

Vaikų ir suaugusiųjų stuburo deformacijų chirurgijos ir anestezijos protokolas: priešoperacinio ir perioperacinio ištyrimo bei gydymo algoritmas, rekomenduojamas stuburo deformacijų chirurgijoje

Lukas Šalaševičius

Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas lukassalasevicius@gmail.com

Nijolė Savičienė

Vaikų ligų klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Children's Diseases, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas nijole.saviciene@santa.lt

Rasa Alsytė

Anesteziologijos ir reanimatologijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Anaesthesiology and Intensive Care, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas rasa.alsyte@santa.lt

Diana Gasiūnaitė

Anesteziologijos ir reanimatologijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Anaesthesiology and Intensive Care, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas diana.gasiunaite@santa.lt

Giedrius Bernotavičius

Vaikų ligų klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Children's Diseases, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas giedrius.bernotavicius@santa.lt

Ona Lapteva

Neurochirurgijos centras, Vilniaus universiteto ligoninė Santaros klinikos, Vilnius, Lietuva
Center of Neurosurgery, Vilnius University Hospital Santaros klinikos, Vilnius, Lithuania
El. paštas ona.lapteva@santa.lt

Kęstutis Saniukas

Vaikų ligų klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Children's Diseases, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas kestutis.saniukas@santa.lt

Received: 2021/08/10. Accepted: 2021/09/16.

Copyright © 2021 Lukas Šalaševičius, Nijolė Savičienė, Rasa Alsytė, Diana Gasiūnaitė, Giedrius Bernotavičius, Ona Lapteva, Kęstutis Saniukas, Arūnas Vaitkevičius, Robertas Kvaščevičius, Vidūnas Daugelavičius, Jūratė Šipylaitė, Saulius Ročka. Published by Vilnius University Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Arūnas Vaitkevičius

Neurologijos ir neurochirurgijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Neurology and Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas arunas.vaitkevicius@santa.lt

Robertas Kvaščevičius

Neurologijos ir neurochirurgijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Neurology and Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas robertas.kvascevicius@santa.lt

Vidūnas Daugelavičius

Vaikų ligų klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Children's Diseases, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas vidunas.daugelavicius@santa.lt

Jūratė Šipylaitė

Anesteziologijos ir reanimatologijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Anaesthesiology and Intensive Care, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas jurate.sipylaite@santa.lt

Saulius Ročka

Neurologijos ir neurochirurgijos klinika, Klinikinės medicinos institutas, Medicinos fakultetas, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva
Clinic of Neurology and Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
El. paštas saulius.rocka@mf.vu.lt

Santrauka. Stuburo deformacijų chirurgija – viena iš sudėtingiausių chirurgijos sričių. Operacijas gali atlikti tik profesionalios daugiaprofilinės specialistų komandos specializuotuose stuburo chirurgijos centruose.

Straipsnyje pristatomas algoritmas, taikomas Vilnius universiteto ligoninės Santaros klinikų pacientams, kuriems diagnozuojama sudėtinga stuburo patologija, kai reikia stuburo rekonstrukcinės operacijos.

Reikšminiai žodžiai: stuburo deformacijos, suaugusieji, vaikai, algoritmas, anestezija, chirurgija.

Protocol of Spinal Deformity Surgery and Anaesthesia in Children and Adult: Recommended Preoperative and Perioperative Diagnostic and Treatment Algorithm in Spinal Deformity Surgery

Abstract. Spinal deformity surgery is one of the most challenging surgeries that is only performed by highly professional multidisciplinary team in dedicated spinal centres. In the paper, the authors share and present the algorithm for safe and successful management of complex spinal disorders in Vilnius University Hospital Santaros Clinics.

Key words: spinal deformities, adult, children, algorithm, surgery, anesthesia.

Įvadas

Sudėtingų stuburo deformacijų chirurginis gydymas tampa vis dažnesnis ne tik pasauliniu, bet ir nacionaliniu mastu. Tobulėjant chirurginei technikai, anestezijai ir chirurginiams instrumentams, operacinio gydymo galimybės ir indikacijos plečiasi. Vis dėlto stuburo deformacijų chirurgija susijusi su reikšmingu perioperacinių ir vėlyvųjų pooperacinių komplikacijų dažniu: suaugusiųjų populiacijoje komplikacijų dažnis, remiantis skirtingų tyrėjų darbais, siekia 31–44 proc., vaikų – apie 16 proc. [1–5]. Minėtina, kad tikrasis komplikacijų skaičius gali būti daug didesnis. J. S. Smitho ir bendraautorių publikuotoje perspektyviojoje multicentrinėje studijoje ankstyvųjų ir vėlyvųjų komplikacijų dažnis suaugusiųjų populiacijoje siekė net 161,17 proc. (291 pacientui nustatytos 469 komplikacijos), tačiau daugelis komplikacijų pacientų baigtims įtakos neturėjo [6].

Įvairiose medicinos srityse, siekiant pagerinti pacientų išėjimą ir išvengti komplikacijų, šiandien sėkmingai taikomi standartizuoti ir protokolais paremti pacientų tyrimo ir gydymo algoritmai – mažinama dirbtinės

ventiliacijos trukmė, trombombolijų ir vaistams atsparių bakterinių infekcijų dažnis, gerinama enterinė mityba intensyviosios terapijos skyriuje hospitalizuotiems pacientams ir kt. [7–10]. Chirurginėse srityse kuriami greitojo sveikimo protokolai (angl. *fast-track surgery* arba *enhanced recovery after surgery* (ERAS)), kuriuose pabrėžiama daugiadisciplininės komandos ir įrodymais pagrįstos medicinos svarba mažinant komplikacijų dažnį, trumpinant hospitalizacijos trukmę, ribojant medicinines išlaidas [11]. Stuburo deformacijų chirurgijoje šie protokolai padeda sumažinti komplikacijų dažnį ir smarkiai pagerinti gydymo išėtis [12–14], todėl tai racionali priemonė teikiamų medicininių paslaugų kokybei gerinti. R. Sethi ir bendraautorai nustatė, kad daugiadisciplininį protokolą taikant suaugusiųjų skoliozės korekcijos chirurgijoje, ankstyvųjų komplikacijų dažnis sumažėjo 51 proc. [15].

Perioperacinių komplikacijų rizika priklauso ne tik nuo chirurginės intervencijos, bet ir nuo paciento gretutinių ligų ir fiziologinių rezervų, todėl svarbu kiekvieno paciento atvejį aptarti daugiadiscipliniškai, dalyvaujant suformuotai komandai: ortopedui traumatologui, neurochirurgui, anesteziologui reanimatologui, esant reikalui – pulmonologui, kardiologui (kardiochirurgui) ir kitiems specialistams. Dalyvaujant daugiadisciplininei komandai, taikytini standartizuoti protokolai padeda visapusiškai ištirti pacientą ir užtikrinti individualiam pacientui tinkamiausią sveikatos priežiūrą.

Straipsnyje pristatomas protokolas skirtas didelės apimties, sudėtingoms stuburo deformacijoms gydyti. Tokios operacijos apibrėžiamos [12, 13] kaip chirurginės procedūros, kurių metu:

1. Numatoma daugiasegmentė (≥ 5 –6 lygių) stuburo fiksacija.
2. Atliekama rekonstrukcinė stuburo deformacijos operacija arba numatoma kelių etapų operacija.
3. Remiantis chirurgo eksperto nuomone, operacija yra sudėtinga ir (ar) reikia taikyti protokolą.
4. Operuojami didelės rizikos pacientai, kuriems nustatyta gretutinė patologija (kiekvienas atvejis aptiriamas daugiadisciplininės komandos).

Protokolas

I. Priešoperacinis etapas – paciento ištyrimas ir paruošimas

1. Klinikinis sveikatos būklės įvertinimas

Prieš atliekant numatytą operaciją, pacientą būtina visapusiškai ištirti, norint įvertinti su procedūra susijusių komplikacijų dažnį ir siekiant šių komplikacijų išvengti ar kiek galima labiau jų sumažinti. Daugiausia dėmesio skiriama širdies ir kraujagyslių, plaučių, inkstų, krešėjimo ir kraujodaros funkcijoms bei mitybinei būklei įvertinti.

1.1. Tyrimai prieš hospitalizaciją.

Pacientas, atvykdamas į ligoninę, privalo turėti šiuos atliktų tyrimų rezultatus:

1.1.1. Bendrojo kraujo tyrimo (BKT) rezultatus. Svarbiausi parametrai – hemoglobino (Hb), hematokrito (Hct) rodikliai bei trombocitų ir leukocitų kiekis.

1.1.2. Koagulogramą (svarbu aktyvuotas dalinis tromboplastino laikas (ADTL), protrombino laikas (SPA) (angl. *stago prothrombin assay*) arba INR (angl. *international normalised ratio*), fibrinogenas).

1.1.3. Biocheminių tyrimų rezultatus (elektrolitai, kepenų fermentai, šlapalas, kreatininas, glomerulų filtracijos greitis, gliukozės kiekis kraujyje (jei serga cukriniu diabetu, – gliukozas hemoglobinas), bendrojo baltymo ir albumino kiekis).

1.1.4. Elektrokardiogramą (žr. „Kardiologinis paciento įvertinimas“).

1.1.5. Krūtinės ląstos rentgenogramą.

1.1.6. Šeimos gydytojo išvadą apie lydinčią (-ias) patologiją (-as) ir gydymo rekomendacijas.

Rekomenduojama ankstyva ambulatorinė anesteziologo konsultacija (prieš 1 mėn. iki numatomos operacijos). Prieš operaciją vykdoma pakartotinė anesteziologo konsultacija, vertinant atliktus tyrimus ir būklės korekciją (jei reikėjo).

1.2. Kardiologinis paciento įvertinimas.

1.2.1. Elektrokardiograma.

1.2.2. Širdies kardioechoskopija (indikuotina esant širdies nepakankamumui (ŠN), žinomai struktūrinei širdies ligai, pavyzdžiui, vožtuvų patologijai ir kt.).

1.2.3. Kardiologo konsultacija ir specialus ištyrimas (esant žinomai širdies patologijai ar įtariant galimą širdies ligą) bei kardiologinės būklės korekcija. Sprendimą dėl kardiologo konsultacijos priima anesteziologas reanimatologas.

Remiantis Europos kardiologų draugijos (ESC) ir Europos hipertenzijos draugijos gairėmis (ESH) [16], priešoperacinį kardiologinės sistemos įvertinimą mažos ir vidutinės rizikos operacijoms gali atlikti gydytojas anesteziologas (Ib įrodymų klasė, C lygis). Stuburo chirurgija priskiriama vidutinės rizikos chirurginėms intervencijoms.

Priešoperacinė EKG rekomenduojama rizikos veiksnių turintiems pacientams, kuriems numatoma atlikti stuburo operaciją (I įrodymų klasė, C lygis). Rizikos veiksniai: 1) išeminė širdies liga (krūtinės angina, miokardo infarktas); 2) širdies nepakankamumas; 3) insultas arba praėinantis smegenų išemijos priepuolis; 4) inkstų funkcijos sutrikimas (kreatinino kiekis serume $>170 \mu\text{mol/l}$ arba 2 mg/dl , arba kreatinino klirensas $<60 \text{ mL/min/1,73 m}^2$); 5) cukrinis diabetas, kurį būtina gydyti insulinu.

Pacientams, kuriems diagnozuotas ar įtariamas ŠN, prieš stuburo operacijas turi būti atlikta transtorakalinė kardioechoskopija.

1.3. Paciento kvėpavimo sistemos įvertinimas.

Pulmonologo konsultacija, plaučių funkciniai tyrimai ir kapiliarinis pH būtini:

1.3.1. Pacientams, kurie serga lėtinėmis kvėpavimo sistemos ligomis.

1.3.2. Pacientams, kurie skundžiasi kosuliu, dusuliu, fizinio krūvio netoleravimu.

1.3.3. Planuojant torakotominį priėjimą prie stuburo.

1.3.4. Krūtininės stuburo dalies iškrypimui esant $>80^\circ$.

Pulmonologo konsultacijos pacientą siunčia šeimos gydytojas, gydytojas anesteziologas, gydytojas neurochirurgas arba gydytojas ortopedas traumatologas.

Mokslinėje literatūroje nėra aiškių gairių, kaip atlikti funkcinis plaučių mėginis. Remiantis G. W. Smetanos apžvalginio straipsniu [17], galima teigti, kad spirometrijos tyrimas gali būti atliekamas pacientams, kuriems planuojama pilvo arba krūtinės srities operacija ir kurie skundžiasi kosuliu, dusuliu ir fizinio krūvio netoleravimu, o skundų priežastis, pacientą detalai anamnestiškai ir kliniškai ištyrus, lieka neaiški. Straipsnyje nurodoma, kad spirometrijos tyrimas gali būti taikomas vertinant obstrukcijos sumažėjimą, operacijai ruošiant pacientą, sergantį lėtine obstrukcine plaučių liga arba bronchine astma. Esant ypač išreikštai skoliozei (Kobo kampas (angl. *Cobb angle*) $>100^\circ$), plaučių funkcinis mėginis rodmenys reikšmingai sumažėja, todėl pacientams, kuriems diagnozuota išreikšta skoliozė ir planuojama torakoplastika, turėtų būti atliekami funkciniai plaučių mėginiai [18].

1.4. Rūkymas.

1.4.1. Rūkymas turi būti nutrauktas bent 4 savaites prieš operaciją.

1.4.2. Pacientui gali būti skiriamas medikamentinis gydymas pakaitine nikotino terapija, bupropionu arba vereniklinu. Dėl medikamentinio gydymo pacientai turi būti konsultuojami šeimos gydytojo.

Remiantis moksline literatūra, rūkymo nutraukimas bent 4 savaites komplikacijų riziką sumažina 20 proc. [19]. R. J. Halpino ir bendraautorių pateiktame protokole [13] nurodoma, kad aktyviai rūkantiems pacientams planinė operacija atidedama.

1.5. Lėtinis inkstų funkcijos nepakankamumas (LIFN).

1.5.1. Šlapalo ir kreatinino koncentracijos kraujyje bei glomerulų filtracijos greičio tyrimai atliekami visiems pacientams, kuriems numatomas operacinis stuburo deformacijos gydymas (žr. „Tyrimai prieš hospitalizaciją“).

1.5.2. Pacientams, sergantiems LIFN, rekomenduojama nefrologo konsultacija dėl perioperacinio inkstų funkcijos nepakankamumo gydymo.

1.5.3. Dializuojamiems pacientams hemodializė atliekama 18–24 val. prieš operaciją ir praėjus 24 val. po operacijos [20].

1.6. Mitybinė būklė.

1.6.1. Mitybinė būklė vertinama matuojant bendrojo baltymo ir albumino koncentracijas kraujyje.

1.6.2. Dietologo konsultacija ir mitybinės būklės subalansavimas indikuotina, jei albumino ir (arba) bendrojo baltymo koncentracija kraujyje nesiekia normos ribos. Chirurginis gydymas atidedamas, kol mitybinė būklė (albumino ir bendrojo baltymo koncentracija kraujyje) bus koreguota.

Rizikos veiksniai, susiję su sutrikusia mitybine būkle [21, 22]: cukrinis diabetas, osteomielitas, amžius >60 m., nugaros smegenų pažeidimas (sukeliantis visišką ar dalinę motorinę tetraplegiją ar paraplegiją), nutukimas, trapumas (angl. *frailty*).

1.7. Hematologinės būklės įvertinimas ir pasiruošimas intraoperaciniam kraujo netekimui.

1.7.1. Jeigu paciento kraujo krešėjimo rodikliai (Hb, Hct, trombocitų kiekis, koagulograma) neperžengia normos, parenkami 4–6 eritrocitų masės vienetai pagal paciento kraujo grupę (sprendžia operuojantis chirurgas).

1.7.2. Jeigu pacientas turi kraujo krešėjimo sutrikimų, operacija atidedama. Pacientas detalai tiriamas, planuojama kraujo rodiklių korekcija, kurią vykdo šeimos gydytojas ir (ar) hematologas.

1.7.3. Pacientams, sergantiems kraujo krešėjimo sistemos ligomis ar turintiems ikiklinikinių kraujo krešėjimo faktorių deficitą, būtina hematologo konsultacija ir rekomendacijos dėl perioperacinio gydymo ir kraujo krešėjimo sistemos valdymo esant kraujavimui operacijos metu.

Remiantis V. Puvanesarajaho ir bendraautorių atlikta studija, galima teigti, kad 90 proc. suaugusiųjų, kuriems atliekama stuburo deformaciją koreguojanti operacija, operacijos metu buvo perpiltas bent 1 eritrocitų masės (EM) vienetas [23]. Intraoperaciniu periodu vienam pacientui vidutiniškai buvo skiriama 4,8 EM vnt. Mūsų pateikiamame protokole nurodyta parinkti 4–6 EM vnt., įdėmiai stebint kraujo rodiklių dinamiką operacijos metu ir esant reikalui papildomai skiriant EM ir kitų kraujo produktų bei krešėjimo faktorių ar faktorių koncentratų.

1.8. Paciento psichologinė būklė.

1.8.1. Apžiūros ar pasiruošimo operacijai metu pacientui nustačius psichikos sutrikimų ar įtariant psichiatrinę patologiją, tikslinga psichologo ir (ar) psichiatro konsultacija bei gydymo korekcija, jei yra indikacijų.

Psichologinių ir socialinių veiksnių optimizavimas stuburo chirurgijoje yra labai svarbus. Tyrimų duomenimis, pacientams, kurie mažiau jaudinasi prieš operaciją ir sulaukia daugiau socialinės paramos, nustatomi

geresni pasitenkinimo operacija rodikliai ir geresni rezultatai, atlikus operaciją [24]. Kai kurie tyrėjai pataria atidėti operaciją, jei ligonis neseniai patyrė didelių psichologinių sunkumų šeimoje ar asmeniniame gyvenime [22].

2. Vaizdiniai tyrimai

2.1. Tiesinė (angl. *antero-posterior*, AP) ir šoninė (angl. *lateral*) rentgenogramos, atliekamos pacientui stovint.

2.2. Funkcinės rentgenogramos.

2.3. Jei pastebima neurologinė simptomatika arba įtariamas neurologinis sindromas (yda) (pavyzdžiui, prisegtų nugaros smegenų sindromas), atliekamas viso stuburo magnetinio rezonanso tomografijos (MRT) tyrimas arba koreguojamos stuburo dalies MRT (pavyzdžiui, juosmens degeneracinių skoliozių atvejais). Idiopatinių ir neuromuskulinių skoliozių atvejais visada atliekamas viso stuburo MRT.

2.4. Stuburo kompiuterinė tomografija (KT) ir juosmeninės dalies bei klubų dvigubos energijos rentgeno absorbcimetrija (angl. *dual-energy X-ray absorptiometry*, DEXA).

Radiologinio tyrimo tikslas:

1. Įvertinti sagitalinį ir koronarinį stuburo balansą, pečių, klubų, kelių, dubens padėtį.
2. Spinopelviniai matmenys (sagitalinė vertikali ašis (SVA), dubens pasvirimas (angl. *pelvic tilt* (PT)), dubens nuokrypis (angl. *pelvic incidence* (PI)), juosmeninė lordozė (angl. *lumbar lordosis* (LL)).
3. Stuburo patologinių kreivių dydžiai, nustatomi Kobo (angl. *Cobb*) metodu.
4. Įvertinti stuburo patologines kreives fiksacijos apimčiai nustatyti (didžiosios ar mažosios, struktūrinės ar nestruktūrinės kreivės, kreivių rigidiškumas).
5. Suaugusiesiems įvertinti degeneracinius (osteoporotinius) kaulinius pokyčius.

Papildomi ne radiologiniai paciento tyrimai (skoliometrija pasilenkus į priekį ar klinikinės fotografijos ir kt.) yra tinkami ir gali būti taikomi pacientui tirti [25].

Daug dėmesio skiriama pelviniams parametrams, kurie svarbūs suaugusiųjų stuburo deformacijoms klasifikuoti pagal patobulintą F. Schwabo ir bendraautorių klasifikaciją [26]. Spinopelviniai parametrai koreliuoja su skausmu ir negalia, kurie yra pagrindiniai suaugusiųjų stuburo deformacijų chirurginio gydymo indikatoriai [27].

Kaulų mineralinio tankio (KMT) tyrimas atliekamas visiems rizikos grupės pacientams (vyresnio amžiaus suaugę asmenys, moterys pomenopauziniu laikotarpiu, idiopatinių ar juvenilinių osteoporozinių atvejais). Nustačius osteoporozinių pokyčių, toliau pacientai turi būti vertinami ir gydomi endokrinologo ir bendrosios praktikos gydytojo.

II. Intraoperacinis etapas

1. Anestezija

1. Anestezijos metu taikomas išplėstinis paciento gyvybinių rodiklių monitoravimas. Rekomenduojamas invazinis AKS stebėjimas, bispektralinio indekso (BIS) ir (ar) galvos smegenų oksimetrijos (NIRS) registravimas, normotermijos palaikymas. Sekama ir vertinama valandinė diurezė.

2. Esant didesnio kraujavimo rizikai ir poreikiui kontroliuoti hemodinamiką (valdoma hipotenzija ir hipertenzija), rekomenduojama, naudojant didesnio diametro kaniules, kaniuliuoti ne mažiau kaip dvi periferines venas arba periferinę ir centrinę venas.

3. Rekomenduojama naudoti armuotą intubacinį vamzdelį ir tamponuoti burną. Esant galimybei, naudojama galvos pozicionavimo sistema – rėmas su veidrodžiu.

4. Autologinio kraujo transfuzija („Cell Saver“ technologija) naudojama chirurginės intervencijos metu nesant kontraindikacijų arba chirurgo sprendimu.

Autologinio kraujo transfuzijos („Cell Saver“ technologija) kontraindikacijos [28, 29]:

- pacientai, sunkiai sergantys žinoma infekcine liga;
- pacientai, turintys stuburo srities onkologinę patologiją.

Taikant autologinio kraujo transfuziją, atkreiptinas dėmesys, kad:

- kontraindikuotini skysčiai, t. y. surenkamas kraujas, niekada neturi būti maišomi su hipotoniniais tirpalais (sterilus vanduo ir kt.) arba tirpalais, toksiškais eritrocitams (alkoholis, vandenilio peroksidas ir kt.);
- surenkamas kraujas neturi būti maišomas su metilmetakrilatu (kauliniu cementu) ir hemostatiniiais produktais (vietinis trombinas, fibrino klijai ir kt.).

Autologinio kraujo transfuzija („Cell Saver“ technologija) ortopedinių operacijų metu sumažina alogeni- nių kraujo transfuzijų dažnį ir perpilamų vienetų skaičių [30]. Šio metodo efektyvumas įrodytas ir stuburo chirurgijoje [31]. Dažniausiai šis metodas indikuotinas, kai: 1) prognozuojama netekti ≥ 20 proc. cirkuliuo- jančio kraujo tūrio (angl. *estimated blood volume*); 2) žinoma, kad, atliekant konkrečią procedūrą, >10 proc. pacientų reikia atlikti EM transfuziją; 3) procedūros metu vidutiniškai reikia >1 EM vnt.; 4) pacientas atsisako alogeninės kraujo transfuzijos; 5) liginėje nėra pacientui reikalingos grupės kraujo [29].

5. Paciento šildymas. Ant rankų ar pečių ir kojų (žemiau sėdmens) dedamos šildymo antklodės.

6. Trombembolijų profilaktikai neurochirurgijos (ortopedijos) skyriuje prieš operaciją užmaunamos kompresinės kojinės.

Remiantis apžvalginiais straipsniais, galima teigti, kad kompresinės kojinės sumažina giliųjų venų trom- bozės dažnį [32]. Mechaninės profilaktikos priemonės stuburo chirurgijoje taip pat rekomenduojamos [33].

7. Paciento guldymas [34].

Paciento tinkamo guldymo tikslai:

- išvengti akių pažeidimo;
- išvengti periferinių nervų pažeidimo;
- išvengti minkštųjų audinių pažeidimo (pragulų);
- išlaikyti žemą veninį spaudimą operaciniame lauke.

7.1. Rekomenduojama rankų abdukcija iki 90 laipsnių, nežymi kelių ir klubų fleksija.

7.2. Pacientas ant pilvo guldomas taip, kad intraabdominalinis spaudimas būtų mažiausias (Jacksono operacinis stalas, voleliai po krūtine ir klubais).

7.3. Pacientas guldomas taip, kad operacijos metu jo akys būtų aukščiau širdies lygio.

7.4. Akių ir intubacinio vamzdelio kontrolei operacijos metu naudojami pritaikyti galvos laikikliai su veidrodžiais. Gali būti naudojamas „Mayfield“ tipo galvos laikiklis.

8. Anestezija operacijos metu.

8.1. Tinkamiausias anestezijos būdas – TIVA (angl. *total intravenous anaesthesia*): (propofolis + remifen- tanilis); šie anestetikai turi mažiausią įtaką matuojamiems sukeltiesiems potencialams (1 lentelė).

8.2. Inhaliaciniai anestetikai nerekomenduojami, nes, priklausomai nuo dozės, mažina matuojamų su- keltųjų potencialų amplitudę ir ilgina latenciją (ypač motorinių sukeltųjų potencialų (angl. *motor evoked potentials*, MEP)).

8.3. Anestezijai palaikyti naudojama propofolio (6–12 mg/kg/h) ir remifentanilio (0,125–0,25 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) infuzija. Esant reikalui, naudojami remifentanilio ar fentanilio bolusai.

8.4. Visos operacijos metu svarbu vengti hipotermijos, hipertermijos, anemijos, hipotenzijos, hipoksijos, hipokarbijos – tai mažina registruojamų sukeltųjų potencialų amplitudę ir ilgina jų latenciją.

1 lentelė. Anestetikai, turintys įtakos sukeltiesiems potencialams

| Anestetikas | Amplitudė | Latencijos laikas |
|--------------------------|-----------|-------------------|
| Des-, izo-, sevofluranas | ↓ | ↑ |
| N ₂ O | ↓ | ↔ |
| Barbitūratai | ↓ | ↑ |
| Etomidatas | ↑ | ↔ |
| Ketaminas | ↑ | ↔ |
| Midazolamas | ↓ | ↔ |
| Opioidai | ↔ | ↔ |
| Propofolis | ↔ | ↔ |

2. Intraoperacinis neuromonitoravimas (IOM) [35]

IOM skirtas nervų sistemos būklei operacijų metu registruoti, galimoms pasekmėms ir neurologinėms komplikacijoms prognozuoti, padėti operuojantiems chirurgams priimti sprendimus dėl operacijos eigos. IOM technika ir monitoravimo apimtis pasirenkami įvertinus planuojamos operacijos apimtį, galimas operacijos rizikas, paciento anatomines ypatybes. Turi būti registruojami somatosensoriniai sukeltieji potencialai (angl. *somatosensory evoked potentials*, SSEP), transkranijiniai motoriniai sukeltieji potencialai (angl. *transcranial motor evoked potentials*, tcMEP), spontaniškos ir stimuliuojamos elektromiografija (EMG).

IOM eiga, gauti rodmenys ir jų pasikeitimai registruojami IOM protokole.

2.1. Somatosensoriniai sukeltieji potencialai (SSEP)

2.1.1. SSEP monitoravimo tikslas – registruoti jutiminius atsakus, plintančius nuo elektriniu impulsu dirginamų periferinių nervų iki sensorinės galvos smegenų žievės.

2.1.2. SSEP registruojami abipus stimuliuojant *n. medianus* ir *n. tibialis*. Atliekant stuburo operacijas, SSEP registruoti nuo apatinių galūnių yra privaloma. SSEP registruoti nuo viršutinių galūnių pasirenkama, kai reikia lyginamųjų duomenų, siekiant įsitikinti SSEP duomenų patikimumu.

2.1.3. Stimuliacijai naudojami adatiniai arba paviršiniai elektrodai. Atsakų registravimo taškuose naudojami adatiniai arba įsriegiami į skalpą elektrodai.

2.1.4. Somatosensorinio stimulo parametrai:

- dažnis 3,1–4,1 karto per sekundę;
- impulso trukmė 0,2 milisekundės (ms);
- intensyvumas individualus; srovės intensyvumas didinamas, kol gaunamas motorinis stimuliuojamo nervo atsakas (įprastai 7–25 miliamperų (mA));
- stimulo tipas – grįžtamoji (rekurentinė) pulsinė srovė.

2.1.5. SSEP atsakai registruojami naudojant vidurkinimo techniką; įprastai vidurkinama 100–200 atsakų (pagal poreikį šis skaičius gali būti didinamas iki 500 ar daugiau atsakų).

2.1.6. Operacijos pradžioje registruojami SSEP atsakai, pažymimos atsakų amplitudės ir latencijos.

Periferinio nervinio laidumo atsakai nuo *n. medianus* registruojami Erbo taške ir Cv7 (Cv6) taške; centrinio nervinio laidumo atsakai registruojami atitinkamai C3'–Fz ir C4'–Fz taškuose (pagal 1020' sistemą). Operacijos pradžioje pažymimos registruotų periferinio nervinio laidumo pikų (N9 ir N13) ir centrinio nervinio laidumo pikų (N20 ir P25) latencijos ir amplitudės, kurios naudojamos kaip referentinės reikšmės, lyginant operacijos metu gaunamas reikšmes.

Centrinio nervinio laidumo atsakai nuo *n. tibialis* registruojami Cz'–Fz taške (pagal 1020' sistemą). Pažymimos operacijos pradžioje registruotų centrinio nervinio laidumo pikų P39 latencijos ir amplitudės, kurios naudojamos kaip referentinės reikšmės, lyginant operacijos metu gaunamas reikšmes.

Minėtos reikšmės ir stimulo srovės intensyvumas nurodomi IOM protokole.

2.1.7. Kliniškai reikšmingi SSEP atsakų pokyčiai:

- atsako amplitudė vienoje ar abiejose pusėse sumažėja bent 50–60 proc.;
- atsako latencija pailgėja bent 10 proc.;
- esant pokyčių, reikia apsvarstyti kitas, su chirurginiais veiksmais nesusijusias priežastis (hipotenzija, hipotermija, halogeninių anestetikų vartojimas).

2.2. Transkranijiniai motoriniai sukeltieji potencialai (tcMEP)

2.2.1. Stimulo parametrai:

- dažnis – vienkartinis stimulus;
- impulso trukmė 0,05 ms;
- intensyvumas individualus; srovės intensyvumas didinamas, kol gaunamas motorinis atsakas (didžiausia reikšmė – 1 000 voltų (V));
- tipas: anodinė stimuliacija, stimulų (angl. *train*) serija; 5–7 p.p./s.

2.2.2. tcMEP stimuliacijai naudojami į skalpą įsriegiami elektrodai C1–C2 (C3–C4) taškuose (pagal 1020' sistemą).

2.2.3. tcMEP atsakai (MVVP – motorinio veikimo vieneto potencialai; angl. *compound motor action potential*; CMAP) registruojami galūnių raumenyse abipus, naudojant porinius adatinius elektrodus. Atsakus rekomenduojama registruoti (atsižvelgiant į operacijos apimtį):

- viršutinėse galūnėse (*m. biceps brachii*, *m. abductor pollicis brevis*);
- apatinėse galūnėse (*m. rectus femoris*, *m. tibialis anterior*, *m. abductor hallucis*).

2.2.4. IOM protokole registruojamas tcMEP registravimo slenkstis atskirai rankų ir kojų raumenyse, IOM metu naudotas stimulo intensyvumas, pažymimos atsakų latencijos ir amplitudės, taip pat jų kitimas operacijos metu.

2.2.5. Kliniškai reikšmingi tcMEP atsakų pokyčiai:

- tcMEP atsakas gaunamas stimulo intensyvumą padidinus ≥ 100 V nuo pradinio intensyvumo;
- fiksuojamas bent 60 proc. atsako amplitudės sumažėjimas.

2.3. Elektromiografija (EMG)

2.3.1. Spontaninė EMG – nuolatinė registracija IOM metu.

Pasireiškus spontaniniam aktyvumui raumenyse, galimas nervų šaknelių dirginimas ar raumens denervacija.

2.3.2. Stimuliuotoji EMG.

- Stimuliuojamas sraigtas, jį implantavus slankstelyje.
- Atsakas registruojamas paravertebraliuose raumenyse (arba atitinkamos šaknelės inervuojamuose galūnių raumenyse).
- Stimuliuojama palaipsniui didinant stimulą.
- Esant < 60 proc. sumažėjusioms slenkstinėms vertėms, palyginti su kitais konstrukcijos elementais, galimas kortikalinio kaulo pažeidimas.
- $< 2,8$ mA liumbalinėje dalyje – tikriausiai pažeistas kortikalinis kaulas, < 4 mA – didelė pažeidimo tikimybė, 4–8 mA – galimas pažeidimas, > 8 mA – sveikas kaulas.
- Naudojama kartu su kitais neuromonitoravimo metodais.

2.4. Intraoperacinės neurologinės komplikacijos

Įtariant nugaros smegenų ar periferinių nervų pažeidimą (amplitudės pokyčiai >50 proc. arba latencijos pokyčiai >10 proc., registruojant SSEP/MEP) **neatidėliotinai** imamasi veiksmų:

1. Patikrinti techninius IOM parametrus, atmesti kitus galimus veiksnius (pasitarti su kolegomis, turinčiais daugiau patirties).

2. Spręsti dėl laikino operacinių manipuliacijų sustabdymo.

3. Gerinti nugaros smegenų perfuziją.

3.1. MAP didinti >80 mmHg arba 20 proc. nuo bazinio lygio.

3.1.1. Intraveninė skysčių terapija.

3.1.2. Vazopresoriai (epinefrinas, norepinefrinas, dopaminas).

3.1.3. Kraujo transfuzijos (esant indikacijoms).

3.2. Vertinti hemoglobina ir gliukozę. Esant reikalui, juos koreguoti.

3.3. Kūno temperatūra išlaikoma >36,5 °C.

4. Atlaisvinti bet koki paciento stuburo tempimą (pavyzdžiui, Halo).

5. Jeigu ankstesniais etapais pacientui buvo atlikta osteotomija ar laminotomija, palpuoti kietąjį smegenų dangalą, ieškant pažeidimo, vaško, kaulo fragmentų ir kt.

6. Atkurti atliktą stuburo korekciją:

6.1. Koregavus hemoglobina, vidutinį arterinį kraujospūdį ir nesant pagerėjimo atlikus Stagnaros žadinimo testą, koreguotą stuburo ašį gražinti į pradinę padėtį.

6.2. Jeigu stebint neuromonitoravimo rodmenis arba atlikus pakartotiną žadinimą padėtis gerėja, atliekama mažesnė korekcija arba tos stuburo vietos fiksacija.

6.3. Jeigu atkūrus korekciją neuromonitoruojant rodmenys išlieka nenorminiai, atliekamas antras žadinimo testas (jei jis dar neatliktas).

6.4. Padėčiai negerėjant, tikrinamas stuburo stabilumas (atmesti, ar nėra subliuksacijos) ir vertinamos implantų padėty (sraigčiai, kabliukai ir kt.).

6.5. Tikrinant sraigtų padėtį galima atlikti provokuotą elektromiografiją. Slenkstinės stimulo vertės sumažėjimas <60 proc. rodo galimą kortikalinio kaulo pažeidimą. Taip pat galima naudoti PA rentgenogramas ir fluoroskopiją.

6.6. Esant netaisyklingai sraigtų padėčiai, galimas jų šalinimas ir kanalo vientisumo patikrinimas ir (ar) atliekama laminotomija, tikrinant nugaros smegenų žievės pažeidimus medialiau stuburo slankstelio kojytės.

6.7. Jeigu dėl stabilumo implantų negalima pašalinti, jie paliekami, o stuburas fiksuojamas mažiausiai įtemptas.

7. Koregavus trakciją ir stuburo korekciją esant neigiamiems žadinimo testams, skiriamas metilprednizolonas 30 mg/kg bolus injekcija į veną per 15 min., toliau tęsiant 5,4 mg/kg/val infuziją 23 valandas.

8. Nuolat stebėti, ar MAP išlaikomas >80 mmHg.

9. Apsvarstyti apikalinės dalies nugaros smegenų dekompresiją.

3. Intraoperacinis kraujavimo valdymas

3.1. Antifibrinolitikų vartojimas.

Skiriami chirurginės intervencijos metu: traneksaminė rūgštis – 20 mg/kg pradinė dozė bolusu ir 5 mg/kg/val palaikomoji infuzija visos operacijos metu.

Stuburo chirurgijoje antifibrinolitikų sintetiniai analogai (traneksaminė rūgštis ir kt.) mažina perioperacinį kraujo netekimą ir alogeninių transfuzijų kiekį [36–38].

3.2. Vietiniai preparatai (trombino pagrindu, želatino pagrindu (*Gelofam*), fibrino klijai ir visų anksčiau minėtų preparatų kombinacija) yra efektyvios priemonės atliekant stuburo operacijas.

3.3. Kontroluojama hipotenzija (hipotenzinė anestezija).

3.3.1. Operacijos pirmoje pusėje vidutinis arterinis kraujo spaudimas (angl. *mean arterial blood pressure*, MAP) palaikomas ties 55–65 mmHg riba (jei leidžia somatinė ligonio būklė).

3.3.2. 30 min. prieš atliekant stuburo ašies korekciją, MAP pradedamas didinti iki >70–80 mmHg (>75–85 mmHg sergantiems arterine hipertenzija, rizikos grupės pacientams).

3.4. Perioperacinė alogeninė kraujo produktų transfuzija.

3.4.1. Naudojama restriktinė kraujo transfuzijos taktika.

3.4.2. Hemodinamiškai stabiliems pacientams eritrocitų masės transfuzija indikuotina, kai Hb <70–90 g/L.

Restriktinė kraujo transfuzijos taktika sumažina EM transfuzijos kiekį nepadidindama mirštamumo, infekcijų, hospitalizacijos ar buvimo intensyviosios terapijos skyriuje, miokardo infarkto dažnio [39, 40].

4. Intraoperacinė kraujo rodiklių stebėseną ir korekcija

4.1. Atliekami kraujo tyrimai:

4.1.1. Arterinio kraujo dujų ar kapiliarinio kraujo tyrimas (arba veninis kraujas iš centrinės venos kateterio (CVK) – pagal galimybę) kas 1–2 val.

4.1.2. Krešėjimo sistemos rodikliai analizuojami, tromboelastometrija atliekama 2–4 kartus per operaciją, atsižvelgiant į klinikinę situaciją.

4.1.3. Tromboelastometrijos tyrimas ir laboratoriniai kraujo krešėjimo tyrimai gali būti atliekami lygia-grečiai, esant komplikuotai klinikinei situacijai.

4.1.4. Krešėjimo rodiklių tyrimo laiką, intervalus ir korekciją nustato gydytojas anesteziologas. Preliminari tyrimo (korekcijos) schema:

4.1.4.1. Jei SPA(INR) >1,5 karto viršija normą, skiriama šviežiai šaldytos plazmos (12–15 ml/kg).

4.1.4.2. Jei fibrinogenas <1,5–2 g/l, skiriama krioprecipitato (4–6 ml/kg atitinka 10–15 vnt.).

4.1.4.3. Jei trombocitų kiekis <100x10⁹/l, skiriama trombocitų masės transfuzija (pradžioje skiriamas 1 vnt. aferezinių trombocitų (200–300 ml), esant reikalui, kartojama).

4.2. Nuolat sekama:

siurblio surinkimo indas (išsiurbto kraujo kiekis) ir skysčio kiekis, sunaudotas operacinio lauko irigacijai. Netekto kraujo kiekis apskaičiuojamas pagal formulę: *siurblio surinkimo indas – skysčio kiekis operacinio lauko irigacijai*.

5. Intraoperacinis vietinis antibiotikų vartojimas

5.1. Intraveninė profilaktinė antibiotikoterapija.

5.1.1. Cefazolinas.

Suaugusiesiems 2 g (3 g >120 kg svorio pacientams), vaikams 30 mg/kg IV. Dozė kartojama kas 4 val.

5.1.2. Klindamicinas (alternatyva esant alergijai beta laktaminiams antibiotikams).

Suaugusiesiems 900 mg IV, vaikams 10 mg/kg, kartojant dozę kas 6 val.

5.1.3. Vankomicinas (esant žinomai MRSA (angl. *methicillin-resistant staphylococcus aureus*) kolonizacijai).

Suaugusiesiems ir vaikams 15 mg/kg IV.

5.2. Vietinė antibiotikoterapija.

5.2.1. 1–2 g vankomicino miltelių ant konstrukcijų ir raumenų, paskirstytų per visą pjūvį prieš užsiuvant.

Remiantis moksline literatūra, galima teigti, kad lokalus vankomicinas mažina operacinės srities infekcijų dažnį po stuburo operacijų, tačiau deformacijų chirurgijoje šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas [41]. Tyrėjai rekomenduoja naudoti vankomicino miltelius vietiškai. Vaikams galima saugiai naudoti mažesnes dozes (1 g) [42].

III. Pooperacinis etapas

1. Tolesnis gydymas intensyviosios terapijos skyriuje

Tolesniam gydymui ir stebėjimui pacientas po operacijos keliamas į reanimacijos ir intensyviosios terapijos skyrių.

2. Pooperacinis skausmo šalinimas

2.1. Prieš operaciją.

Nugaros tiesiamojo raumens blokada (angl. *erector spinae plane block* (ESPB)). Atliekama prieš operaciją anesteziologo reanimatologo, kontroliuojant ultragarsu.

Remiantis S. Singho ir bendraautorių studija, galima teigti, kad nugaros tiesiamojo raumens blokada sumažina opioidų poreikį pooperaciniu periodu. Pacientų pasitenkinimas šiuo skausmo šalinimo būdu gana didelis. Taikomas metodas yra lengvas, paprastas, jam būdinga maža komplikacijų rizika [43].

2.2. Prieš baigiant operaciją.

2.2.1. Operacinio pjūvio infiltracija vietiniais anestetikais operacijos pabaigoje. Atliekama operuojančių chirurgų.

2.2.2. Intratekalinis morfinas 5–10 µg/kg. Suleidžiamas operuojančio chirurgo į spinalinį tarpą operacijos pabaigoje.

Vaikų skoliozių chirurgijoje intratekalinis morfinas gerina išėtis ir mažina medicininius kaštus [44]. Intratekalinis morfinas veiksmingas ir suaugusiųjų stuburo chirurgijoje [45, 46]. Kai kurie tyrėjai nurodo, kad intratekalinio morfino vartojimas gali būti susijęs su mažesniu perioperaciniu kraujo netekimu [47–49].

2.3. Nesteroidiniai vaistai nuo uždegimo (NVNU).

2.3.1. Diklofenakas 75 mg IM kas 12 val.

2.3.2. Ketarolakas 30–60 mg IM (didžiausia paros dozė 90 mg).

2.3.3. Paracetamolis 15 mg/kg IV nuo operacijos pradžios, kartojant kas 6 val. (iki 4 g/p).

2.3.4. Kiti NVNU.

2.4. Skausmo šalinimas, naudojant automatinę švirkštinę pompą (AŠP) ir kitus metodus.

Gydytojo anesteziologo (skausmo klinikos) konsultacija dėl papildomo skausmo šalinimo galimybių kiekvienu individualiu atveju.

Išvados

Remiantis medicininės literatūros duomenimis, galima teigti, kad stuburo deformacijų chirurgijoje komplikacijos gana dažnos. Siekiant pagerinti ligonių išėtis, išvengti komplikacijų ir optimizuoti darbą ir medicininių išteklių panaudojimą, kiekvieno paciento atvejį tikslinga aptarti daugiadisciplininei komandai, vadovaujantis standartizuotu ir iš anksto apibrėžtu protokolu.

Literatūra

1. Sciubba DM, Yurter A, Smith JS, Kelly MP, Scheer JK, Goodwin CR, Lafage V, Hart RA, Bess S, Kebaish K, Schwab F, Shaffrey CI, Ames CP, International Spine Study Group (ISSG). A Comprehensive Review of Complication Rates after Surgery for Adult Deformity: A Reference for Informed Consent. *Spine Deform* 2015; 3(6): 575–594. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2015.04.005>>.

2. Zanirato A, Damilano M, Formica M, Piazzolla A, Lovi A, Villafañe JH, Berjano P. Complications in adult spine deformity surgery: a systematic review of the recent literature with reporting of aggregated incidences. *Eur Spine J* 2018; 27(9): 2272–2284. Available at: <<https://doi.org/10.1007/s00586-018-5535-y>>.

3. Yadla S, Maltenfort MG, Ratliff JK, Harrop JS. Adult scoliosis surgery outcomes: a systematic review. *Neurosurg Focus* 2010; 28(3): E3.
4. Weiss HR, Goodall D. Rate of complications in scoliosis surgery – a systematic review of the Pub Med literature. *Scoliosis* 2008; 3(1): 1–18.
5. Lykissas MG, Crawford AH, Jain VV. Complications of surgical treatment of pe-diatric spinal deformities. *Orthop Clin North Am* 2013; 44(3): 357–370. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocl.2013.03.007>>.
6. Smith JS, Klineberg E, Lafage V, Shaffrey CI, Schwab F, Lafage R, Hostin R, Mundis GM Jr, Errico TJ, Kim HJ, Protopsaltis TS, Hamilton DK, Scheer JK, Soroceanu A, Kelly MP, Line B, Gupta M, Deviren V, Hart R, Burton DC, Bess S, Ames CP, International Spine Study Group. Prospective multicenter assessment of perioperative and minimum 2-year post-operative complication rates associated with adult spinal deformity surgery. *J Neurosurg Spine* 2016; 25(1): 1–14.
7. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, John RES, Prentice D, Sauer S, Ahrens TS, Shannon W, Baker-Clinkscale D. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1997; 25(4): 567–574.
8. Horst HM, Mouro D, Hall-Jenssens RA, Pamukov N. Decrease in ventilation time with a standardized weaning process. *Arch Surg* 1998; 133(5): 483–489.
9. Bennett KM, Scarborough JE, Sharpe M, Dodds-Ashley E, Kaye KS, Hayward 3rd TZ, Vaslef SN. Implementation of antibiotic rotation protocol improves antibiotic susceptibility profile in a surgical intensive care unit. *J Trauma* 2007; 63(2): 307–311.
10. Kim SH, Park CM, Seo JM, Choi M, Lee DS, Chang DK, Rha M, Yu S, Lee S, Kim E, Cho YY. The impact of implementation of an enteral feeding protocol on the improvement of enteral nutrition in critically ill adults. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(1): 27–35.
11. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced recovery after surgery a review. *JAMA Surg* 2017; 152(3): 292–298.
12. Sethi RK, Pong RP, Leveque JC, Dean TC, Olivar SJ, Rupp SM. The Seattle Spine Team Approach to Adult Deformity Surgery: A Systems-Based Approach to Perioperative Care and Subsequent Reduction in Perioperative Complication Rates. *Spine Deform* 2014 [cited 2019 Feb 7]; 2(2): 95–103. Available at: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27927385>>.
13. Halpin RJ, Sugrue PA, Gould RW, Kallas PG, Schafer ME, Ondra SL, Koski TR. Standardizing Care for High-Risk Patients in Spine Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010 [cited 2019 Feb 7]; 35(25): 2232–2238. Available at: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21102298>>.
14. Sugrue PA, Halpin RJ, Koski TR. Treatment Algorithms and Protocol Practice in High-Risk Spine Surgery. *Neurosurg Clin N Am* 2013 [cited 2019 Feb 7]; 24(2): 219–230. Available at: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23561561>>.
15. Sethi R, Buchlak QD, Yanamadala V, Anderson ML, Baldwin EA, Mecklenburg RS, Leveque JC, Edwards AM, Shea M, Ross L, Wernli KJ. A systematic multidisciplinary initiative for reducing the risk of complications in adult scoliosis surgery. *J Neurosurg Spine* 2017 [cited 2019 Feb 7]; 26(6): 744–750. Available at: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28362214>>.
16. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker S, Bøtker HE, De Hert S, Ford I, Gonzalez-Juanatey JR, Gorenek B, Heyndrickx GR, Hoefl A, Huber K, Iung B, Kjeldsen KP, Longrois D, Lüscher TF, Pierard L, Pocock S, Price S, Roffi M, Sirnes PA, Sousa-Uva M, Voudris V, Funck-Brentano C. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur Heart J* 2014; 35(35): 2383–2431.
17. Smetana GW. Preoperative Pulmonary Evaluation. *N Engl J Med* 1999; 340(12): 937–944. Available at: <<https://doi.org/10.1056/NEJM199903253401207>>.
18. Lao L, Weng X, Qiu G, Shen J. The role of preoperative pulmonary function tests in the surgical treatment of extremely severe scoliosis. *J Orthop Surg Res* 2013; 8: 32. Available at: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24007407>>.
19. Mills E, Eyawo O, Lockhart I, Kelly S, Wu P, Ebbert JO. Smoking cessation reduces postoperative complications: A systematic review and meta-analysis. *Am J Med* 2011; 124(2): 144–154.
20. Han IH, Kim KS, Park HC, Chin DK, Jin BH, Yoon YS, Ahn JY, Cho YE, Kuh SU. Spinal surgery in patients with end-stage renal disease undergoing hemodialysis therapy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009; 34(18): 1990–1994.
21. Klein JD, Hey LA, Yu CS, Klein BB, Coufal FJ, Young EP, Marshall LF, Garfin SR. Perioperative nutrition and post-operative complications in patients undergoing spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996; 21(22): 2676–2682.
22. Hu SS, Berven SH. Preparing the adult deformity patient for spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31(19 Suppl): S126–131.

23. Puvanesarajah V, Rao SS, Hassanzadeh H, Kebaish KM. Determinants of perioperative transfusion risk in patients with adult spinal deformity. *J Neurosurg Spine* 2018; 28(4): 429–435.
24. Laxton AW, Perrin RG. The relations between social support, life stress, and quality of life following spinal decompression surgery. *Spinal Cord* 2003; 41(10): 553–558.
25. de Kleuver M, Lewis SJ, Germscheid NM, Kamper SJ, Alanay A, Berven SH, Cheung KM, Ito M, Lenke LG, Polly DW, Qiu Y, van Tulder M, Shaffrey C. Optimal surgical care for adolescent idiopathic scoliosis: an international consensus. *Eur Spine J* 2014; 23(12): 2603–2618.
26. Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J, Coe J, Deinlein D, DeWald C, Mehdian H, Shaffrey C, Tribus C, Lafage V. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012; 37(12): 1077–1082.
27. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009; 34(17): E599–606.
28. Waters JH. Intraoperative blood recovery. *ASAIO J* 2013; 59(1): 11–17.
29. Esper SA, Waters JH. Intra-operative cell salvage: a fresh look at the indications and contraindications. *Blood Transfus* 2011; 9(2): 139–147.
30. Carless PA, Henry DA, Moxey AJ, O'Connell DL, Brown T, Fergusson DA. Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; (4): CD001888.
31. Chanda A, Smith DR, Nanda A. Autotransfusion by cell saver technique in surgery of lumbar and thoracic spinal fusion with instrumentation. *J Neurosurg* 2002; 96(3 Suppl): 298–303.
32. Sachdeva A, Dalton M, Lees T. Graduated compression stockings for prevention of deep vein thrombosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 11(11): CD001484.
33. Alvarado AM, Porto GBF, Wessell J, Buchholz AL, Arnold PM. Venous Thromboprophylaxis in Spine Surgery. *Glob Spine J* 2020; 10(1 Suppl): 65S–70S.
34. Kamel I, Barnette R. Positioning patients for spine surgery: Avoiding uncommon position-related complications. *World J Orthop* 2014; 5(4): 425–443.
35. Laratta JL, Ha A, Shillingford JN, Makhni MC, Lombardi JM, Thuet E, Lehman RA, Lenke LG. Neuromonitoring in Spinal Deformity Surgery: A Multimodality Approach. *Glob Spine J* 2018; 8(1): 68–77.
36. Gill JB, Chin Y, Levin A, Feng D. The use of antifibrinolytic agents in spine surgery. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(11): 2399–2407.
37. Li G, Sun TW, Luo G, Zhang C. Efficacy of antifibrinolytic agents on surgical bleeding and transfusion requirements in spine surgery: a meta-analysis. *Eur Spine J* 2017; 26(1): 140–154.
38. Soroceanu A, Oren JH, Smith JS, Hostin R, Shaffrey CI, Mundis GM, Ames CP, Burton DC, Bess S, Gupta MC, Deviren V, Schwab FJ, Lafage V, Errico TJ. Effect of Antifibrinolytic Therapy on Complications, Thromboembolic Events, Blood Product Utilization, and Fusion in Adult Spinal Deformity Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016; 41(14): E879–886.
39. Carson JL, Stanworth SJ, Alexander JH, Roubinian N, Fergusson DA, Triulzi DJ, Goodman SG, Rao SV, Doree C, Hebert PC. Clinical trials evaluating red blood cell transfusion thresholds: An updated systematic review and with additional focus on patients with cardiovascular disease. *Am Heart J* 2018; 200: 96–101.
40. Roubinian NH, Murphy EL, Mark DG, Triulzi DJ, Carson JL, Lee C, Kipnis P, Kleinman S, Liu VX, Escobar GJ. Long-Term Outcomes Among Patients Discharged From the Hospital With Moderate Anemia: A Retrospective Cohort Study. *Ann Intern Med* 2019; 170(2): 81–89.
41. Tailaiti A, Shang J, Shan S, Muheremu A. Effect of intrawound vancomycin application in spinal surgery on the incidence of surgical site infection: a meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag* 2018; 14: 2149–2159.
42. Armaghani SJ, Menge TJ, Lovejoy SA, Mencio GA, Martus JE. Safety of topical vancomycin for pediatric spinal deformity: nontoxic serum levels with supratherapeutic drain levels. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014; 39(20): 1683–1687.
43. Singh S, Kumar G, Akhileshwar. Ultrasound-guided erector spinae plane block for postoperative analgesia in modified radical mastectomy: A randomised control study. *Indian J Anaesth* 2019; 63(3): 200–204.
44. Sarwahi V, Hasan SS, Liao B, Galina JM, Amaral TD, Lo Y, Atlas AM, Kars M. 98. Rapid recovery pathway utilizing intrathecal morphine decreases overall hospital costs and improves quality of care in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J* 2020; 20(9, Supplement): 0S49. Available at: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1529943020304253>>.
45. Wang Y, Guo X, Guo Z, Xu M. Preemptive analgesia with a single low dose of intrathecal morphine in multilevel pos-

terior lumbar interbody fusion surgery: a double-blind, randomized, controlled trial. *Spine J* 2020; 20(7): 989–997. Available at: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1529943020300930>>.

46. Pendi A, Acosta FL, Tuchman A, Movahedi R, Sivasundaram L, Arif I, Gucev G. Intrathecal Morphine in Spine Surgery: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017; 42(12): E740–747.

47. Lesniak AB, Tremblay P, Dalens BJ, Aucoin M, Mercier P. Intrathecal morphine reduces blood loss during idiopathic scoliosis surgery: retrospective study of 256 pediatric cases. *Paediatr Anaesth* 2013; 23(3): 265–270.

48. Gall O, Aubineau JV, Bernière J, Desjeux L, Murat I. Analgesic effect of low-dose intrathecal morphine after spinal fusion in children. *Anesthesiology* 2001; 94(3): 447–452. Available at: <<https://doi.org/10.1097/00000542-200103000-00014>>.

49. Eschertzhuber S, Hohlrieder M, Keller C, Oswald E, Kuehbacher G, Innerhofer P. Comparison of high- and low-dose intrathecal morphine for spinal fusion in children. *Br J Anaesth* 2008; 100(4): 538–543.