

Анестезија код деце с урођеним срчаним манама у некардијалним операцијама

Душица Симић¹, Милан Ђукић¹, Ивана Будић², Ирина Милојевић¹, Вељко Страјина³

¹Универзитетска дечја клиника, Београд, Србија;

²Клиника за дечју хирургију и ортопедију, Клинички центар, Ниш, Србија;

³Институт за судску медицину, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Деца с урођеним срчаним манама која се подвргавају некардијалним хируршким захватима одликују се физиолошким и функционалним поремећајима и стога представљају велики изазов за анестезиологе. Принципи анестезије огледају се у смањењу патофизиолошких промена које би могле да поремете сложену интеракцију системске и плућне васкуларне резистенције. Познавање модификација кардиореспираторне физиологије и специфично измењене анатомије срца, као и одређивање могућих ризика за настанак компликација у сваком индивидуалном случају, од посебног су значаја при избору анестезиолошке стратегије за сваког болесника понаособ. Током припреме за операцију треба одредити међусобни однос користи и ризика од хируршке интервенције и установити план лечења чија је суштина оптимизација стања болесника пре операције. Анестезиолог такође мора да познаје фармаколошка својства лекова који се примењују и да прилагоди анестезиолошке поступке врсти хируршког захвата. Интердисциплинарни тимски приступ је веома важан за успешну примену анестезије код ове деце. Тим би требало да чине анестезиолог, дечји кардиолог, хирург, кардиохирург и неонатолог.

Кључне речи: анестезија; дете; обољење срца; некардијална хирургија

УВОД

Урођене аномалије кардиоваскуларног система су најчешћа урођена обољења која се дијагностикују код 0,8-1% новорођенчади. Напредак педијатријске кардиологије и кардиохирургије условио је знатно успешније лечење и преживљавање деце с урођеним срчаним манама (УСМ), тако да данас више од 90% ових болесника одрасте. Око 25% деце са УСМ има придружене екстракардијалне урођене аномалије и потребно их је подвргнути некардијалним операцијама.

Због потенцијалних периоперационих проблема и компликација, деца са УСМ су велики изазов за анестезиологе. Анестезиолог који ради с овим болесницима мора бити детаљно упознат са специфичним кардијалним и екстракардијалним аномалијама, њиховим хемодинамским ефектима и деловањем анестетичких лекова на кардиореспираторни систем.

ПАТОФИЗИОЛОШКА КЛАСИФИКАЦИЈА УРОЂЕНИХ СРЧАНИХ МАНА

УСМ се патофизиолошки могу поделити у неколико група:

- мане с лево-десним шантом,
- цијаногене мане (мане са десно-левым шантом),
- опструктивне лезије срца и комплексне УСМ.

Мане с лево-десним шантом

Ово су најчешће УСМ (чине око 50% свих УСМ) и у њих се убрајају: вентрикуларни септални дефект (ВСД), атријални септални дефект (АСД), *ductus arteriosus persistens* (DAP) и атриовентрикуларни септални дефект (АВ канал). Главна патофизиолошка последица ове групе УСМ је повећан проток кроз плућа, смањена комплијанса плућа, а код нерестриктивних дефеката клинички знаци кардијалне декомпензације и повећан притисак у плућном крвотоку у раном узрасту одојчета. Због смањене комплијансе плућа ове деце, код њих су у анестезији потребне веће вредности вентилаторних притисака и обично продужена вентилација. Уколико је лево-десни шант хемодинамски значајан, кардиохируршка корекција се обично предузима у раном узрасту одојчета. Уколико нема значајних постоперационих резидуа, ова деца имају одличну животну прогнозу, без посебних ограничења у свакодневним активностима, што подразумева и безбедну примену анестезије. Нерестриктивни интракардијални и екстракардијални лево-десни шантови у случају касног препознавања могу довести до васкуларне болести с хипертензијом плућа – Ајзенменгеровог (*Eisenmenger*) синдрома. Код деце и одраслих особа с овом болешћу постоји висок ризик за примену анестезије, због чега су код њих индиковане само хитне и неопходне операције, које се морају урадити у

Correspondence to:

Dušica SIMIĆ
Univerzitetaska dečja klinika
Tiršova 10, 11000 Beograd
Srbija
dussin@eunet.rs

центру који има све могућности и искуства у лечењу болесника од ризичне хипертензије плућа.

Цијаногене мане (десно-леви шант)

Цијаногене или мане са десно-левым шантом чине 12% свих УСМ. Код њих се венска, деоксигенисана крв, због интракардијалних отвора, меша с артеријском и директно испумпава у аорту, тј. у системски крвоток, што за последицу има појаву артеријске хипоксемије. Најчешће цијаногене мане из ове групе су тетралогича Фалло (*Fallot*), транспозиција великих крвних судова, пулмонална атрезија и трикуспидна атрезија. Цијаноза се клинички може испољити одмах по рођењу или у узрасту одојчета. То је тешка УСМ коју је потребно што раније кориговати. Посебно висок ризик за анестезију чини комбинација раног узраста болесника и тешког облика цијанозе, када је потребно извршити некардијалне операције практично једино ако је живот болесника угрожен. Анестезиолошке специфичности код ове деце су спорија инхалациона индукција уз опрез од поступака и лекова који могу изазвати системску хипотензију, чиме се повећава десно-леви шант и продубљује артеријска хипоксемија. Поједине цијаногене мане се могу врло успешно кориговати, после чега није потребна посебна анестезиолошка припрема, али ипак извршен број ових мана ствара значајне хемодинамске резидуе или има могућност само палијативне корекције, када мање-више могу бити проблем током анестезије.

Опструктивне лезије срца

Опструктивне лезије срца чине 18% свих УСМ, а могу се јавити на левој и десној страни срца. Посебно су опасне критичне опструкције леве стране срца, као што су митрална и аортна стеноза, коарктација аорте, прекид аортног лука и хипоплазија левог дела срца, које и са прогностичког становишта најчешће изазивају смрт новорођенчади и одојчади са УСМ. Додатне проблеме код опструктивних лезија чине: њихова честа удруженост са другим манама срца, постојање серијских опструкција на више нивоа и интраутерусна промена морфолошких особина и функције срца. Критичне опструкције срца чине групу аномалија које се уз транспозицију великих крвних судова најраније клинички испољавају, али се често, због одложеног затварања дуктуса артериозуса, доста добро подносе неколико недеља и месеци, да би се затим одојчад изненада нашла у најтежем кардиоваскуларном колапсу. Анестезиолог код неоперисаних болесника с тешким опструкцијама срца мора бити приправан за примену инотропне кардиопресорне потпоре и вентилације позитивним притиском. Опструктивне лезије десног дела срца без хипоплазије десне коморе и трикуспидне валвуле обично имају добру прогнозу, док се опструктивне лезије леве стране срца углавном могу

само палијативно кориговати уз разне постоперационе компликације, као што су резидуална опструкција, хипертрофија и дисфункција миокарда, склоност ка дисритмијама срца, анеуризмама и дисекцијама аорте.

Комплексне урођене срчане мане

Оне чине око 15% свих УСМ и сматрају се веома тешким кардиоваскуларним аномалијама које је већ у најранијем узрасту потребно кардиолошки или кардиохируршки лечити. Због сложене природе ових УСМ (често неразвијени поједини делови срца), потребе за раним и бројним кардиохируршким операцијама углавном палијативног типа и разних хроничних хемодинамских и функционалних проблема, болесници имају дуготрајно лошу животну прогнозу са бројним ограничењима. Због наведених проблема, деца и одрасле особе са комплексним УСМ готово без изузетка чине групу високоризичних болесника за примену анестезије у некардијалним операцијама.

КАРДИЈАЛНИ ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА БЕЗБЕДНУ ПРИМЕНУ АНЕСТЕЗИЈЕ

Неколико важних патофизиолошких кардијалних фактора могу утицати на безбедност током анестезије. То су: артеријска хипоксемија, дисфункција срца, плућна хипертензија и склоност ка аритмијама. Страфорд (*Strafford*) и Хендерсон (*Henderson*) [1] су међу 110 испитаника са УСМ установили нежељене догађаје код 47% болесника. Анализа фактора удружених с појавом нежељених догађаја показала је да највећи ризик носе некомпензована слабост срца, цијаноза са засићеношћу артеријске крви кисеоником мањом од 85% и хируршки нелечене УСМ.

Артеријска хипоксемија

На хроничну артеријску хипоксемију организам се адаптира компензаторним механизмима којима покушава да нормализује пренос кисеоника до периферних ткива, а то су, пре свега, еритроцитоза (полицитемија), повећан волумен крви, неоваскуларизација и алвеоларна хипервентилација. Последице ових адаптивних механизма су смањена кардиореспираторна резерва, повећана вискозност крви са склоношћу ка тромбозама и потрошна коагулопатија. Симптоми хипервискозног синдрома се због полицитемије (главобоља, слабост, парестезије, адинамија, вртоглавице) јављају при вредностима хематокрита већим од 65%, али у случају придружене микроцитозе еритроцита могу се јавити и при нижим нивоима овог параметра. Изоволумна хемодилуција се примењује само код болесника с полицитемијом када имају симптоме хипервискозног синдрома, док преоперационе флеботомије треба избегавати посебно код болесника с не-

достатком гвожђа. Код деце с хроничном артеријском десатурацијом посебну пажњу треба обратити на степен хидратације, јер и најблаже дехидратације могу довести до тешких тромбоемболијских компликација и кардиоваскуларне нестабилности. Оптимална периперациона хидратација је од пресудног значаја код деце са цијаногеним УСМ, тако да гладовање пре операције треба максимално скратити (бистри раствори до два часа пре операције код одојчади и до четири часа код деце старије од годину дана) или започети интравенску рехидратацију до почетка операције.

Дисфункција срца

Може бити условљена урођеним и стеченим кардиомиопатијама, последица значајног оптерећења срца услед УСМ или последица урађеног кардиопулмоналног бајпаса. Степен кардиореспираторне (дис)функције и подношење напора су један од најважнијих начина процене преоперационог ризика за анестезију. Увек треба утврдити степен цијанозе у стању мировања, као и могућу појаву хиперцијанотичних испада уз факторе које их изазивају. За процену степена подношења напора код веће деце и одраслих особа са УСМ може се користити класификација *NYHA* (*New York Heart Association*), док се код одојчади он индиректно процењује на основу потешкоћа током храњења (замарање, тахидиспнеа, прекидање оброка, мали оброци, појачано знојење) и слабијег напредовања. Болесници с хроничном кардијалном декомпензацијом обично су на дуготрајној деконгестивној и инотропној терапији, те последично, због рецепторске десензибилизације, периперационо није могуће лековима постићи значајније дејство на побољшање функције срца. Хронично декомпензовани миокард је поред исцрпљених компензаторних функционалних механизма и слабијег терапијског одговора на деконгестивне, вазоактивне и инотропне лекове веома склон аритмијама и застоју срца. Због високог ризика за анестезију, треба бити приправан за непосредне мере и поступке реанимације.

Аритмије

Поједине групе болесника са УСМ су пре, односно после операције склони појави тешких дисритмија срца. То су, пре свега, деца с конгениталним аритмопатијама (синдром дугачког *QT* интервала, Бругада синдром), кардиомиопатијама, инверзијом комора пре операције (коригована транспозиција), Ебштајновом (*Ebstein*) аномалијом и тешком опструкцијом срца са фиброеластозом ендокарда. После операције ризик за развој аритмија посебно је повећан код болесника с унивендуларном репарацијом – Фонтановом (*Fontan*) циркулацијом, после Сенингове (*Senning*) корекције транспозиције великих крвних судова и после корекције тетралогиче Фало. Посебно су угрожени болесници с

потврђеним аритмогеним синкопама које је пре операције потребно електрофизиолошки испитати и код којих су потребни примена антиаритмика, уградња пејсмејкера или кардиовертер-дефибрилатора. Повећани ризик за малигне и потенцијално фаталне аритмије бележи се код болесника са узнапредовалом инсуфицијенцијом срца код којих ни примена свих антиаритмијских мера превенције не обезбеђује потпуну сигурност.

Респираторни проблеми и плућна хипертензија

Постојање било какве респираторне инфекције треба да буде разлог за одлагање хируршког лечења деце са УСМ. Код ових болесника се често јављају анатомске промене трахеобронхијалног стабла (стеноза душника услед васкуларног ринга, компресија увећаним кардиоваскуларним структурама или вештачким цевима). На пример, увећана лева преткомора може померити на горе обе главне душнице, те повећати угао међу њима. Френични и рекурентни ларинксни нерви могу такође бити компримовани или оштећени претходном операцијом. С друге стране, УСМ могу бити удружене с кратком трахејом, као код Диџорџовог (*Di-George*) синдрома, па интубација може бити отежана.

Познавање физиолошких и фармаколошких фактора у контроли плућне васкуларне резистенције (ПВР) од посебне је важности за анестезиолога [2]. Деца са УСМ често имају привремено или стално повећану ПВР, чије промене током анестезије могу имати озбиљне последице. Недовољна аналгезија или плитка анестезија могу тренутно, преко симпатичке стимулације, довести до критичног повећања притиска у плућном крвотоку. Нагло повећање ПВР се испољава тренутном десатурацијом и системском хипотензијом (криза плућне хипертензије). Дете с кризом плућне хипертензије најпре треба хипервентилирати стопроцентним кисеоником, продубити аналгезију и анестезију, евентуално додати селективне пулмоналне вазодилататоре (азот-оксид) и кориговати ацидозу. Корекција системске хипотензије вазопресорним и симпатомиметским лековима је, због неселективног деловања, опасна код болесника с плућном хипертензијом. У сваком случају, ова ризична популација за анестезију захтева анестезиолошки третман у високоспецијализованим кардиохируршким центрима, где постоје све терапијске могућности за лечење болесника од криза плућне хипертензије.

ХЕМОСТАЗА

И поред полицитемије и повећане вискозности крви, број тромбоцита је често смањен, а њихова функција оштећена [3]. Код болесника са УСМ *PT* и *PTT* су често продужени. Чак и када су налази коагулационих тестова нормални, повећана је опасност од периперационог крварења [4].

Неки болесници са УСМ хронично примају варфарин. Уколико је операција хитна, с његовом применом треба престати 1-3 дана раније и током тог периода давати хепарин [4], чију примену треба обуставити 4-6 сати пре операције. *РТТ* треба да буде један и по пут дужи од нормалног. После операције хепарин се примењује након 12 сати, а варфарин за 1-7 дана. Уколико је операција хитна, дејство варфарина се поништава применом ССП [5].

АНЕСТЕЗИОЛОШКИ РИЗИК КОД БОЛЕСНИКА С УРОЂЕНИМ СРЧАНИМ МАНАМА

Према тежини и сложености природе УСМ, потреби за кардиолошким операцијама, сталним узимањем лекова и функционисању кардиоваскуларног система, ризик за примену анестезије код деце и адолесцената са УСМ може бити:

- **безначајан** – код деце с хемодинамски безначајним манама која су стабилног кардиоваскуларног система, код које нису потребне кардиохируршке корекције и кардиоваскуларна терапија;
- **мали** – код деце са благим УСМ које су потпуно кориговане без хемодинамских резидуа, код деце без кардијалне терапије и добре функције срца;
- **умерен** – код деце са УСМ која имају тежа и комплексна обољења срца, која су добро палијативно коригована, налазе се на сталној кардијалној терапији и имају блаже поремећену функцију кардиоваскуларног система;
- **висок** – код деце са веома сложеним УСМ која се не могу потпуно хемодинамски кориговати, која имају значајну дисфункцију кардиоваскуларног система или артеријску десатурацију, плућну хипертензију и налазе се на значајној медикаментној потпори.

Деца код које је ризик за анестезију веома мали имају очувану функцију кардиореспираторног система, па се могу подвргнути некардијалним операцијама под стручним надзором педијатријских анестезиолога. Групу деце с умереним и високим ризиком за анестезију чине углавном болесници с комплексним и палијативно коригованим УСМ која имају смањену кардиореспираторну резерву. Примена анестезије код ове деце је високоризична и потребно ју је извести у специјализованом кардиолошко-кардиохируршком центру који има потребну медицинску опрему (кардиохируршку салу и јединицу интензивног лечења, салу за катетеризацију, ЕСМО, могућност уградње пејсмејкера итд.) и кадрове искусне у збрињавању свих потенцијалних компликација. У граничним или недовољно дефинисаним случајевима педијатријски анестезиолог треба обавезно да затражи мишљење педијатријског кардиолога и анестезиолога из специјализованог кардиохируршког центра. На основу тежине предвиђене некардијалне операције, дужине и начина планиране анестезије и тренутног кардиореспираторног стања болесника са УСМ квантификује се ризик и прави план примене анестезије.

ПРОФИЛАКСА ЕНДОКАРДИТИСА

Посебну пажњу код болесника са УСМ анестезиолог мора да обрати на потребу за антибиотском профилаксом бактеријског ендокардитиса. Водич Америчког удружења за срце (*American Heart Association*) [6] за превенцију ендокардитиса недавно је измењен, па се тако сматра да профилаксу треба примењивати само код стања која су у вези с највећим ризиком од нежељене појаве ендокардитиса. То су:

- протетичка срчана валвула и стања у којима је протетички материјал коришћен за операцију валвуле,
- претходни инфективни ендокардитис,
- неоперисана цијаногена УСМ, укључујући палијативни шант или цев,
- потпуно отклоњена УСМ протетичким материјалом током првих шест месеци после операције,
- оперисана УСМ с резидуалним оштећењима на месту или у околини протетичког материјала,
- трансплантација срца услед које се развила срчана валвулопатија.

Превенција се примењује само за процедуре код којих је могућност настанка бактеријског ендокардитиса очекивана (стоматолошке интервенције, захвати на дисајном тракту, кожи, поткожном ткиву и мишићима, ортопедске процедуре).

Антибиотик се, ради профилаксе бактеријског ендокардитиса, примењује парентерално (*i.v.* или *i.m.*) једнократно 30-60 минута пре операције, и то против најчешћег микроорганизма који може изазвати бактеријемiju (исти који се користи за профилаксу инфекције ране). Ампицилин се даје у дози од 50 mg/kg (највише 2 g), цефтриаксон или цефазолин такође у дози од 50 mg/kg (највише 1 g), а клиндамицин у дози од 20 mg/kg (највише 600 mg).

ФАКТОРИ ПОВИШЕНОГ РИЗИКА

Пре одлуке о операцији болесника са УСМ увек треба размотрити да ли је хируршка интервенција неопходна у светлу постојећег ризика [7]. На повишен ризик указују:

- погоршање конгестивне инсуфицијенције срца или исхемије срца,
- тешка хипоксемија са SpO_2 мањим од 75% на собном ваздуху,
- полицитемија ($Ht > 60\%$),
- необјашњива слабост, синкопа или грозница или скорашњи цереброваскуларни догађај,
- тешка аортна или пулмонална стеноза,
- некоригована ТОФ или Ајзенменгерово боелст,
- аритмије које су отпочеле недавно, и
- млађи узраст болесника.

ПРИПРЕМА ЗА ОПЕРАЦИЈУ

Анестезиолог мора да разуме патофизиологију болесника са УСМ. У томе му помажу добро узета анам-

неза, клинички преглед, рендгенски снимак грудног коша, резултати ехокардиографског испитивања, налази магнетне резонанције и катетеризације срца, подаци у вези с претходним операцијама, као и мишљење кардиолога који лечи болесника. Посебну пажњу треба обратити на обим кардиопулмоналног оштећења, поремећаје дисајног пута и на постојање придружених мана (Даунов синдром, имунолошки поремећаји, атрезија једњака).

Потребно је испитати клиничку слику, електролите, уреу, креатинин, гликозу и ниво калцијума. Конгестивна инсуфицијенција срца и примена диуретика могу довести до дисбаланса електролита. Могу се јавити хипохлоремичка метаболичка алкалоза, хипокалемија или хиперкалцемија. Услед тога, примена дигоксина може изазвати фибрилацију, те треба спречити хипервентилацију и примену калцијума. Пре хируршког лечења треба опрезно, пратећи потребе детета, обуставити давање дигоксина.

Код шантова веома се мора водити рачуна о томе да ваздух не уђе у венски систем.

Преоперационо гладовање

Код деце са УСМ треба скратити период гладовања пре хируршког лечења. Пожељно је да се операција ове деце обави ујутро.

Премедикација

Она подразумева примену оралне дозе бензодиазепина (0,5-1,0 mg/kg мидазолама) или пажљиво титрирање *i.v.* дозе уз давање кисеоника. Антихолинергички лекови (атропин у дози 0,1-0,15 mg/kg) могу спречити брадикардију у склопу неких анестезиолошких поступака (нпр. интубација). Примену пропранолола треба наставити до дана операције [8].

ИНТРАОПЕРАЦИОНИ МОНИТОРИНГ

Важно је пратити пулсну оксиметрију, неинвазивни артеријски притисак, ЕКГ, температуру и капнографију. Понекад може бити неопходно и инвазивно мерење притиска. При постављању манжетне за мерење артеријског притиска или артеријске линије треба водити рачуна о локацији шанта.

Степен цијанозе и ниво хематокрита пружају информације о тежини десно-левог шанта.

Пулсна оксиметрија даје податке о циркулаторној хомеостази, размени гасова, минутном волумену срца, протоку крви кроз плућа и интракардијалним шантовима. Код цијаногених мана је смањена тачност пулсне оксиметрије.

На ЕКГ запису треба код свих опструкција леве коморе и аномалија коронарних артерија и ризика од миокардне исхемије пратити уз II и V одвод.

Код већ оперисаних болесника са УСМ потребно је постављање катетера у артерију због гасних анализа, честог мерења нивоа електролита, калцијума, гликозе, лактата и хематокрита, те честих хепатограма. Посебну пажњу треба обратити на пропирање артерије, јер чак и 0,3 ml течности може померити мале тромбове или мехурић ваздуха до коронарних артерија [4].

Увођење катетера у централну вену омогућава брзу надокнаду течности и мерење централног венског притиска и срчаног минутног волумена (мерењем системске венске оксигенације). Оно такође пружа податке о притисцима пуњења и функцији валвула десне стране срца. Међутим, код Фонтановог типа циркулације канулација централне вене повећава ризик од тромбоемболијских компликација [3].

Постављање катетера у плућну артерију даје информације о притисцима у плућној циркулацији, засићености плућне артерије кисеоником и минутном волумену срца. Може бити отежано због анатомских неправилности. Потребно је код великих лево-десних шантова (АВСД), опструкције плућних вена, митралне валвуле (због ризика од плућне хипертензије) и смањеног минутног волумена срца. Код аортне инсуфицијенције или митралне регургитације (велико оптерећење волуменом) плућни катетер је користан, будући да је потребно пажљиво смањење плућног притиска уз истовремену процену параметара рада срца.

И трансезофагусни ехокардиограм може пружити многе корисне информације о функцији комора, изостанку паравалвуларног цурења и функцији комора после бајпаса.

АНЕСТЕЗИЈА

Увођење у анестезију инхалацијом погодно је код малих УСМ, а севофлуран је анестетик избора. Код компензованих УСМ, уколико су деца добро хидрирана, може се извести *i.v.* увод у анестезију тиопентоном или пропофолом. Код већине деце с коригованим или добро компензованим УСМ могу се користити анестезиолошке технике као и код здраве деце. Понекад је боље применити безбедну анестезиолошку технику која нам је позната или коју смо већ примењивали, него се трудити да се потпуно разумеју специфични патофизиолошки поремећаји.

Основни циљ анестезиолога је да одржи адекватну оксигенацију (нарочито код десно-левог шанта) и вентилацију, те да спречи или сузбије аритмије и преоптерећење течношћу (нарочито код лево-десног шанта). Болесницима с аортном стенозом је неопходно адекватно пуњење леве коморе, за шта је потребно време. Уколико постоји ангина, треба дати алфа-агонист (фенилефрин) пре него нитроглицерин, да би се обезбедио коронарни перфузиони притисак. Код аортне инсуфицијенције тахикардија смањује време дијастоле и величину срца. Смањење тзв. *afterload*-а смањује снагу регургитације. Терапија је ограничена могућим развојем системске хипотензије. Код митралне стенозе тре-

ба спречити тахикардију, јер би смањење притиска пуњења изазвало пораст притиска у левој преткомори и едем плућа. Бета-блокатор смањује контрактилност и минутни волумен срца, те је штетан. Међутим, смањење брзине рада срца је и те како корисно, јер дозвољава довољно времена за пуњење леве коморе. Стога је добро користити краткоделујући бета-блокатор (есмолол). Код митралне регургитације штетни су системска хипертензија и пораст *afterload*-а.

Код деце са Дауновим синдромом често се јавља митрална регургитација, која настаје после корекције АВ септалног дефекта [8]. Стање је још теже код комбинованих УСМ (аортна стеноза и митрална регургитација), јер оно што је добро за једну може погоршати другу ману. У таквим случајевима лечење треба усмерити ка заступљеним симптомима [9].

Код цијаногених УСМ потребно је применити одговарајући ниво анестезије не повећавајући десно-леви шант. Плач и емотивна напетост детета повећавају ослобађање катехоламина и проширују десно-леви шант. Стрес изазван уводом у анестезију може погоршати цијанозу. Стога је потребно:

- одржати системску васкуларну резистенцију (СВР), тј. не давати лекове који га смањују, а низак артеријски притисак хитно третирати вазоконстрикторима и болусима течности;
- смањити ПВР, коју повећавају хиперкапнија, хипоксија, површна анестезија, ателектазе, полицитемија, ацидоза и повишен притисак у дисајним путевима, а смањују хипокапнија, анемија, алкалоза, висока концентрација кисеоника и дубока анестезија [10]; треба применити нитроглицерин, нитропрусид, фентоламин, толазолин, простагландин Е1 и инхалацију азот-моноксида (NO);
- отклонити опструкцију тока крви из десне коморе (код тетралогije Фало) смањењем стварања катехоламина седацијом морфином; нови напади цијанозе се спречавају бета-блокаторима;
- одржавати умерену депресију миокарда и еуволемину помоћу неког инхалационог анестетика (нпр. халотана);
- одржавати спор рад срца ради смањења опасности од спазма инфундибулума.

Увођење у анестезију може се обавити *i.v.* применом кетамина (2 mg/kg) или фентанила (25 µg/kg), *i.m.* применом кетамина код деце која се плаше маске а немају вену (4 mg/kg) или инхалацијом анестетика преко маске. Увођење у анестезију *i.v.* поступком је брже код десно-левог шанта, док помоћу маске може бити продужено.

Оксигенација

Код деце с ограниченим плућним протоком и десно-левим шантом циљ је смањење шанта. Такође је неопходно спречити ситуације које повећавају системске

потребе за кисеоником, као што су плач, одупирање и сл. У том смислу, неопходно је одржавати системски крвни притисак очувањем волумена добром хидратацијом и СВР.

Код повишеног плућног протока и лево-десног шанта циљ су одржавање нормалног односа плућног и системског протока и потпора функције комора. У том смислу неопходно је спречити повећање системског отпора, одржавати ПВР и применити инотропе.

Вентилација

Код болесника са смањеним плућним протоком крви овај проток је додатно смањен код вештачке вентилације. Као резултат повећања тог мртвог простора мреже угљен-диоксида на крају експиријума има предност над артеријским $PaCO_2$. Интраваскуларни волумен и функција комора се морају одржавати током вентилације позитивним притиском.

Код болесника с повећаним плућним протоком повишен плућни отпор, едем, некомплијантна плућа и повишен отпор у дисајним путевима компликују вентилацију. Адекватна вентилација позитивним притиском није могућа без пораста притиска у тораксу. Најбоља стратегија за повећање плућног протока је вероватно скраћивање инспиријума уз повећање вршног инспираторног притиска [3].

Инсуфицијенција срца

Знаци инсуфицијенције срца се могу први пут појавити током операције смањењем срчане перфузије, губитком сигнала за оксиметрију, смањеном сатурацијом кисеоником, системском хипотензијом, олигуријом и метаболичком ацидозом. Терапију треба усмерити ка узроку (аритмија – антиаритмици, преоптерећење течностима – инотропи). Не треба давати депресоре миокарда. Смањење *afterload*-а погоршава хипоксемију код десно-левог шанта.

Болесници са коригованом УСМ могу и даље бити у опасности од аритмија због заосталих анатомских промена или хируршке повреде. Стога треба опрезно користити лекове који су аритмогени (халотан) или успоравају нодалну проводљивост (синтетски наркотици).

Уз висок централни венски притисак и висок притисак у плућној артерији јавља се и тешка инсуфицијенција десне стране срца. Примена алфа-агониста ради подизања системског перфузионог притиска погоршава плућну хипертензију. Примена вазодилататора ради смањења притисака у плућима доводи до системске хипотензије. Најкориснији су инотропи са бета-адренергичним дејством (добутамин, адреналин) и инхибитори фосфодиестеразе – милринон и амринон.

ИЗБОР ЛЕКОВА

Инхалациони анестетици

Увод у анестезију инхалацијом је успорен код десно-левог шанта (што је ретко проблем), док се код лево-десног скоро и не мења [10]. Промене су пропорционалне величини шанта и значајније су код нерастворљивих гасова (оксидул), док се код растворљивих инхалационих анестетика (халотан) мање запажају. Код око 50% деце са нормалном кардиоваскуларном функцијом током увода у анестезију могу се развити хипотензија и брадикардија услед незрелости кардиоваскуларног система и смањене кардиореспираторне резерве. Увод у анестезију може довести до погоршања недијагностикованих УСМ (пролапс митралне валвуле), аритмија и колапса [4].

Инхалациони анестетици имају директно депресивно дејство на миокард, изазивају аритмије и смањују системски васкуларни отпор. Депресивна функција подразумева ограничавање инфлуksа калцијума кроз сарколему и саркоплазматски ретикулум. Чак и код здраве деце током увода у анестезију халотаном или изофлураном ејекциона функција се смањује за 38% [4]. Код једноставних УСМ инхалациони анестетици не мењају степен лево-десног шанта, што се не може рећи за комплексне УСМ са десно-левим шантом.

Изофлуран има мањи директан депресивни ефекат на миокард од халотана, мање повећава осетљивост на катехоламин и не делује на систем провођења [4]. Он одржава срчани индекс и ејекциону фракцију, повећава брзину рада срца и смањује системски васкуларни отпор.

Севофлуран је безбедан за увод у анестезију код већине УСМ. Има мањи депресивни ефекат и мање је аритмоген.

Десфлуран није погодан за увод у анестезију јер изазива смањење СВР у зависности од дозе и умерено депримира миокард [11]. Такође изазива стимулацију симпатикуса (тахикардија, хипертензија) при већим концентрацијама (6%), што може бити штетно код тетралогиче Фало, али се може користити за одржавање анестезије код УСМ.

Азот-оксидул може повећати евентуални емболус ваздуха и хемодинамске ефекте осталих инхалационих анестетика [12]. Код одраслих болесника је показано да смањује минутни волумен срца и системски артеријски притисак. Такође доводи до тахикардије и повећава плућни васкуларни притисак, посебно када је већ повишен, што може бити штетно код деце са десно-левим шантом, смањеним плућним протоком и плућном хипертензијом. Азот-оксидул не повећава ПВР код мале деце. Ипак, код примене N_2O , када се не може дати чист кисеоник, засићеност кисеоником код деце са цијанозом се не смањује јер FiO_2 на њу нема много ефекта. Међутим, болести плућа доводе до артеријске десатурације код ових болесника, што је онда контраиндикација за примену оксидула.

Интравенски анестетици

Брзина и доза *i.v.* примењеног анестетика су важнији од његове врсте. Код брзе примене уобичајених доза ових лекова, уколико постоји десно-леви шант, може доћи до њихове веома високе концентрације у артеријма, срцу и мозгу која је пролазна. Разлог је то што је заобиђено мешање, преузимање и метаболизам у плућној циркулацији.

Фентанил и мидазолам одржавају контрактилност срца, али смањују брзину откуцаја и минутни волумен срца.

Кетамин добро подноси болесна и деца са цијанозом и конгестивном инсуфицијенцијом срца. Он смањује ПВР код одраслих болесника, али не и код деце [11]. Мале *i.v.* дозе (до 2 mg/kg) код деце обично не повећавају ПВР. Међутим, уколико дође до хиповентилације или апнее услед промена у PaO_2 и $PaCO_2$, може се повећати васкуларни притисак у плућима. Код деце са УСМ долази и до малог пораста пулса и артеријског притиска, те одржавања СВР. Кетамин се може безбедно користити за увод у анестезију деце са већином УСМ (укључујући цијаногене), а такође је добар лек код катетеризације срца.

Пропофол смањује систолни притисак и СВР, а повећава системски проток крви. Не делује на пулс, плућни артеријски притисак и проток крви кроз плућа [13]. Код болесника са шантом смањује $Qp:Qs$, што код деце са цијанозом изазива додатну десатурацију [13].

Код деце са УСМ примена великих доза опиоида доводи до одличне кардиоваскуларне стабилности без промена ПВР. Фентанил и суфентанил су потентнији од морфина, који уз то и ослобађа хистамин.

Болусне дозе фентанила ($15\text{--}25\text{ }\mu\text{g/kg}$) не мењају плућну и системску хемодинамику. Алфентанил може изазвати умерену хипотензију и брадикардију.

Ремифентанил се брзо метаболише неспецифичним ткивним естеразама. Делује кратко (3-5 минута) и изазива депресију дисајног тракта. Дobar је аналгетик и не изазива хемодинамске поремећаје, те се може користити код болесника са смањеном кардиореспираторном резервом [14].

Бензодиазепини, а нарочито мидазолам ($0,05\text{--}0,1\text{ mg/kg}$), користе се ради седације.

Етомидаат ($0,3\text{ mg/kg}$) се примењује за увод у анестезију болесника са смањеном кардиореспираторном резервом. Споредни ефекти су болна инјекција, спонтани покрети, штучање, миоклонус и депресија стероидогенезе (код континуиране инфузије).

Релаксанти

Мишићни релаксанти могу утицати на хемодинамику било ослобађањем хистамина (вазодилатација, бронхоспазам), било утицајем на фреквенцију рада срца.

Панкуронијум има симпатомиметско дејство ако се примени брзо, што понекад може бити пожељан ефекат

(код деце са фиксираним ударним волуменом). Уколико се примени споро, овога ефекта нема.

Новији дугоделујући релаксанти доксакуријум и пипекуронијум имају минимални ефекат на хемодинамику.

Метокурин, векуронијум и атракуријум имају занемарљиво дејство и сматрају се хемодинамски „неутралним” лековима.

Уз сукцинилхолин се код УСМ мора дати атропин, да би се спречила брадикардија.

Регионална анестезија

Примена регионалне анестезије код деце са УСМ ефикасније инхибира стресни одговор на операцију него *i.v.* примењени анестетици [11]. Може се дати спинална, епидурална или каудална анестезија, самостално или у комбинацији с општом анестезијом. Код деце се епидурални катетер лако може убацивати кроз сакрококцигеални отвор, 16-18 *cm* до торакалног нивоа [15]. Ризик од епидуралног хематома је мали. Хипотензија је код деце ретка. Катетер се вади по нормализацији вредности коагулационих параметара.

ПОСТОПЕРАЦИОНА АНАЛГЕЗИЈА

Деци са УСМ неопходно је обезбедити одговарајућу постоперациону аналгезију, нарочито код лабилне плућне артеријске хипертензије [3]. Међутим, треба измерити корист од смањене активације симпатикуса и ослобађања катехоламина у односу на смањење СВР [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Strafford MA, Henderson KH. Anesthetic morbidity in congenital heart disease patients undergoing non-cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1991; 75:A1056.
2. Simić D. Kardiovaskularni sistem. In: Simić D. Osnovi dečje anestezije. Beograd: Obeležja; 2005. p.13-18.
3. Lovell AT. Anaesthetic implications of grown-up congenital heart disease. *Br J Anaesth*. 2004; 93:129-39.
4. Yumul R, Emdadi A, Moradi N. Anesthesia for noncardiac surgery in children with congenital heart disease. *Seminars in Cardiothorac Anest*. 2003; 7(2):153-65.
5. Milaković B, Simić D, Marković M. Transfuzija krvi. In: Maksimović Ž, editor. *Hirurgija za studente medicine*. Beograd: CIBIF; 2008. p.127-33.
6. Wilson W, Taubert KA, Gewitz M, Lockhart PB, Baddour LM, Levison M, et al. Prevention of infective endocarditis: guidelines from the American Heart Association: a guideline from the American Heart Association Rheumatic Fever, Endocarditis and Kawasaki Disease Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group. *Circulation*. 2007; 116:1736-54.
7. Telford R, Murphy P. Congenital heart disease and non-cardiac surgery. In: Allman KG, Wilson IH, editors. *Oxford Handbook of Anaesthesia*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2006. p.72-3.
8. Simić D. Neuobičajena oboljenja i stanja i njihov uticaj na anesteziju. In: Simić D. Osnovi dečje anestezije. Beograd: Obeležja; 2005. p.54-58.
9. Hartman GS, Thomas SJ. Valvular heart disease. In: Yao FSY, editor. *Yao and Artusio's Anesthesiology: Problem-Oriented Patient Management*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p.201-232.
10. Laird TH, Stayer SA, Rivenes SM, Lewin MB, McKenzie ED, Fraser CD, et al. Pulmonary to systemic blood flow ratio effects of sevoflurane, isoflurane, halothane and fentanyl/midasolam with 100% oxygen in children with congenital heart disease. *Anesth Analg*. 2002; 95:1200-6.
11. Levin SK, Arslan-Carlon V. Tetralogy of Fallot. In: Yao FSY, editor. *Yao and Artusio's Anesthesiology: Problem-Oriented Patient Management*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p.233-7.
12. Simić D. Fizičko-hemijska svojstva i mehanizam dejstva inhalacionih anestetika. In: Stevanović P, Jović M, Jekić D, editors. *Inhalaciona anestezija. Anesteziološke sveske III*. Beograd: Društvo anesteziologa Srbije; 2005. p.15-33.
13. Williams GD, Jones TK, Hanson KA, Marray JP. The hemodynamic effects of propofol in children with congenital heart disease. *Anesth Analg*. 1999; 89:1411-6.
14. Ross AK, Davis PJ, Dear Gd GL, Ginsberg B, McGowan FX, Stiller RD, et al. Pharmacokinetics of remifentanyl in anesthetized pediatric patients undergoing elective surgery or diagnostic procedures. *Anesth Analg*. 2001; 93:1393-401.
15. Hrnjak D. Značaj primene tehnike kaudalnog bloka u pedijatrijskoj anesteziji [doktorska disertacija]. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu; 1993.

ПОСТОПЕРАЦИОНА МЕХАНИЧКА ВЕНТИЛАЦИЈА ПЛУЋА (МВП)

Постоперациона МВП уз повишен ниво FiO_2 , умерену хипервентилацију, еутермију и благу алкалозу смањује ПВР. МВП позитивним притиском, с друге стране, смањује венски повратак, повећава ПВР и може довести до пнеумоније. Код болесника са цијаногеним УСМ не саветује се продужена МВП. Да би се после операције болесници пребацили на одељење из операционе сале или јединице интензивног лечења, засићеност артеријске крви кисеоником и кардиоваскуларна функција требало би да буду приближне оним од пре операције.

ЗАКЉУЧАК

Анестезиолог се у своме раду среће с различитим врстама УСМ – од безначајних до мана опасних по живот болесника. Анестезија се код деце са УСМ не разликује много, било да је операција кардиохируршка или не. Све хируршке захвате код ове деце, осим неопходно хитних, требало би радити у установама терцијарног нивоа здравствене заштите.

За безбедно извођење анестезије неопходно је добро познавање УСМ и хемодинамских промена до којих доводе. Пре и током операције потребна је оптимизација хемодинамике детета. Проблеми се могу очекивати код болесника после палијативних операција, јер њихова хемодинамика може у великој мери бити измењена. С проценом стања детета и припремом треба почети на време, да би се смањило ризик од могућих компликација уз обезбеђење неопходних консултативних прегледа и добијање мишљења децјег кардиолога.

Anaesthesia for Noncardiac Surgery in Children with Congenital Heart Disease

Dušica Simić¹, Milan Djukić¹, Ivana Budić², Irina Milojević¹, Veljko Strajina³

¹University Children's Hospital, Belgrade, Serbia;

²Clinic for Paediatric Surgery and Orthopaedics, Clinical Centre, Niš, Serbia;

³Institute of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

SUMMARY

Children with Congenital Heart Disease (CHD) presenting for non-cardiac surgery have various physiological and functional abnormalities and thus pose great challenges to the anaesthesiologist. The principles of anaesthesia are to minimize pathophysiological changes which may upset the complex interaction between systemic and pulmonary vascular resistance. Knowledge of the specific cardiac anatomy, familiarity with the modifications of the cardiorespiratory physiology, the awareness of the potential risks of complications for each individual case are mandatory for the choice of the anaesthesia strategy for each patient. During the preoperative assessment, the risk-benefit ratio should be estimated and preoperative plan established in order to optimize the preoperative status. An anaesthesiolo-

gist must also understand pharmacology of drugs being used and should tailor anaesthetic management to the type of surgery. An interdisciplinary team approach is the cornerstone for the safe delivery of anaesthesia to this paediatric patient population. The team should comprise an anaesthesiologist, a paediatric cardiologist, a surgeon, a cardio-surgeon and a neonatologist. This review is meant to explain the classification of congenital heart diseases and to equip the anaesthesiologist with the necessary information about preoperative assessment, anaesthesiology management, monitoring tools important for the safe non-cardiac surgery procedures as well as therapeutic strategies during the postoperative period.

Keywords: anaesthesia; child; heart disease; non-cardiac surgery

Примљен • Received: 21/09/2009

Прихваћен • Accepted: 20/10/2009