz 150 mmHg (Van der Brule, 2018). Ieteicamais vidējais MAP, kas nodrošina optimālu orgānu perfūziju, ieskaitot smadzenes, ir 65 mmHg (Van Diepen, 2017). Intraoperatīva hipotensija tiek definēta kā absolūta MAP vērtība < 65 mmHg vai relatīva MAP samazināšanās par 20 % un vairāk no izejas pamatvērtības (Meng, 2018). Mūsu pētījumā MAP cerebrālās desaturācijas laikā vienam no mūsu pētījuma grupas pacientiem bija zemāks par 65 mmHg (56–62 mmHg). Otram pētījuma grupas pacientam cerebrālās desaturācijas laikā MAP bija par 24 % zemāks nekā izejas vērtība. Abi pacienti saņēma efedrīna bolusa devas, un rScO₂ paaugstinājās virs bīstamās robežas, pierādot arteriālā asinsspiediena nozīmi adekvātas cerebrālās saturācijas uzturēšanai.

Vazokonstriktoru izvēle, kas paaugstina MAP un saglabā rScO₂, ir apskatīta vairākos pētījumos. Iepriekšējie pētījumi ir parādījuši, ka efedrīns, kas tika izmantots mūsu pētījumā, paaugstina MAP, bet nesamazina (vai pat paaugstina) rScO₂ salīdzinājumā ar, piemēram, fenilefrīnu, kur MAP paaugstinās tādā pašā līmenī, bet rScO₂ ievērojami samazinās (Vanpeteghem, 202; Koch, 2020; Nissen, 2010).

No otras puses, citi pacienti, kuriem MAP bija < 65 mmHg vai MAP vērtības par 20 % zemākas nekā izejas vērtība, cerebrālu desaturāciju neuzrādīja. Rodas jautājums: vai MAP 65 mmHg var tikt akceptēts kā standarta vērtība attiecībā uz pietiekamu smadzeņu perfūziju un arī skābekļa piegādi vai arī ir jātiecas uz individuālu MAP bīstamo robežu? Vēl jo vairāk, kura MAP vērtība ir jāpieņem kā izejas pamatvērtība – tā, kura tiek noteikta pacienta pirmsoperācijas apmeklējuma laikā, vai arī tā, kura tiek mērīta operāciju zālē pirms anestēzijas ievadnarkozes? Pirmsoperācijas pacienta apskates laikā ne vienmēr tiek noteikts MAP. No otras puses, asinsspiedienu, kas tiek mērīts tieši pirms operācijas, spēcīgi ietekmē pirmsoperācijas stress un asinsspiediena un citu medikamentu lietošana. *Zhang* ar kolēģiem (*Zhang, 2021*) parādīja, ka cerebrālā oksigenācija pati par sevi var tikt izmantota optimāla intraoperatīva MAP noteikšanai, lai nodrošinātu adekvātu cerebrālu autoregulāciju. Viņu pētījums parādīja, ka optimāls MAP mērķis vecākiem pacientiem (> 65 mmHg) ir starp 67,8 ± 8,9 un 116,4 ± 10,5 mmHg un vidēja vecumgrupas pacientiem (45–64 gadi) starp 71,2 ± 12,5 un 111,3 ± 8,9 mmHg (*Zhang, 2021*). Mūsu pacientu populācijā vidējais arteriālais asinsspiediens variēja no 66 ± 12 līdz 100 ± 15 mmHg, kas ir saskaņā ar *Zhang et al.*, lai arī vērtības tika iegūtas no visām pacientu grupām.

Intraoperatīva asinsspiediena menedžmenta nozīmīgums ir zināms jau sen, jo pacienti ar hipertensiju ir pakļauti paaugstinātam pēcooperācijas komplikāciju riskam, kā kardiovaskulāri notikumi, neiroloģisks deficīts vai pat nāve (*Varon, 2008*). Mēs novērojām statistiski ticami augstāku pirmsoperācijas

MAP mūsu pētījuma grupas pacientiem, salīdzinot ar kontroles grupas pacientiem. Tajā pašā laikā pētījuma grupas pacientiem tika novērotas zemākas pirmsoperācijas rScO₂ vērtības un zemākas rScO₂ vērtības pozīcijā uz vēdera. Tika atrasta negatīva korelācija starp pirmsoperācijas MAP un intraoperatīvām rScO₂ vērtībām. Tas pats tika novērots vienam pētījuma grupas pacientam, kuram bija ievērojama smadzeņu desaturācija. Šim pētījuma grupas pacientam pirmsoperācijas MAP bija ievērojami augstāks nekā vidējais grupā un tika novērota intraoperatīva smadzeņu desaturācija. Pētījumos, kuros apskatīti pirmsoperācijas mērījumi un faktori, kas ietekmē intraoperatīvus rScO₂ mērījumus, nav minēts MAP kā viens no tiem (Thiele, 2020). Cik mums zināms, nepastāv pētījumi, kuros noskaidrota specifiski pirms operācijas noteiktā asinsspiediena saistība ar intraoperatīvu cerebrālu oksigenāciju.

Mūsu pētījums parādīja, ka asinsspiedienam ir nozīmīga loma adekvātas smadzeņu saturācijas uzturēšanai. *Jo et al.* savā pētījumā iesaka, ka smadzenes varētu tikt izmantotas kā rādītājorgāns, kas atspoguļo vispārējo hemodinamisko stabilitāti (Jo, 2020). Tāpat kā mūsu pētījumā, *Jo et al.* demonstrē, ka izmaiņas MAP korelē ar rScO₂, lai arī korelācija ir vāja (Jo, 2020). Ir nepieciešama tālāka diskusija, lai noskaidrotu, kāda ir konkrēta MAP loma adekvātas cerebrālās oksigenācijas uzturēšanā, vai pastāv absolūtas MAP vērtības, kas pieprasa iejaukšanos, un kāds būtu mēģinājums.

4.3. Hb, Hct, intraoperatīvs asins zudums

Asinis ir galvenais hemoglobīna pārnēsātājs, un Hb ir galvenā molekula, kura ir iesaistīta O₂ transportā. Līdz ar to ir pamats apspriest Hb, Hct un intraoperatīvu asins zudumu saistībā ar smadzeņu saturāciju.

Ir pierādīts, ka pastāv asociācija starp Hb un cerebrālām rScO₂ vērtībām un var novērot lineāru attiecību, kur zemāks Hb līmenis atbilst zemākām rScO₂ vērtībām (Ookawara, 2020). Atbilstoši Pasaules Veselības organizācijai (WHO)

anēmija tiek definēta kā hemoglobīns < 13 mg/dl vīriešiem un < 12 mg/dl sievietēm, kuras nav stāvoklī (WHO, 2011). Slikts pēcoperācijas iznākums tiek aprakstīts pacientiem ar dažādu pirmsoperācijas Hb līmeni – 10 mg/dl, 11 mg/dl un 12 mg/dl, lai arī var diskutēt par to, vai tas ir saistīts ar zemu hemoglobīna līmeni vai citiem faktoriem (Van Straten, 2009). Mūsu pētījumā netika atrasta korelācija starp pirmsoperācijas hemoglobīna vai hematokrīta līmeni un intraoperatīvām rScO₂ vērtībām. Tas var tikt skaidrots ar faktu, ka vidējais pirmsoperācijas hemoglobīna un hematokrīta līmenis pētījuma un kontroles grupās bija normas robežās un pacienti, balstoties uz WHO definīciju, nebija anēmiski. Cik mums zināms, nepastāv pētījumi, kuros Hb un Hct līmenis tiek analizēts attiecībā uz intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pēcoperācijas iznākumu tieši mugurkaula ķirurģijas pacientiem.

Tāda pati lineāra attiecība, kā ar Hb un rScO₂, var tikt novērota ar asins zudumu un rScO₂. *Torella et al.* (*Torella, 2004*) novēroja, ka smadzeņu skābekļa saturācija samazinās proporcionāli asins zudumam. Tas sakrīt ar mūsu novērojumu par negatīvu korelāciju starp intraoperatīvu asins zudumu un cerebrālu oksigenāciju. *Torella* un kolēģi gan novēroja ievērojami augstāku mediāno asins zudumu – 650 ml (400–1800 ml) (*Torella, 2004*) – salīdzinājumā ar vidējo asins zudumu 236 ± 103 ml (100–500 ml) mūsu pētījuma materiālā kopumā.

4.4. Operācijas ilgums

Operācijas ilgums tiek aprakstīts saistībā ar pēcoperācijas komplikācijām. Ir pierādīts, ka pēcoperācijas komplikācijas (operācijas brūces infekcija, brūču nedzīšana, asiņošana, pneimonija, urīnceļu infekcija, nieru mazspēja, sepsis, kardiālas komplikācijas) dubultojās, operācijas laikam pārsniedzot divas un vairāk stundu (*Cheng, 2018*). Pagarināts operācijas laiks tiek apskatīts arī kā riska faktors attiecībā uz pēcoperācijas kognitīvajiem traucējumiem

(Rundshagen, 2014; Borozdina, 2018). Kad mēs apskatījām atsevišķi pacientus, kuriem novēroja POCD, tika atklāta tādi pati tendence kā minētajos pētījumos. Vidējais operācijas ilgums pacientiem ar POCD bija 130 ± 44 min., salīdzinot ar 115 ± 46 min. pacientiem bez POCD. Jāpiemin, ka atšķirība nebija statistiski ticama.

4.5. Cerebrālā oksigenācija mugurkaula operācijas laikā pozīcijā uz vēdera

Autori ir izvērtējuši, vai izmaiņas smadzeņu skābekļa saturācijā var tikt novērotas mugurkaula operācijas laikā pozīcijā uz vēdera. *Deiner et al.* tāpat kā mūsu pētījumā parādīja, ka pacientiem novēro cerebrālu desaturāciju, ja operācija tiek veikta pozīcijā uz vēdera (Deiner, 2014). Viņu pētījums salīdzināja gadus vecākus pacientus (> 68 gadi), kuriem tika veikta operācija pozīcijā uz vēdera, ar pacientiem, kuriem operācija tika veikta pozīcijā uz muguras. Pētnieki novēroja, ka cerebrāla desaturācija bija saistīta ar *prone* pozīciju, jo pacienti, kuri tika operēti *prone* pozīcijā, piedzīvoja cerebrālu desaturāciju divreiz biežāk, nekā pacienti, kuri tika operēti pozīcijā uz muguras (Deiner, 2014). Mūsu pacientiem novērojām augstākas vidējās un minimālās cerebrālās oksigenācijas vērtības pozīcijā uz muguras virs abām smadzeņu puslodēm kontroles grupā, salīdzinot ar pētījuma grupu. Vairākums kontroles grupas pacientu (41 %) bija vecumgrupā no 61 līdz 70 gadiem. Tajā pašā laikā lielākā daļa pacientu pētījuma grupā bija jaunāki – vecumā no 51 līdz 60 gadiem.

Pirms pāris gadiem *Andersen* ar kolēģiem (Andersen, 2014) demonstrēja, cik nozīmīga ir neitrāla galvas pozīcija adekvātas galvas smadzeņu oksigenācijas nodrošināšanai, pacientam atrodoties *prone* pozīcijā, jo galvas rotācija pa labi vai pa kreisi vai fleksija, vai ekstensija var radīt rScO₂ krišanos. Mūsu pētījumā smadzeņu desaturācijas gadījumā kā pirmais solis tika nodrošināta pareiza galvas pozīcija atbilstoši pirmajam solim NIRS algoritmā (Denault, 2014; Trafidlo,

2015). Mūsu gadījumā nekādi uzlabojumi rScO₂ netika novēroti, nodrošinot korektu, neitrālu galvas pozīciju.

4.6. Pēcooperācijas kognitīvā stāvokļa pasliktināšanās

Pašreizējā pētījumā mūsu mērķis bija izpētīt, vai intraoperatīva cerebrāla desaturācija izraisa pēcooperācijas kognitīvos traucējumus, izvērtējot pirmsoperācijas un pēcooperācijas kognitīvo stāvokli ar MoCA testu. Mēs novērojām pēcooperācijas MoCA punktu samazinājumu 19 pacientiem, kuri veido 29,6 % vai gandrīz trešo daļu no visas pētījuma populācijas. Vēl jo vairāk, pēcooperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanos novēroja gandrīz pusei kontroles grupas pacientu (45,5 %), kur rScO₂ tika monitorēts aizklātā veidā, salīdzinot ar 21,4 % pacientu pētījuma grupā. Tāpat arī vairāk pacientu kontroles grupā uzrādīja MoCA punktu samazinājumu par 4, 3 un 2 punktiem, kamēr pētījuma grupā MoCA punktu skaits pēc operācijas samazinājās galvenokārt par 2 un 1 punktu. Izteiktākā atšķirība starp grupām tika novērota MoCA valodas domēnā, kur 41,7 % kontroles grupas pacientu uzrādīja pēcooperācijas pasliktināšanos, salīdzinot ar vien 8,7 % pētījuma grupas pacientu. Šo faktu ir grūti komentēt, tāpat arī centri, kuri atbild par valodu, atrodas dažādās galvas smadzeņu daļās (Broka, Vernikes centri). Mēs kontroles grupā konstatējām negatīvu korelāciju starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pacientu vecumu, parādot, ka smadzenes ar gadiem kļūst arvien vairāk atkarīgas no adekvātas skābekļa piegādes.

Trafidlo et al. (Trafidlo, 2015) arī pētīja mugurkaula ķirurģijas pacientus, kuri tika operēti pozīcijā uz vēdera, un parādīja, ka grupā bez NIRS monitoringa vairāk pacientu uzrādīja pēcooperācijas kognitīvo deficītu. Vairāki pētījumi ir parādījuši, ka pacienti cieš no pēcooperācijas kognitīvajiem traucējumiem, kas seko pēc nekardiālas operācijas (Van Dijk, 2000; Jensen, 2006; Newmann, 2007). Cik mums zināms, *Trafidlo et al.* (Trafidlo, 2015) ir vienīgais pētījums

līdz šim, kur cerebrālā skābekļa saturācija tika monitorēta mugurkaula operāciju laikā un analizēta saistībā ar pēcooperācijas kognitīvo iznākumu. Ir pētījumi, kuros apgalvots, ka POCD ir pārejoši traucējumi (Rundshagen, 2014). Citos pētījumos atzīts, ka POCD ievērojami ietekmē pēcooperācijas atlabšanu un pat paaugstina pēcooperācijas mirstību (Monk, 2008; Steinmetz, 2009). Pretēji delīrijam POCD var palikt nepamanīta, ja vien netiek lietoti pirmsoperācijas un pēcooperācijas neirofizioloģiski testi.

Zorilla-Vaca et al. (Zorilla-Vaca, 2018) veica metaanalīzi un atklāja, ka POCD incidence samazinās, ja tiek izmantots cerebrālās oksimetrijas vadīts menedžments. Pamatojoties uz neseno pētījumu rezultātiem, iejaukšanās sliekšnis visbiežāk ir $rScO_2 < 75\%$ no pamatvērtībām vai absolūtā $rScO_2$ vērtība $< 55\text{--}60\%$ (Zorilla-Vaca, 2018). Mēs izmantojām uz NIRS balstītu intraoperatīvu intervencijas algoritmu, ko izveidojis *Denault et al.* (Denault, 2014) un *Trafidlo et al.* adaptēja nekardiālām operācijām (Trafidlo, 2015). Pamatojoties uz algoritmiem, iejaukšanās sliekšnis ir $rScO_2$ krišanās par 20% vai vairāk no izejas vērtībām (unilaterāli vai bilaterāli) vai $rScO_2 < 50\%$. *Zorilla-Vaca* un kolēģi arī atrada un aprakstīja, ka neiroloģisks deficīts attīstās, visdrīzāk, kad $rScO_2$ samazinās par vairāk nekā 30% (Zorilla-Vaca, 2018). Tas liek mums uzdot jautājumu, vai $rScO_2$ samazināšanās par 20% zem pamatvērtībām attēlo klīniski nozīmīgu desaturāciju. Papildus tam joprojām nav skaidri definēts, vai $rScO_2$ izejas pamatvērtības jānosaka pirms operācijas, pacientam elpojot atmosfēras gaisu (Dworschak, 2012), vai ar papildu skābekli (Heringlake, 2011). Mūsu pētījumā mēs noteicām izejas pamatvērtības atbilstoši *Dworschak et al.* (Dworschak, 2012), pacientam elpojot istabas gaisu. Novērojām, ka tiem diviem pētījuma grupas pacientiem, kuriem $rScO_2$ kritās par 20% vai vairāk no izejas vērtībām un $rScO_2$ kritās zem 50% , un tas tika novērsts, netika novēroti pēcooperācijas kognitīvie traucējumi, un otrādi – mūsu kontroles grupas pacientei, kurai novēroja cerebrālu desaturāciju, bet iejaukšanās

nenotika, tika konstatēta POCD. Vēl jo vairāk, pacientiem, kuri uzrādīja rScO₂ samazināšanos par > 10 % intraoperatīvi, tika konstatēts zemāks mediānais pēcooperācijas MoCA punktu skaits. Tādējādi mūsu pētījuma rezultāti sakrīt ar *Green et al.* rezultātiem, kurš apgalvo, ka 20 % rScO₂ kritums no izejas vērtībām ir nozīmīgs un klīniskajā praksē jāveic atbilstoši pasākumi, lai samazinātu jau mazāku kritumu, piemēram, par 10 % (*Green, 2017*). *Lin et al.* pētījumā arī iesaka, ka smadzeņu skābekļa saturācijas samazināšanās jau virs 11 % varētu paredzēt pēcooperācijas neirokognitīvos traucējumus (*Lin, 2013*). Papildus tiek ieteikts izmantot cerebrālo oksimetriju drīzāk kā trenda monitoru, kas seko izmaiņām saturācijā, nevis izmantot absolūtas rScO₂ vērtības (*Bickler, 2013*).

Mūsu pacienti pavadīja aptuveni 5 līdz 8 minūtes cerebrālā desaturācijas stāvoklī. Pamatojoties uz smadzeņu fizioloģiju, hipoksisks smadzeņu bojājums rodas jau pēc 5 hipoksijas minūtēm (*Bebawy, 2015*). Tāpēc iejaukšanās, kad tiek konstatēta cerebrāla desaturācija, nedrīkst tikt novēlota. Literatūras dati šajā jautājumā ir pretrunīgi. Ja vienā pētījumā apgalvots, ka POCD attīstās jau pēc < 5 minūtēm pie cerebrālās oksigenācijas vērtībām < 65 % (*Tang, 2012*), tad citos pētījumos secināts, ka cerebrālās desturācijas laikam jābūt ilgākam par divām stundām, lai attīstītos neiroloģisks bojājums (*Kurth, 2009*). Jāpiemin, ka pēdējais pētījums veikts ar cūkām.

Smadzenes ir primārais mērķa orgāns daudziem anestēzijas medikamentiem, tāpēc anestēzija tiek atzīta kā viens no pēcooperācijas neiroloģisku traucējumu riska faktoriem (*Casati, 2005*). Ne mazāk svarīgi, smadzenes paliek vismazāk intraoperatīvi monitorētais orgāns. Intraoperatīvas smadzeņu skābekļa saturācijas monitorēšanas mērķis ir konstatēt bīstamus fizioloģiskus notikumus, kas varētu novest pie smadzeņu bojājuma (*Mahajan, 2013*) un tos novērst. Ir veikti vairāki pētījumi, kuri ir parādījuši, ka pacienti cieš no pēcooperācijas kognitīvajiem traucējumiem vai disfunkcijas pēc kardiālām un nekardiālām operācijām (*Van Dijk, 2000; Jensen, 2006; Newman, 2007*). Dažos

pētījumos aprakstīta POCD kā pārejoši pēcooperācijas traucējumi (Rundshagen, 2017), tajā pašā laikā citos apgalvots, ka POCD ievērojami ietekmē pēcooperācijas atlabšanu un pat palielina mirstību pēc operācijas (Monk, 2008; Steinmetz, 2009).

Cerebrālie oksimetri ir neinvazīvas ierīces, kas nodrošina nepārtrauktu smadzeņu skābekļa monitorēšanu. Intraoperatīva smadzeņu skābekļa monitorēšana būtu jāizmanto kopā ar intraoperatīvu intervencijas algoritmu, balstītu uz NIRS, jo vienkārša iejaukšanās var dot redzamu labumu.

4.7. Pētījuma stiprās puses un ierobežojumi

Nesenos pētījumos zinātnieki ir izvērtējuši smadzeņu saturāciju intraoperatīvi nekardiālu operāciju laikā (Moerman, 2015; Nielsen, 2014). Dažos jaunākajos pētījumos cerebrālie oksimetri tika lietoti pacientiem, kuriem veikta operācija pozīcijā uz vēdera (Andersen, 2014; Deiner, 2014). Papildus tika lietots uz NIRS balstīts intraoperatīvs klīniskais algoritms (Denault, 2007; Tosch, 2016). Demonstrēts, ka pacienti, kuriem novēro intraoperatīvu cerebrālu desaturāciju, cieš no dažādām pēcooperācijas komplikācijām (Goldmann, 2004; Murkin, 2007), ieskaitot POCD (Zorilla-Vaca, 2018). Taču, cik mums zināms, tikai vienā pētījumā ir iekļauts intraoperatīvs cerebrālās oksigenācijas monitorings un izvērtēts pēcooperācijas kognitīvais stāvoklis pēc mugurkaula operācijām (Trafidlo, 2015). *Trafidlo et al.* izvērtēja POCD, izmantojot dažādus neurokognitīvos testus (Trafidlo, 2015). Mūsu mērķis bija parādīt, ka ir pieejams vienkāršs tests, kā, piemēram, MoCA tests, kur kognitīvo funkciju var ātri izvērtēt pirmsoperācijas un pēcooperācijas pacientu apmeklējuma laikā. MoCA testu ir vienkārši lietot. Tas ir pieejams vairākās valodās un nosedz plašu kognitīvo domēnu spektru, kā atmiņa, vizuāli telpiskās spējas, spriešanas spējas, uzmanība, valoda, orientācija laikā un telpā (*MoCA Montreal Cognitive Assessment*). Pēc mūsu domām, ir svarīgi lietot vienkāršu testu kognitīvās

funkcijas monitorēšanai, lai noteiktu POCD, kas neprasa daudz laika un ir pacientiem viegli saprotams (viņu dzimtajā valodā). Nesen arī *Soehle et al.* ieteica, ka kognitīvā izvērtējuma testam jāaizņem tikai pāris minūtes, neprasot papildus personāla izglītošanu, lai tas varētu tikt ieviests klīniskajā praksē (*Soehle, 2022*). Diskusija varētu izvērsties jautājumā par to, ka viens un tas pats MoCA tests tika izmantots, lai izvērtētu pacientu kognitīvo stāvokli pirms operācijas un pēc operācijas, un varētu būt klātesošs iemācīšanās elements. Diemžēl mums nebija iespējas no tā izvairīties, jo ir pieejama tikai viena MoCA testa versija, kas ir validēta latviešu un krievu valodā.

Kā vēl vienu pētījuma ierobežojumu var minēt, ka pacientu kognitīvā funkcija netika izvērtēta atkārtoti pēc operācijas. Kognitīvā funkcija izvērtēta tikai vienu reizi pēc operācijas, kā arī netika izvērtētas citas komplikācijas. Netika veikti arī PaO₂ vai PaCO₂ mērījumi, lai mazinātu invazīvo manipulāciju skaitu, jo būtu pieejami precīzāki skābekļa un oglekļa dioksīda koncentrācijas mērījumi, salīdzinot ar SpO₂ un EtCO₂. Šajā pētījumā netika veikta arī pacientu blakusslimību analīze kā faktors, kas varētu ietekmēt intraoperatīvu smadzeņu saturāciju vai pēcoperācijas kognitīvās funkcijas samazināšanos. Kā vēl viens mūsu pētījuma ierobežojums jāmin nelielais pētījumā iekļauto pacientu skaits ierobežotā pētījumam pieejamā budžeta un augsto cerebrālā oksimetra elektrodu izmaksu dēļ.

Secinājumi

1. Pacientiem, kam veiktas mugurkaula operācijas pozīcijā uz vēdera, var novērot intraoperatīvu cerebrālu desaturāciju un rScO₂ vērtības zemākas par 20 % no individuālajām izejas vērtībām vai rScO₂ krišanos zem absolūtās vērtības 50 %. Intraoperatīva cerebrāla desaturācija paliek nepamanīta, ja vien netiek lietots cerebrālais oksimētrs un monitorēta smadzeņu audu skābekļa saturācija.
2. Kontroles grupā, kur rScO₂ monitorēta aizklāti, netika lietots NIRS algoritms, 45,5 % pacientu novēroja pēcoperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanos, salīdzinot ar pētījuma grupu, kur pēcoperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanos novēroja 21,4 % pacientu.
3. Pēcoperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanās netika novērota pacientiem, kuriem intraoperatīvi monitorēta reģionālā smadzeņu skābekļa saturācija un smadzeņu desaturācija novērsta atbilstoši NIRS algoritmam. Pacientei, kurai intraoperatīvi smadzeņu audu saturācija monitorēta aizklātā veidā, konstatēta smadzeņu desaturācija, bet NIRS algoritms netika lietots, novēroja pēcoperācijas kognitīvās funkcijas pasliktināšanos.
4. Statistiski ticama negatīva korelācija tika novērota starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un vecumu, intraoperatīvu asins zudumu un pirmsoperācijas vidējo arteriālo asinsspiedienu. Pozitīva korelācija novērota starp intraoperatīvām rScO₂ vērtībām un pirmsoperācijas MoCA punktu skaitu.
5. Pēcoperācijas MoCA punktu skaits nekorelēja ar intraoperatīvām rScO₂ vērtībām. Pacientiem, kuriem intraoperatīvi rScO₂ samazinājās par > 10 %, novēroja zemāku mediāno MoCA punktu skaitu pēc operācijas.

6. Mugurkaula operāciju laikā pozīcijā uz vēdera cerebrālā oksimetrija kombinācijā ar klīnisku algoritmu, balstītu NIRS, sniedz vērtīgu informāciju par smadzeņu oksigenāciju, novērš pēcoperācijas kognitīvos traucējumus. Adekvātas smadzeņu audu saturācijas nodrošināšana ir būtiska pacientu drošībai.

Publikācijas un ziņojumi par promocijas darba tēmu

Raksti:

1. Murniece, S., Soehle, M., Vanags, I., Mamaja, B. 2020. Regional cerebral oxygen saturation monitoring during spinal surgery in order to identify patients at risk. *Applied Sciences*. 10(6), 2069; <https://doi.org/10.3390/app10062069>
2. Murniece, S., Soehle, M., Vanags, I., Mamaja, B. 2019. Near infrared spectroscopy based clinical algorithm applicability during spinal neurosurgery and postoperative cognitive disturbances. *Medicina*. 55(5), 179; <https://doi.org/10.3390/medicina55050179>
3. Murniece, S., Vanags, I., Mamaja, B. 2017. Cerebral oxygenation changes observed in patients undergoing spinal neurosurgery in prone position using Near infrared spectroscopy. *Int J Psychiatry*. 2(1):1–3; ISSN: 2475–5435.
4. Murniece, S., Vanags, I., Mamaja, B. 2017. Regional cerebral oxygenation changes monitored with near infrared spectroscopy device during spinal neurosurgery in prone position and postoperative cognitive dysfunction. *Acta Chirurgica Latviensis*. 17(1):3–7; DOI:10.1515/chilat-2017-0009.
5. Murniece, S., Vjugins, J., Stepanovs, J. and Mamaja, B. 2016. Changes of Regional Cerebral Oxygen Saturation Using Near Infrared Spectroscopy during Neurosurgical Spine Operations in Prone Position. *Rīga Stradiņš University Collection of Scientific Papers*, 30–34.

Prezentācijas starptautiskajās konferencēs:

1. Murniece, S. Cerebral oxygen saturation monitoring and near-infrared spectroscopy based clinical algorithm applicability during spinal neurosurgery. 10th Baltanest. 07.–08.10.2021. Virtual Event. (Oral presentation).
2. Murniece, S., Soehle, M., Vanags, I., Mamaja, B. 2020. Regional oxygen saturation monitoring during spinal surgery in order to identify patients at risk for cerebral desaturation. Euroanaesthesia. 28.–30.11.2020. Virtual Event. (Poster presentation).
3. Murniece, S., Vanags, I., Soehle, M., Mamaja, B. 2019. The value of a near infrared spectroscopy based clinical algorithm in patients undergoing spinal surgery and its relation to postoperative cognitive decline. Euroanaesthesia. 01.–03.06.2019. Vienna, Austria. (Poster presentation).
4. Berezovskis, R., Murniece, S., Mamaja, B. 2019. Postoperative cognitive dysfunction in patients undergoing spinal neurosurgery. Euroanaesthesia. 01.–03.06.2019. Vienna, Austria. (Poster presentation).

5. Murniece, S., Soehle, M., Vanags, I., Mamaja, B. NIRS – based intraoperative patient management during spinal neurosurgery in prone position and postoperative cognitive disturbances. Update on Neuro-Anesthesia and Neuro-Intensive Care, Interdisciplinary neuroscience. 07.–09.11.2018. Brussels, Belgium. (Oral presentation, nominated for best abstract).
6. Murniece, S., Vanags, I., Soehle, M., Mamaja, B. Near infrared spectroscopy based clinical algorithm applicability during spinal neurosurgery in prone position to avoid postoperative cognitive dysfunction. 9th International Baltic Congress of Anaesthesiology, Intensive Care and Pain Management. 25.–27.10.2018. Vilnius, Lithuania. (Poster presentation).
7. Berezovskis, R., Murniece, S., Mamaja, B. Postoperative cognitive dysfunction after spinal neurosurgery in prone position. 9th International Baltic Congress of Anaesthesiology, Intensive Care and Pain Management. 25.–27.10.2018. Vilnius, Lithuania. (Poster presentation).
8. Murniece, S., Vanags, I., Mamaja, B. 2018. Intraoperative regional cerebral oxygen saturation monitoring using near infrared spectroscopy device during spinal neurosurgery in prone position and postoperative cognitive dysfunction. Euroanaesthesia. 02.–04.06.2018. Copenhagen, Denmark. Thesis book: European Journal of Anaesthesiology, 35(56):162. (Oral presentation).
9. Murniece, S., Stepanovs, J., Vanags, I., Mamaja, B. Prone positions influence on regional cerebral oxygen saturation in patients undergoing spinal neurosurgery. 13th International Conference on Neurology and Neurosurgery. 19.–21.06.2017. Paris, France. Thesis book: Journal of Neurophysiology; 8 (4), 37. DOI: 10.4172/2155-9562-C1-052 (Oral presentation).
10. Murniece, S., Skudre, A., Vjugins, J., Stepanovs, J., Vanags, I., Mamaja, B. 2017. Cerebral oxygen saturation monitoring during spinal neurosurgery in prone position using near infrared spectroscopy (NIRS). Euroanaesthesia. 03.–05.06.2017. Geneva, Switzerland. Thesis book: European Journal of Anaesthesiology; 34 (55), 160. (Poster presentation, Maquet grant winner).
11. Murniece, S., Skudre, A., Vjugins, J., Stepanovs, J., Mamaja, B. Noninvasive cerebral oxygen saturation monitoring during neurosurgical spine surgery in prone position. 8th International Baltic congress of Anesthesiology and Intensive Care. 01.–03.12.2016. Tallin, Estonia. Thesis book: [http://baltanest2016.com/abstracts/\[18.08.2017.\]](http://baltanest2016.com/abstracts/[18.08.2017.]) (Poster presentation).

Prezentācijas vietēja mēroga konferencēs:

1. Murniece, S, Soehle, M., Vanags, I., Mamaja, B. Cerebral oximetry guided intraoperative algorithm relation to postoperative cognitive function in spinal surgery patients. RSU conference “Knowledge for use in practice”. 01.–05.04.2019. Riga, Latvia. (Poster presentation).

2. Berezovskis, R., Mūrniece, S., Mamaja, B. Development of postoperative cognitive dysfunction after spinal neurosurgery. RSU conference “Knowledge for use in practice”. 01.–05.04.2019. Riga, Latvia. (Poster presentation).
3. Murniece, S., Vanags, I., Mamaja, B. Prone position, intraoperative cerebral oxygenation monitoring and postoperative cognitive dysfunction. RSU Scientific conference 2018. 22.–23.03.2018. Riga, Latvia. Thesis book: p86. (Poster presentation).
4. Murniece, S., Stepanovs, J., Vanags, I., Mamaja, B. Non-invasive Regional Cerebral Oxygen Saturation Intraoperative Monitoring during Spinal Neurosurgery and Postoperative Period Evaluation. RSU Scientific conference 2017. 06.–07.04.2017. Riga, Latvia. Thesis book: p104. (Poster presentation).

Literatūras saraksts

1. Abildstrom, H., Rasmussen, L. S., Rentowl, P., Hanning, C. D., Rasmussen, H., Kristensen, P. A., Moller, J. T. 2000. Cognitive dysfunction 1–2 years after non-cardiac surgery in the elderly. *Acta Anaesthesiologia Scand*, 44(10), 1246–1251.
2. Andersen, J. D. H., Baake, G., Wiis, J. T., Olsen, K. S. 2014. Effect of head rotation during surgery in the prone position on regional cerebral oxygen saturation. *European Journal of Anaesthesiology*, 31, 98–103.
3. Bebawy, J. F., Koht, A. 2015. Anesthesia for Neurosurgery. In Barash, P. G, Cullen, B. F., Stoelting, R. K., Cahalan, M. K., Stock, M. C., Ortega, R., Sharar, S. R. *Clinical Anesthesia Fundamentals*. Wolters Kluwer. 557–576.
4. Bickler, P. E., Feiner, J. R., Rollins, M. D. 2013. Factors affecting the performance of 5 cerebral oximeters during hypoxia in healthy volunteers. *Anesthesia and Analgesia*, 117(4), 813–823.
5. Borozdina, A., Cinicola, M., Qeva, E., Biulotta, F. 2018. Perioperative cognitive evaluation. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 31(6), 756–761.
6. Burkhart, C. S., Rossi, A., Dell-Kuster, S., Gamberini, M., Möckli, A., Siegmund, M. 2011. Effect of age on intraoperative cerebrovascular autoregulation and near-infrared spectroscopy – derived cerebral oxygenation. *British Journal of Anaesthesia*, 107, 742–748.
7. Casati, A., Fanelli, G., Pietropaoli, P., Proietto, R., Tufano, R., Danelli, G., Servillo, G. 2005. Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia. *Anaesthesia Analgesia*, 740–747.
8. Cheng, H., Clymer, J. W., Chen, B. P. H., Sadeghirad, B., Ferko, N. C., Cameron, C. G., Hinout, P. 2018. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Surgical Research*, 229, 134–144.
9. Cournoyer, A., Iseppon, M., Chauny, J. M., Denault, A., Cossette, S., Notebaert, E. 2016. Near-infrared spectroscopy monitoring during cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Academic Emergency Medicine*, 23(8), 851–862.
10. Davies, D. J., Su, Z., Clancy, M. T., Lucas, S. J. E., Dehghani, H., Logan, A., Belli, A. 2015. Near-infrared spectroscopy in the monitoring of adult traumatic brain injury: a review. *Journal Neurotrauma*, 32(13), 933–941.
11. Deiner, S., Chu, I., Mahanian, M., Lin, H. M., Hecht, A. C. 2014. Prone position is associated with mild cerebral oxygen saturation in elderly surgical patients. *Plos One*, 9(9), e106387.
12. Denault, A., Deshamps, A., Murkin, J. M. 2007. A proposed algorithm for the intraoperative use of cerebral near-infrared spectroscopy. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 11(4), 274–281.

13. Denault, A., Lamarche, Y., Rochon, A., Cogan, J., Liszkowski, M., Taillefer, J., Blain, R., Viens, C., Couture, P., Deschamps, A. 2014. Innovative approaches in the postoperative care of the cardiac surgical patient in the operating room and intensive care unit. *Canadian Journal of Cardiology*, 30, S459–S477.
14. Dworschak, M. 2012. Critical cerebral oxygen desaturation: how should we define baseline saturation? *European Journal of Anaesthesiology*, 29(7), 351–352.
15. Goldman, S., Sutter, F., Ferdinand, F., Trace, C. 2004. Optimizing intraoperative cerebral oxygen delivery using noninvasive cerebral oximetry decreases the incidence of stroke for cardiac surgical patients. *The heart surgery forum*, 7, E376–E381.
16. Green, D. W., Kunst, G. 2017. Cerebral oximetry and its role in adult cardiac, non-cardiac surgery and resuscitation from cardiac arrest. *Anaesthesia*, 72, 48–57.
17. Grotle, M., Smastuen, M. C., Fjeld, O., Grovie, L., Helgeland, J., Storheim, K., Solberg, T. K., Zwart, J. A. 2019. Lumbar spine surgery across 15 years: trends, complications and reoperations in a longitudinal observational study from Norway. *BMJ Open*, 9, e028743.
18. Heringlake, M., Garbers, C., Kabler, J. H. 2011. Perioperative cerebral oxygen saturation and clinical outcome in cardiac surgery. *Anesthesiology*, 114(1), 58–69.
19. Jensen, B. O., Hughes, P., Rasmussen, L. S., Pedersen, P. U., Steinbruchel, D. A. 2006. Cognitive outcomes in elderly high-risk patients after off – pump versus conventional coronary artery bypass grafting: A randomized trial. *Circulation*, 113(24), 2790–2795.
20. Jo, Y. Y., Shim, J. K., Soh, S., Suh, S., Lan Kwak, Y. 2020. Association between cerebral oxygen saturation with outcome in cardiac surgery: Brain as an index organ. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3), 840.
21. Jobsis, F. 1977. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*, 1264–1267.
22. Kane, B., Declamer, S., O’Driscoll, B. R. 2013. Emergency oxygen therapy: From guideline to implementation. *Breathe*, 9.
23. Koch, K. U., Mikkelsen, I. K., Aanerud, J., Espeldun, U. S., Tietze, A., Oettingen, G. V., Juul, N., Nikolajsen, L., Rasmussen, M. 2020. Ephedrine versus Phenylephrine effect on cerebral blood flow and oxygen consumption in anesthetized brain tumor patients: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*, 133(2), 304–317.
24. Kozek-Langenecker, S. A., Ahmed, A. B., Afshari, A., Albaladejo, P., Aldecoa, C., Barauskas, G., DeRobertis, E., Faraoni, D., Filipescu, D. C., Fries, D. 2017. Management of severe perioperative bleeding: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology First update 2016. *European Journal of Anaesthesiology*, 34(6), 332–395.

25. Kurth, C. D., McCann, J. C., Wu, J., Miles, L., Loepke, A. W. 2009. Cerebral oxygen saturation – time threshold for hypoxic – ischemic injury in piglets. *Anesth Analg*, 108, 1268–1277.
26. Kwee, M., Ho, Y. H., Rozen, W. M. 2015. The prone position during surgery and its complications: a systematic review and evidence-based guidelines. *International Surgery*, 100(2), 292–303.
27. Lin, R., Zhang, F., Xue, Q., Yu, B. 2013. Accuracy of regional cerebral oxygen saturation in predicting postoperative cognitive dysfunction after total hip arthroplasty: regional cerebral oxygen saturation predicts POCD. *The Journal of Arthroplasty*, 28(3), 494–497.
28. Mahajan, C., Rath, G. P., Bithal, P. K. 2013. Advances in neuro-monitoring. *Anesthesia Essays and Researches*, 7(3), 312–318.
29. McDonagh, D. L., Mathew, J. P., White, W. D., Phillips-Bute, B., Laskowitz, D. T., Podgoreanu, M. V., Newman, M. F. 2010. Cognitive function after major noncardiac surgery, Apolipoprotein E4 genotype and biomarkers of brain injury. *Anesthesiology*, 112(4), 852–859.
30. Meng, L., Yu, W., Wang, T., Zhang, L., Heerdt, P. M., Gelb, A. W. 2018. Blood pressure targets in perioperative care: provisional considerations based on a comprehensive literature review. *Hypertension*, 72, 806–817.
31. MoCA. MoCA Montreal Cognitive Assessment. <https://mocatest.org>
32. Moerman, A., de Hert, S. 2015. Cerebral oximetry: The standard monitoring of the future? *Current opinion in anaesthesiology*, 28(6), 703–709.
33. Momin, A. A., Steinmetz, M. P. 2020. Evolution of minimally invasive lumbar spine surgery. *World Neurosurgery*, 140, 622–626.
34. Monk, T. G., Weldon, B. C., Garvan, C. W., Dede, D. E., van der Aa, M. T., Heilman, K. M., Gravenstein, J. S. 2008. Predictors of cognitive dysfunction after major noncardiac surgery. *Anesthesiology*, 108(1), 18–30.
35. Murkin, J. M., Adams, S. J., Novick, R. J., Quantz, M. B., Bainbridge, D., Iglesias, I., Cleland, A., Schaefer, B., Irwin, B., Fox, S. 2007. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study. *Anesthesia and analgesia*, 104(1), 51–58.
36. Newman, S., Stygall, J., Hirani, S., Shaefi, S., Maze, M., Warltier, M. D. 2007. Postoperative cognitive dysfunction after noncardiac surgery: A systematic review. *Anesthesiology*, 106(3), 572–590.
37. Nielsen, H. B. 2014. Systematic review of near-infrared spectroscopy determined cerebral oxygenation during non-cardiac surgery. *Frontiers in physiology*, 5, Article 93.

38. Nissen, P., Brassard, P., Joergsen, T. B., Secher, N. H. 2010. Phenylephrine but not Ephedrine reduces frontal lobe oxygenation following anesthesia-induced hypotension. *Neurocritical Care*, 12(1), 17–23.
39. Ookawara, S., Ito, K., Sasabuchi, Y., Haysaka, H. 2020. Associations of cerebral oxygenation with hemoglobin levels evaluated by near-infrared spectroscopy in hemodialysis patients. *PLoS ONE*, 15(8), e0236720.
40. Papadopoulos, G., Karanikolas, M., Liarmakopoulou, A., Papathanakos, G., Korre, M., Beris, A. 2012. Cerebral oximetry and cognitive dysfunction in elderly patients undergoing surgery for hip fractures: a prospective observational study. *The Open Orthopedics Journal*, 6, 400–405.
41. Rink, C., Khanna, S. 2011. Significance of brain tissue oxygenation and the arachidonic acid cascade in stroke. *Antioxidants and Redox Signaling*, 14(10), 1889–1903.
42. Rundshagen, I. 2014. Postoperative cognitive dysfunction. *Deutsches Aerzteblatt international*, 111(8), 119–125.
43. Selnes, O. A., Grega, M. A., Bailey, M. M., Pham, L. D., Zeger, S. L., Baumgarten, W. A., McKhann, G. M. 2008. Cognition 6 years after surgical and medical therapy for coronary artery disease. *Annals of Neurology*, 63(5), 581–590.
44. Shayan, S., Okocha, O., Srdanovic, N., Balmert, L., Grafman, J., Madhan, A. S., Samra, S. S., Brown, C. H., Sweitzer, B., Hogue, C. W. 2022. Preoperative anemia and risk of perioperative neurocognitive dysfunction in cardiac surgery patients: a retrospective analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular anesthesia*, 36(4), 1056–1063.
45. Soehle, M., Coburn, M. 2022. Risk assessment of perioperative neurocognitive disorders, where are we now? *Current Opinion in Anesthesiology*, 35(3), 409–418.
46. Steinmetz, J., Christensen, K. B., Lund, T., Lohse, N., Rasmussen, L. S. 2009. Long-term consequences of postoperative cognitive dysfunction. *Anaesthesiology*, 110(3), 548–555.
47. Tang, L., Kazan, R., Taddei, R., Zaouter, C., Cyr, S., Hemmerling, T. M. 2012. Reduced cerebral oxygen saturation during thoracic surgery predicts early postoperative cognitive dysfunction. *British Journal of Anaesthesia*, 108(4), 623–629.
48. Thiele, R. H., Shaw, A. D., Bartels, K., Brown, C. H., Grocott, H., Heringlake, M., Gan, T. J., Miller, T. E., McEvoy, M. D. 2020. American Society for enhanced recovery and perioperative quality initiative joint consensus statement on the role of neuromonitoring in perioperative outcomes: cerebral near-infrared spectroscopy. *Perioperative Medicine*, 13(5), 1444–1455.
49. Tobias, J. D., Johnson, G. A., Rehman, S., Fischer, R., Caron, N. 2008. Cerebral oxygen monitoring using near infrared spectroscopy during one-lung ventilation in adults. *Journal of Minimal Access Surgery*, 4(4), 104–107.

50. Torella, F., McCollum, C. N. 2004. Regional haemoglobin oxygen saturation during surgical haemorrhage. *Minerva Medica*, 95(5), 461–467.
51. Tosch, W., Patteril, M. 2016. Cerebral oximetry. *BJA Education*, 16(1), 417–421.
52. Trafidlo, T., Gaszynski, T., Gaszynski, W., Nowakowska-Domagala, K. 2015. Intraoperative monitoring of cerebral NIRS oximetry leads to better postoperative cognitive performance: A pilot study. *International Journal of Surgery*, 16, 23–30.
53. Van den Brule, J. M. D., van der Howven, J. G., Hoedemaekers, C. W. E. 2018. Cerebral Perfusion and Cerebral Autoregulation after Cardiac Arrest. *BioMed Research International*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2F2018/2F4143636>
54. Van Diepen, S., Katz, J. N., Albert, N. M., Henry, T. D., Jackobs, A., Kapur, N. K., Klllic, A., Menon, V., Ohman, E., Sweizer, N. K. et.al. 2017. Contemporary management of cardiogenic shock: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 136(16), e232–e268.
55. Van Dijk, D., Keizer, A. M. A., Diephuis, J. C., Durand, C., Vos, L. J., Hijman, R. 2000. Neurocognitive dysfunction after coronary artery bypass surgery: A systematic review. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 120(4), 632–639.
56. Van Straten, A. H. M., Hamad, M. A. S., van Zundert, A. J., Martens, E. J., Schoenberger, J. P. A. M., Wolf, A. 2009. Preoperative hemoglobin level as a predictor of survival after coronary bypass grafting: a comparison with the matched general population. *Circulation*, 120(2), 118–125.
57. Vanpeteghem, C. M., Bruneel, B. Y., Lecoutere, I. M., de Hert, S. G., Moerman, A. T. 2020. Ephedrine and phenylephrine induce opposite changes in cerebral and paraspinal tissue oxygen saturation, measured with near-infrared spectroscopy: a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 34(2), 253–259.
58. Varon, J., Marik, P. E. 2008. Preoperative hypertension management. *Vascular Health Risk Management*, 4(3), 615–627.
59. WHO. 2011. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity.
60. Willhuber, G. C., Elizondo, C., Slullitel, P. 2019. Analysis of postoperative complications in spinal surgery, hospital length of stay, and unplanned readmission: application of Dindo-Clavien classification to spine surgery. *Global Spine*, 9(3), 276–286.
61. Zhang, Y., Tan, J., Li, P., Zhang, X., Yang, Y., Liu, Y., Fu, Q., Cao, J., Mi, W., Zhang, H., Li, H. 2021. The preoperative application of continuous cerebral autoregulation monitoring for cerebral protection in elderly patients. *Annals of Palliative Medicine*, 10(4), 4582–4592.

62. Zorilla-Vaca, A., Healy, R., Grant, M. C., Joshi, B., Rivera-Lara, L., Brown, C., Mirski, M. A. 2018. Intraoperative cerebral oximetry-based management for optimizing perioperative outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Canadian Journal of Anesthesia*, 65(5), 529–542.

Pielikumi

RSU Pētījumu ētikas komitejas lēmums

Veidlapa Nr. E-0(3)
 APSTIPRINĀTA
 ar Rīgas Stradiņa universitātes rektora
 2018. gada 26. septembra rīkojumu Nr. 5-1/238/2018

Rīgas Stradiņa universitātes
 Pētījumu ētikas komitejas
LĒMUMS
 Rīgā

19.12.2019.

Nr.6-2/11/ 59

Komitejas sastāvs	Kvalifikācija	Nodarbošanās
1. Profesors Olafs Brūvers	Dr.theo.	teologs
2. Asoc.prof. Santa Purviņa	Dr.med.	farmakologs
3. Asoc.prof. Voldemārs Arnis	Dr.biol.	rehabilitologs
4. Professore Regīna Kleina	Dr.med.	patalogs
5. Profesors Guntars Pupelis	Dr.med.	ķirurģs
6. Asoc.prof. Viesturs Liguts	Dr.med.	toksikologs
7. Docente Iveta Jankovska	Dr.med.	ortodonts
8. Docents Kristaps Cirčenis	Dr.med.	docētājs

Pieteikuma iesniedzējs/i:

Sniedze Mūrniece
Doktorantūras nodaļa

Pētījuma / pētnieciskā darba nosaukums:

“Uz smadzeņu skābekļa piesātinājumu balstīta klīniska algoritma izmantošana mugurkaula ķirurģijā un saistība ar pēcoperācijas kognitīvu disfunkciju”

Iesniegšanas datums:

18.12.2019.

Pētījuma protokols:

Izskatot augstāk minētā pētījuma pieteikuma materiālus (protokolu) ir redzams, ka pētījuma mērķis tiek sasniegts veicot klīnisku pētījumu (asins paraugu ņemšanu noteiktos un izdarot atbilstošas analīzes, pārbaudes, mērījumus), operācijas laikā veicot atbilstošu parametru mērījumus smadzeņu skābekļa piesātinājumam, iegūto datu apstrādi un analīzi, kā arī izsakot priekšlikumus. Personu (pacientu, dalībnieku) datu izmantošana, glabāšana, aizsardzība, informāta brīvprātīga piedalīšanās, anonimitāte un konfidencialitāte ir ievērota un nodrošināta. Līdz ar to pieteikums atbilst pētījuma ētikas prasībām.

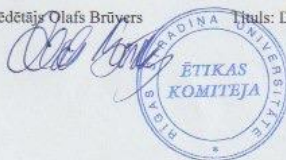
Komitejas lēmums:

piekrist pētījumam

Komitejas priekšsēdētājs Olafs Brūvers

Tituls: Dr. miss., prof.

Paraksts



I.Bēnina
 67061596

1. pielikuma turpinājums

RSU Ētikas komitejas lēmums

Veidlapa Nr. E-9 (2)

RSU ĒTIKAS KOMITEJAS LĒMUMS NR. 85 / 29.12.2016.

Rīga, Dzirciema iela 16, LV-1007
Tel. 67061596

Komitejas sastāvs	Kvalifikācija	Nodarbošanās
1. Profesors Olafs Brūvers	Dr.theo.	teologs
2. Profesore Vija Sīle	Dr.phil.	filozofs
3. Asoc.prof. Santa Purviņa	Dr.med.	farmakologs
4. Asoc.prof. Voldemārs Arnis	Dr.biol.	rehabilitologs
5. Profesore Regīna Kleina	Dr.med.	patalogs
6. Profesors Guntars Pupelis	Dr.med.	ķirurgs
7. Asoc.prof. Viesturs Līguts	Dr.med.	toksikologs
8. Docente Iveta Jankovska	Dr.med.	
9. Docents Kristaps Cīrcenis	Dr.med.	

Pieteikuma iesniedzējs: **Sniedze Mūrniece**
Medicīnas fakultāte, doktorantūra

Pētījuma nosaukums: „ Cerebrālās oksimetrijas monitorēšanas ietekme uz pēcoperācijas perioda norisi un ķirurģisko iznākumu pacientiem mugurkaula ķirurģijas laikā pozīcijā uz vēdera”

Iesniegšanas datums: 29.12.2016.

Pētījuma protokols: Izskatot iesniegtos pētījuma dokumentus (protokolu) ir redzams, ka pētījuma mērķis tiek sasniegts veicot ar pacientiem, bez kāda apdraudējuma veselībai un drošībai, cerebrālās oksimetrijas mērījumus operāciju laikā un iegūstot demogrāfiskos rādītājus ar standarta pirmsoperācijas izmeklējumu datiem, iegūto datu apstrādi un analīzi, kā arī izsakot priekšlikumus. Personu (pacientu, dalībnieku) datu aizsardzība, brīvprātīga informāta piekrišana piedalīties pētījumā un konfidencialitāte tiek nodrošināta. Līdz ar to pieteikums atbilst pētījuma ētikas prasībām.

Izskaidrošanas formulārs: ir

Piekrišana piedalīties pētījumā: ir

Komitejas lēmums: **piekrist** pētījumam

Komitejas priekšsēdētājs Olafs Brūvers

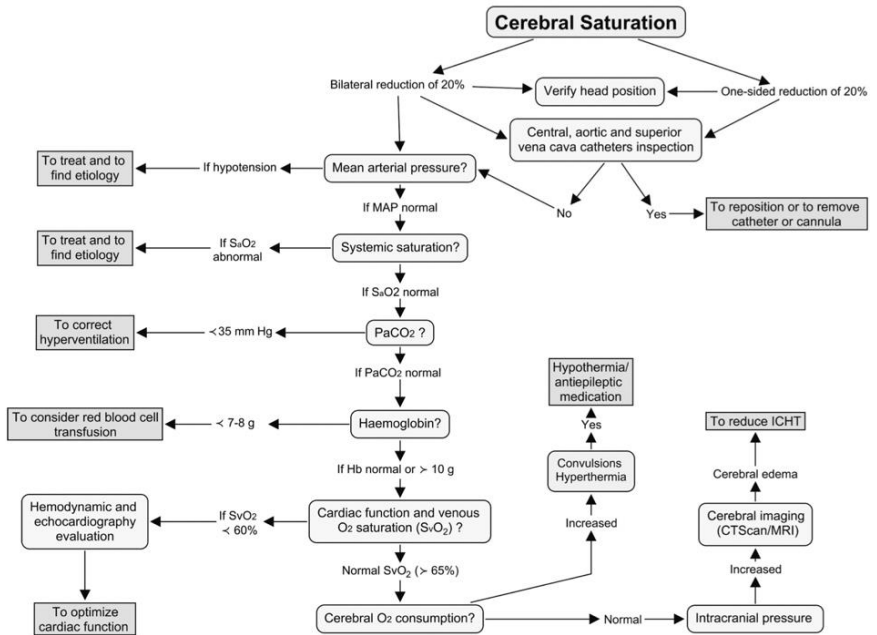
Tituls: Dr. miss., prof.

Paraksts



Ētikas komitejas sēdes datums: 29.12.2016.

NIRS algoritms (Denault, 2014)



Monreālas kognitīvā izvērtējuma tests (MoCA) latviski, krieviski un angliiski

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Vārds:
Izglītība:
Dzimums:
Dzimšanas dati:
Datums:

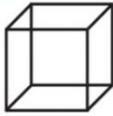
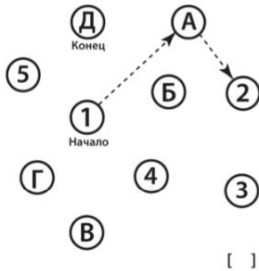
VIZUĀLI TĒLPISKĀS SPĒJAS / VADĪBAS FUNKCIJAS 	 Pārzīmēt kubu	Uzzīmēt PULKSTENI (desmit minūtes pāri vienpadsmitiem) (3 punkti) <input type="checkbox"/> Kontūra <input type="checkbox"/> Ciparnīca <input type="checkbox"/> Rādītāji	PUNKTI ___/5																		
NOSAUKŠANA																					
 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	___/3																		
ATMIŅĀ	Izlasiet vārdu sarakstu, lūdziet respondentam tos atkārtot. Veiciet to 2 reizes, pat, ja 1. mēģinājums bijis veiksmīgs. Lūdziet atcerēties šos vārdus vēl pēc 5 minūtēm.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>SUNS</td> <td>VELVETS</td> <td>BĒRZS</td> <td>ROZE</td> <td>ZILS</td> </tr> <tr> <td>1. mēģinājums</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. mēģinājums</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		SUNS	VELVETS	BĒRZS	ROZE	ZILS	1. mēģinājums						2. mēģinājums						Nav punkti
	SUNS	VELVETS	BĒRZS	ROZE	ZILS																
1. mēģinājums																					
2. mēģinājums																					
UZMAŅĪBA																					
Nosauciet skaitļu virkni (1 skaitlis /sekundē)		Respondentam tie jāatkārto tiešā secībā <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4	___/2																		
		Respondentam tie jāatkārto pretējā secībā <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2																			
Sauciet burtus. Respondentam jāausis ar plaukstu pa galdu pie katra burta A. Punkti netiek doti, ja ir ≥ 2 kļūdas <input type="checkbox"/> FBACMNAAJKLBFAFAKDEAAAJAMOFAB																					
Atņemiet pa 7, sākot no 100 <input type="checkbox"/> 93 <input type="checkbox"/> 86 <input type="checkbox"/> 79 <input type="checkbox"/> 72 <input type="checkbox"/> 65 4 vai 5 pareizas darbības: 3 p., 2 vai 3 pareizas: 2 p., 1 pareiza: 1 p., 0 pareizas: 0 p.																					
VALODA																					
Atkārtojiet: Es zinu tikai to, ka Jānis ir vienīgais, kas šodien palīdz. <input type="checkbox"/>		Kaķis vienmēr slēpās zem dīvāna, kad suņi bija istabā. <input type="checkbox"/>																			
		Valodas raitums. 1 minūtes laikā nosauciet pēc iespējas vairāk vārdu uz burtni L. <input type="checkbox"/> ___ (N ≥ 11 vārdi)																			
VISPĀRINĀŠANA																					
Līdzība starp vārdiem, piemēram, banāns – apelsīns = augļi <input type="checkbox"/> vilciens – velosipēds <input type="checkbox"/> pulkstenis – lineāls		___/2																			
ATSĀUKŠANA ATMIŅĀ																					
Jātsauc atmiņā vārdi BEZ NOTEIKTAS SECĪBAS	SUNS <input type="checkbox"/>	VELVETS <input type="checkbox"/>	BĒRZS <input type="checkbox"/>																		
			ROZE <input type="checkbox"/>																		
			ZILS <input type="checkbox"/>																		
Izvēles uzdevums	Norāde par kategoriju																				
	Norāde ar vairākiem atbilstu variantiem																				
Punkti tiek piešķirti tikai par pareizām atbildēm BEZ NORĀDES PIEMĒRIEM																					
ORIENTĀCIJA																					
<input type="checkbox"/> Datums		<input type="checkbox"/> Mēnesis																			
		<input type="checkbox"/> Gads																			
		<input type="checkbox"/> Diena																			
		<input type="checkbox"/> Vieta																			
		<input type="checkbox"/> Pilsēta																			
___/6																					
© Z.Nasreddine MD Version November 7, 2004 www.mocatest.org		Norma ≥ 26/30																			
Testu vada _____		KOPĀ ___/30																			
		Piešķilt 1 punktu, ja izglītība ≤ 12 skolas gadem																			

3. pielikuma turpinājums

Монреальская шкала оценки когнитивных функций

ИМЯ: _____
 Образование: _____ Дата рождения: _____
 Пол: _____ ДАТА: _____

Зрительно-конструктивные/исполнительные навыки



Скопируйте куб

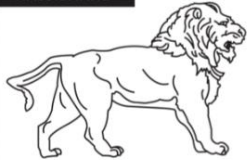
Нарисуйте ЧАСЫ (Десять минут двенадцатого) (3 балла)

БАЛЛЫ

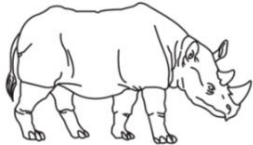
[] [] []
 Контур Цифры Стрелки

___/5

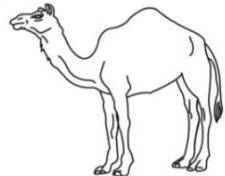
НАЗЫВАНИЕ



[]



[]



[]

___/3

ПАМЯТЬ

Прочтите список слов, испытуемый должен повторить их. Делайте 2 попытки. Попросите повторить слова через 5 минут.

	ЛИЦО	БАРХАТ	ЦЕРКОВЬ	ФИАЛКА	КРАСНЫЙ
Попытка 1					
Попытка 2					

нет баллов

ВНИМАНИЕ

Прочтите список цифр (1 цифра/сек). Испытуемый должен повторить их в прямом порядке. [] 2 1 8 5 4
 Испытуемый должен повторить их в обратном порядке. [] 7 4 2

___/2

Прочтите ряд букв. Испытуемый должен хлопнуть рукой на каждую букву А. Нет баллов при > 2 ошибок.

[] Ф Б В А М Н А А Ж К Л Б А Ф А К Д Е А А А Ж А М О Ф А А Б

___/1

Серийное вычитание по 7 из 100.

[] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65
 4-5 правильных отв.: 3 балла, 2-3 правильных отв.: 2 балла, 1 правильный отв.: 1 балл, 0 правильных отв.: 0 баллов.

___/3

РЕЧЬ

Повторите: Я знаю только одно, что Иван – это тот, кто может сегодня помочь. []
 Кошка всегда пряталась под диваном, когда собаки были в комнате. []

___/2

Беглость речи/ за одну минуту назовите максимальное количество слов, начинающихся на букву Л [] _____ (N ≥ 11 слов)

___/1

АБСТРАКЦИЯ

Что общего между словами, например, банан-яблоко = фрукты [] поезд - велосипед [] часы - линейка

___/2

ОТСРОЧЕННОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Необходимо назвать слова БЕЗ ПОДСКАЗКИ

ЛИЦО	БАРХАТ	ЦЕРКОВЬ	ФИАЛКА	КРАСНЫЙ
[]	[]	[]	[]	[]

Баллы только за слова БЕЗ ПОДСКАЗКИ

___/5

ДОПОЛНИТЕЛЬНО ПО ЖЕЛАНИЮ

Подсказка категории

Множественный выбор

ОРИЕНТАЦИЯ

[] Дата [] Месяц [] Год [] День недели [] Место [] Город

___/6

© Z.Nasreddine MD Version 7.1

www.mocatest.org

Норма 26 / 30

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ

___/30

Переведено: _____

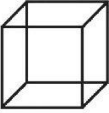
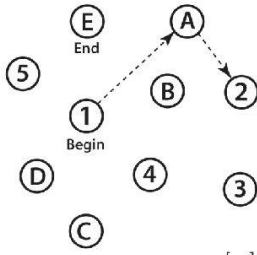
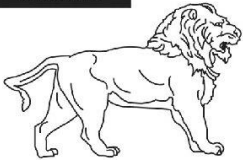
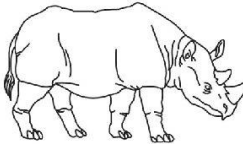
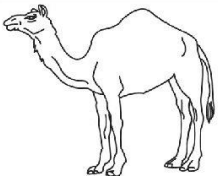
перевод: Посохина О. В.
 Смирнова А. Ю.

Добавить 1 балл, если образование ≤ 12

3. pielikuma turpinājums

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Version 7.1 Original Version

NAME: _____
Education: _____ Date of birth: _____
Sex: _____ DATE: _____

VISUOSPATIAL / EXECUTIVE		 Copy cube	Draw CLOCK (Ten past eleven) (3 points)	POINTS																	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Contour Numbers Hands	___/5																		
NAMING																					
 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	___/3																		
MEMORY	Read list of words, subject must repeat them. Do 2 trials, even if 1st trial is successful. Do a recall after 5 minutes.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">FACE</td> <td style="text-align: center;">VELVET</td> <td style="text-align: center;">CHURCH</td> <td style="text-align: center;">DAISY</td> <td style="text-align: center;">RED</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1st trial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2nd trial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED	1st trial						2nd trial						No points
	FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED																
1st trial																					
2nd trial																					
ATTENTION	Read list of digits (1 digit/ sec).	Subject has to repeat them in the forward order <input type="checkbox"/> 2 1 8 5 4 Subject has to repeat them in the backward order <input type="checkbox"/> 7 4 2			___/2																
	Read list of letters. The subject must tap with his hand at each letter A. No points if ≥ 2 errors	<input type="checkbox"/> F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B			___/1																
	Serial 7 subtraction starting at 100	<input type="checkbox"/> 93 <input type="checkbox"/> 86 <input type="checkbox"/> 79 <input type="checkbox"/> 72 <input type="checkbox"/> 65	4 or 5 correct subtractions: 3 pts , 2 or 3 correct: 2 pts , 1 correct: 1 pt , 0 correct: 0 pt		___/3																
LANGUAGE	Repeat: I only know that John is the one to help today. <input type="checkbox"/>	The cat always hid under the couch when dogs were in the room. <input type="checkbox"/>			___/2																
	Fluency / Name maximum number of words in one minute that begin with the letter F	<input type="checkbox"/> _____ (N ≥ 11 words)			___/1																
ABSTRACTION	Similarity between e.g. banana - orange = fruit	<input type="checkbox"/> train - bicycle <input type="checkbox"/> watch - ruler			___/2																
DELAYED RECALL	Has to recall words WITH NO CUE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">FACE</td> <td style="text-align: center;">VELVET</td> <td style="text-align: center;">CHURCH</td> <td style="text-align: center;">DAISY</td> <td style="text-align: center;">RED</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Points for UNCUED recall only	___/5							
FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
Optional	Category cue																				
	Multiple choice cue																				
ORIENTATION	<input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Month <input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> Day <input type="checkbox"/> Place <input type="checkbox"/> City				___/6																
© Z.Nasreddine MD		www.mocatest.org		Normal ≥ 26 / 30	TOTAL _____/30 Add 1 point if ≤ 12 yredu																
Administered by: _____																					