

Rok 2024 v přehledu – Kardioanestezie a kardiochirurgická pooperační péče

Michálek P.¹, Říha H.², Kunstýř J.¹, Pořízka M.¹

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. LF UK Praha a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

²Klinika anesteziologie a resuscitace, 1. LF UK Praha a Institut klinické a experimentální medicíny v Praze

Perioperační a pooperační péče u výkonů na srdci a hrudní aortě přináší velkou řadu specifických situací rozdílných od ostatních operačních oborů. Ve většině světových zemí je kardioanesteziologie samostatnou subspecializací. Obecně v moderní kardiochirurgii dochází k tendenci posouvat se k méně invazivním výkonům, s použitím parciálních sternotomií, minitorakotomií, torakoskopií nebo hybridních přístupů za spolupráce s intervenčními kardiology. Tento přehledový článek komentuje novinky v oboru za poslední rok. Jsou diskutována témata miniinvazivní kardiochirurgie, recentní doporučené postupy v perioperační péči, nové lékové studie, aplikace tekutin a krevních derivátů. Samostatná část je věnována komplexní léčbě plicní hypertenze. Dále jsou prezentovány výsledky studií, které se týkají mechanických srdečních podpor, transplantace srdce, pooperační a intenzivní péče u kardiochirurgických nemocných.

Klíčová slova: kardioanestezie, miniinvazivní kardiochirurgie, plicní hypertenze, mechanické srdeční podpory, transplantace srdce, pooperační péče.

Year 2024 in review – Cardiac anaesthesia and postoperative care

Perioperative and postoperative care in cardiac and thoracic aortic surgeries carries a significant number of specific scenarios differing from other surgical specialties. Cardiac anesthesia is an independent sub-specialty in most developed countries. Generally, modern cardiac surgery tends to move towards less invasive procedures such as partial sternotomy, mini-thoracotomy, thoracoscopy, or hybrid procedures in cooperation with interventional cardiologists. This review article comments on the novel information within the last year. The topics of mini-invasive cardiac surgery, recent guidelines in cardiac perioperative care, novel drug studies, and application of fluids and blood products are discussed. A specific part is devoted to the complex management of pulmonary hypertension. The results of studies on mechanical heart support, heart transplantation, and postoperative and intensive care in cardiac surgery patients are also presented.

Key words: cardiac anesthesia, mini-invasive, cardiac surgery, pulmonary hypertension, mechanical heart support, heart transplantation, postoperative care.

Úvod

Perioperační a pooperační péče u pacientů, kteří podstupují operace srdce a hrudní aorty, je spojena s některými situacemi a procedurami, které jsou odlišné od péče v jiných chirurgických oborech. V tomto přehledovém článku jsou prezentovány nejnovější důležité nebo zajímavé informace v této subspecializaci.

Přehled za rok 2023 byl věnován především doporučeným postupům, novým trendům v kardiochirurgii, komplikacím spojeným s kardiochirurgickou operativou, lékovým studiím, novým farmakům, mechanickým podporám oběhu, péči o pacienty s transplantací srdce, monitoraci a laboratorním metodám v kardiochirurgické perioperační péči [1].

Hlavními tématy tohoto přehledu jsou perioperační péče u miniinvazivních kardiochirurgických výkonů, přesun části výkonů na hybridní sály za spolupráce intervenčních kardiologů a chirurgů, perioperační péče u chirurgické léčby plicní hypertenze, mechanické srdeční podpory, transplantační problematika a nové postupy v pooperační i intenzivní péči o kardiochirurgické pacienty.

Metodologie

Autoři článku vybrali manuálně nejzajímavější publikace v oboru kardioanesteziologie a kardiochirurgické pooperační péče od listopadu 2023 do konce října 2024. Preferovali jsme podle pyramidy Evidence

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. Pavel Michálek, Ph.D., MBA, pavel.michalek@vfn.cz

Článek přijat redakcí: 28. 10. 2024

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2024;35(5):281-287

based medicine především metaanalýzy, systematické přehledy, randomizované kontrolované studie a velké kohortní mezinárodní studie. Část přehledu je také věnována mezinárodním doporučeným postupům. Pro výběr článků jsme použili časopisy s tematikou kardioanestezie, obecné anestezie a intenzivní péče s impakt faktorem podle databáze Web of Science (WoS). Použita byla periodika s impakt faktorem bezprostředně se věnující tématu – Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Anesthesiology, Anesthesia and Analgesia, Journal of Clinical Anesthesia, Canadian Journal of Anaesthesia, European Journal of Anaesthesiology, British Journal of Anaesthesia, Anaesthesia, Acta Anaesthesiologica Scandinavica, Minerva Anesthesiologica, BMC Anesthesiology, Anestezologie a intenzivní medicína, Critical Care, Intensive Care Medicine a Resuscitation. Dále byly selektovány články z databáze PubMed v anglickém jazyce s použitím MeSH termínů „cardiac surgery“, „anesthesia“, „perioperative care“, „extracorporeal support“, „heart transplantation“ a odpovídajících Booleanských operátorů.

Guidelines, doporučené postupy

V letošním roce byly vydány doporučené postupy pro provádění ERAS u kardiochirurgických pacientů [2]. Doporučené postupy se zaměřují na následující body: vysoce významné je použití řízené ventilace s nižšími objemy (6–8 ml.kg⁻¹) a PEEP ≥ 5 cmH₂O ke snížení pooperačních respiračních komplikací a systematický screening pooperačního deliria, například pomocí CAM ICU skóre [3] s použitím nefarmakologických postupů jako je zapojení rodiny nebo přísné dodržování cirkadiálního rytmu. Středně významný dopad má stratifikace rizika a skórování pacientů (EUROSCORE II), rutinní použití jícnové echokardiografie, snížení četnosti zavádění plicnicového katétru u pacientů s nižším a středním rizikem, neuromonitorace, použití standardních postupů pro prevenci selhání ledvin, řízené podávání nitrožilních tekutin za monitorace náplně („goal-directed therapy“, GDT), časná mobilizace pacienta se cvičením horních končetin, použití multimodální analgie se snížením dávek opioidů a implementací technik kompartmentových blokad hrudní stěny.

V roce 2024 byly také vydány doporučené postupy pro perioperační péči o oběh u nekardiochirurgických pacientů [4]. Tyto guidelines se zaměřují na předoperační vyšetření včetně testování reakce na fyzickou zátěž, týmový přístup, perioperační ponechání či vysazení chronické medikace, časnou identifikaci, diagnostiku a léčbu perioperačního poškození myokardu a fibrilace síní. U nemocných s nevysvětlitelnou oběhovou nestabilitou by měla být časně použita diagnostika pomocí transtorakální nebo jícnové echokardiografie.

Pracovní skupina EACTS publikovala doporučené postupy na podávání chronických léků v perioperačním období [5]. Důležitý je multidisciplinární přístup. Nejprve by měl každý pacient indikovaný k elektivnímu kardiochirurgickému výkonu mít 7–14 dní před operací zkontrolovanou a zracionalizovanou chronickou léčbu s použitím principu farmakovigilance. Beta blokátory by měly být ponechány, pouze ty s dlouhým poločasem nahrazeny léky s krátkým poločasem. Je prokázáno, že ponechání beta blokátorů snižuje riziko pooperačního vzniku fibrilace síní. ACE inhibitory by měly být vysazeny nebo redukovány

24 h před výkonem, ale opět nasazeny co nejdříve po operaci. Léčba Ca²⁺ blokátory by měla pokračovat perioperačně. Nové je doporučení ohledně aplikace diuretik, která dříve byla vysazována z důvodu rizika hypovolemie a hypotenze. Nyní by měla být diuretika podávána až do dne výkonu. Pro prevenci stresového vředu by měly být preferovány inhibitory protonové pumpy před H₂-antagonisty. Chronická medikace kyselinou acetylsalicylovou v dávce 100 mg denně je bezpečná, nezvyšuje krvácení a neměla by být vysazována. Dále jsou diskutovány specifické postupy u pacientů na různých typech protidestičkových léků a antikoagulancií.

Miniinvasivní kardiochirurgie

Obecným trendem v posledních letech je nahrazovat kardiochirurgické operace ze sternotomie méně invazivními výkony s použitím parciální sternotomie, ministernotomie nebo malých laterálních torakotomií. Ze souhrnu publikovaných prospektivních i retrospektivních studií a metaanalýz vyplývá, že výkony miniinvasivní kardiochirurgie jsou spojeny se zkrácením celkové doby pobytu v nemocnici, ale i se sníženou četností pooperační fibrilace síní, raných komplikací, a množstvím podaných krevních derivátů [6]. V rámci aplikace ERAS v miniinvasivní kardiochirurgii byla publikována kohortní studie 294 pacientů, kteří absolvovali izolovaný výkon na srdeční chlopni z minitorakotomie, 63 % z nich bylo extubováno již na operačním sále [7]. Tito pacienti neměli vyšší mortalitu ani závažnou morbiditu ve srovnání s ostatními, kteří byli extubováni až na pooperační jednotce. Naopak extubace na konci výkonu byla spojena s nižší četností pooperační pneumonie i sníženou spotřebou vazopresorů. Nemocní, kteří podstupují výkony z miniinvasivních přístupů, profitují z nových technik regionální anestezie. Serratus anterior plane block pod ultrazvukovou kontrolou a se zavedením katétru byl spojen s významně nižší intenzitou bolesti i sníženou hladinou stresového hormonu kortizolu ve srovnání s nitrožilní analgezií fentanylem [8]. Ačkoliv standardní metodou zajištění dýchacích cest u kardiochirurgických výkonů je tracheální intubace, některé nové pomůcky mohou být výhodné u kratších výkonů typů resutur nebo při obtížném zajištění dýchacích cest. Jednou z těchto supraglotických pomůcek je i i-gel Plus, jehož použití bylo publikováno v mezinárodní studii u 1 000 pacientů, z nichž malá část byla i kardiochirurgických [9]. Tato pomůcka navíc byla použita jako metoda volby u mimobřišních výkonů cévní chirurgie.

Tým specialistů z Bonnu vytvořil protokol perioperační péče u miniinvasivních kardiochirurgických výkonů [10]. Ten zahrnuje komplexní předoperační vyšetření, zaměřené na vyloučení významné plicní hypertenze a pravostranného srdečního selhání a také na zhodnocení průchodnosti jícnu a případných obtíží při zavedení sondy pro jícnovou echokardiografii. V perioperačním období je kladen důraz na šetrný úvod do anestezie, hladkou separaci dýchacích cest s efektivním kolapsem levé nebo pravé plice podle potřeby, monitoraci pomocí TEE, NIRS, BIS a invazivní hemodynamiky. Kanylace je vždy prováděna za kontroly ultrazvukem a TEE k umístění konců kanyl. Metodou volby léčby pooperační bolesti je multimodální přístup s malými dávkami opioidů a využitím technik regionální anestezie hrudní stěny.

Aplikace vysokých dávek dexamethasonu u výkonů na mimotělním oběhu zůstává kontroverzním tématem. Multicentrická randomizovaná

studie realizovaná v Nizozemí a Austrálii srovnávala pooperační výsledky u 1 951 pacientů, kterým byl aplikován dexamethason 1 mg/kg nebo placebo [11]. Kromě zkráceného pobytu na jednotce intenzivní péče ($p = 0,004$) nebyl prokázán jiný pozitivní účinek dexamethasonu.

Zajímavý přehledový článek se zabývá posunem určitých tradičně kardiochirurgických výkonů do prostředí mimo operační sály [12]. Autoři poukazují na rizika spojená s prací na hybridních sálech a pracovištích intervenční kardiologie, včetně omezeného prostoru, pozdní reakce na komplikace, chyby v komunikaci mezi členy týmu. Vyzdvihují nutnost tvorby protokolů pro perioperační péči u výkonů mimo kardiochirurgický operační sál a také tvorbu týmů pro rychlou odpověď na komplikace (Rapid Response Team, RRT).

Lékové studie, podání tekutin a krevních derivátů

Opět po několika letech byla provedena velká studie zkoumající vliv typu anestezie na pooperační morbiditu a mortalitu u kardiochirurgických pacientů [13]. V souboru bylo 3 123 pacientů randomizovaných k totální nitrožilní anestezii (TIVA) nebo doplňované anestezii s použitím inhalačních anestetik sevofluranu nebo desfluranu. Primárním cílem byla četnost závažných komplikací včetně smrti. Rozdíl mezi oběma skupinami byl statisticky nevýznamný, podobné byly i výsledky sekundárních cílů studie – 6měsíční a jednorocní mortalita, délka trvání umělé plicní ventilace, pobytu na JIP, v nemocnici i celková cena léčby.

Goal-directed aplikace tekutin může být prováděna podle různých monitorovacích metod. Zajímavou variantou je použití bioimpedanční spektroskopické analýzy (BIA), která měří množství extracelulární tekutiny a celkové tělesné tekutiny, čímž pomůže vypočítat celkový deficit tekutiny v těle [14].

Podle metaanalýzy publikovaných studií je nitrožilní podání železa před kardiochirurgickou operací účinným postupem ke zvýšení hladiny hemoglobinu a snížení množství podaných krevních derivátů v perioperačním a pooperačním období [15].

Chirurgická léčba plicní hypertenze

V letošním roce oslavilo expertní centrum pro léčbu plicní hypertenze ve VFN Praha 20 let trvání. Za tuto dobu bylo provedeno více než 500 endarterektomií arteria pulmonalis. Plicní hypertenze (PH) je závažné onemocnění nově definované zvýšenou střední hodnotou plicního tlaku v klidu nad 20 mmHg (starší definice používala hodnotu 25 mmHg) a může se vyskytovat u celé řady různých typů onemocnění, jako jsou kardiovaskulární, pneumologická, revmatologická a další [16]. PH postihuje přibližně 1 % populace a přes nespochybnitelný pokrok v diagnostice i léčbě je dlouhodobá perspektiva těchto nemocných nepříznivá. Na poli léčby PH bylo za poslední desetiletí dosaženo značného pokroku a samozřejmě došlo k řadě změn v postupech i farmakoterapii. Recentní souhrnná práce se zabývá současnou praxí v této oblasti a zdůrazňuje novinky v oboru [17]. V echokardiografické diagnostice PH je nově přidaným parametrem, který reflektuje propojení pravé komory a plicní tepny poměr TAPSE a systolického tlaku v plicnici $< 0,55$ mm/mmHg. Důraz je kladen na časnou diagnostiku, kterou umožňují screeningové programy u vysoce rizikových paci-

entů (například program DETECT u pacientů se sklerodermií). Zlatým standardem v diagnostice PH zůstává pravostranná katetrizace, která by měla probíhat ve specializovaných centrech za standardizovaných podmínek, aby poskytla kompletní obraz o hemodynamice plicní cirkulace. Přesnost zajišťuje nulování v midaxilární čáře a měření v end-expiriu. Pro měření srdečního výdeje by měl být použit Fickův princip. U pacientů s idiopatickou, vrozenou nebo drogami indukovanou PH by měl být proveden test vazoreaktivity, který odhalí vazorespondéry, kteří mohou být léčeni vysokými dávkami blokátorů Ca^{2+} kanálů. Tento test se provádí pomocí inhalace NO nebo iloprostu. Léčba PH je převážně farmakologická, s výjimkou chronické tromboembolické plicní hypertenze (CTEPH) – 4. skupina.

U pacientů s chronickou tromboembolickou plicní hypertenzí (CTEPH, 4. skupina) jsou naopak některé léky na PAH doporučovány jako jeden z pilířů léčby (samostatně nebo v kombinaci s balonkovou angioplastikou –, BPA a chirurgickou plicní endarterektomií – PEA). Na základě studie CHEST je doporučeno podání riociguatu (úroveň evidence I – je indikován) nebo treprostinilu (indikace IIb – může být zvážen) u nemocných s mikrovaskulárním postižením, nevhodných k PEA nebo s perzistující PH po PEA. V každodenní klinické praxi je běžná kombinace obou léků což je podpořeno některými daty, např. ze studie MERIT-1 [18]. PEA je u operabilních pacientů s CTEPH metodou volby pro signifikantní snížení mortality [16].

V Evropě je ročně provedeno přibližně 1,7 PEA na 1 milion obyvatel, v USA je toto číslo nižší a činí okolo 0,9 PEA na 1 milion obyvatel. Jednotlivé země se liší podle toho, jak k léčbě CTEPH přistupují. V Evropě podstupují pacienti s CTEPH častěji operaci než v USA a v Japonsku je nejčastějším způsobem léčby BPA. Práce japonských autorů srovnávala výsledky PEA a BPA v místní populaci [19]. Autoři prospektivně srovnali výsledky obou typů léčby u 1 270 nemocných ze 35 japonských center, léčených v posledních 5 letech (srpen 2018 až červenec 2023). Primárním cílem byla incidence morbidity a mortality, sekundárními cíli byly změny ve funkční třídě NYHA, šestiminutovém testu chůze, hladině BNP, srdečním indexu a plicní hemodynamice. Nepřekvapivě a z celosvětového hlediska unikátně, vzhledem k zemi původu článku, byla, BPA zvolena častěji než chirurgický přístup (84 : 16 % u nemocných na léčbě a 81 : 19 % u dosud neléčených) a ti, kteří ji podstoupili byli starší (medián věku, BPA vs. PEA: $66,5 \pm 12,6$ let vs. $62,5 \pm 11,8$ let; $p = 0,028$), BPA měla srovnatelnou morbiditu a mortalitu jako PEA (5letá morbidita a mortalita, BPA vs. PEA: 10,2 % [95% CI: 5,2–19,5 %] vs. 16,1 % [95% CI: 4,3–50,6 %] u dosud neléčených pacientů; 9,7 % [95% CI: 6,7–13,8 %] vs. 6,9 % [95% CI: 2,7–17,3 %] u nemocných na léčbě) a pooperační plicní hemodynamické parametry, stejně jako zátěžová data byly srovnatelné u pacientů podstupující jeden či druhý způsob léčby. Autoři tedy uzavírají svůj článek konstatováním, že BPA prováděná ve specializovaných centrech s velkou zkušeností může být stejně efektivní volbou jako PEA.

Durrington et al. se zabývali komplexním přístupem a systematickým sledováním nemocných po akutní plicní embolii (APE) s cílem včas diagnostikovat CTEPH a její rizikové faktory [20]. Retrospektivní práce s daty z registrů zahrnuje desetileté období (2010–2020) a byli do ní zahrnuti nemocní sledovaní v expertní Ambulanci po APE v Sheffieldu

(s 554 600 obyvateli) a rovněž ti, u kterých byla diagnostikována CTEPH ve Specializovaném centru pro plicní hypertenzi také v Sheffieldu (se spádem přibližně 15–20 milionů obyvatel), kam jsou referováni pacienti s podezřením na PH. Primárním cílem práce bylo zhodnotit dopad pravidelného sledování po prodělané APE v expertním centru s velkým spádem na péči o CTEPH pacienty a zároveň zhodnotit, zda tento přístup může zvýšit frekvenci nově diagnostikovaných případů CTEPH po APE. Během sledování, zahrnujícího laboratorní i multimedialní zobrazovací metody, byla u 1 956 pacientů po APE diagnostikována CTEPH v ambulanci u 41 nemocných s dvouletou kumulativní incidencí 2,1 %. Pacienti, diagnostikovaní v ambulanci měli kratší dobu trvající symptomy ($p < 0,01$), lepší toleranci zátěže ($p < 0,05$) a méně závažnější plicní hemodynamiku ($p < 0,01$) než ti, kteří byli odesláni do Specializovaného centra již se suspektní plicní hypertenzí. Četnost stanovení diagnózy CTEPH byla signifikantně vyšší u rezidentů Sheffieldu (13,2 na 1 milion obyvatel za rok) než u nerezidentů této aglomerace (3,9–5,2 na 1 milion obyvatel za rok). Obdobně četnost PEA u rezidentů Sheffieldu byla také signifikantně vyšší (3,6 na 1 milion obyvatel za rok), než u nerezidentů (1,7–2,3 na 1 milion obyvatel za rok). Autoři uzavírají článek s konstatováním, že pečlivé sledování nemocných po APE v reálném životě pomůže identifikovat nemocné s CTEPH v časnějším stadiu a rovněž zvyšuje frekvenci PEA. Absenci významných přechodných rizik žilního tromboembolismu, CT známek plicní hypertenze (rozměr plicnice ≥ 30 mm, hypertrofie výtokové části pravé komory ≥ 6 mm a poměr velikosti pravé a levé komory ≥ 1) a CT známek chronického tromboembolismu (dilatované bronchiální tepny, arteriální síť či pruhy, oslabené nebo uzavřené cévy a mozaikovitý obraz perfuze parenchymu) v době diagnózy APE považují autoři za rizikové faktory následné diagnózy CTEPH.

Mechanické podpory, transplantace srdce

Mezinárodní prospektivní multicentrická studie DanGer Shock (Danish-German Cardiogenic Shock) analyzovala údaje od 355 pacientů (screening zahrnul 1 211 pacientů) s akutním infarktem myokardu s elevacemi ST segmentu (STEMI), a to v různých stadiích kardiogenního šoku podle klasifikace SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions), kteří byli randomizováni k zavedení krátkodobé mechanické podpory oběhu Impella CP® (Abiomed, Danvers, MA, USA) spolu se standardní léčbou anebo pouze ke standardní léčbě [21]. Primárním výsledným ukazatelem bylo úmrtí z jakékoliv příčiny po 180 dnech od randomizace. Ve skupině pacientů, kterým byla ke standardní léčbě navíc zavedena mechanická podpora oběhu, byl tento ukazatel – v porovnání se skupinou pacientů léčených pouze standardně – významně nižší (45,8 vs. 58,5 %; 95% interval spolehlivosti 0,55–0,99). Studie tímto prokázala přínos krátkodobých mechanických podpor oběhu u pacientů v kardiogenním šoku na podkladě STEMI. Je to první přesvědčivá studie od studie SHOCK publikované v roce 1999, která prokázala přínos časně revaskularizace u pacientů s akutním infarktem myokardu (IM). Studie DanGer Shock přinesla i další zajímavé údaje. Všichni pacienti podstoupili perkutánní koronární intervenci, přičemž čas od přijetí do intervence (admission-balloon inflation time) byl 58 vs. 45 min. Mortalita po 6 měsících byla také nižší u pacientů

s mechanickou podporou oběhu. Mortalita v případě standardní léčby byla dokonce vyšší než mortalita revaskularizovaných pacientů ve výše zmíněné studii SHOCK. Použití mechanické podpory oběhu bylo ovšem spojeno s vyšším výskytem nežádoucích příhod (24 vs. 6,2 %). Důležité je také zmínit eskalaci mechanické podpory oběhu, která byla nutná u 15,6 % pacientů s iniciálně zavedenou mechanickou podporou a u 21 % pacientů léčených standardně. Studie měla relativně přísná zařazovací kritéria. Pacienti po návratu spontánní cirkulace po mimonemocniční srdeční zástavě, u kterých přetrvával komatózní stav, nebyli do studie zařazeni.

U pacientů s kardiogenním šokem na podkladě akutního IM je důležitým faktorem načasování zavedení krátkodobé mechanické podpory oběhu. Buda et al. retrospektivně zhodnotili údaje z několika národních databází v USA z období let 2016–2020 [22]. Identifikovali 294 839 pacientů s kardiogenním šokem při akutním IM; u 37 % (109 148 pacientů) byla použita krátkodobá mechanická podpora oběhu, nejčastěji intraaortální balonková kontrapulzace, o něco méně Impella (Abiomed, Danvers, MA, USA) a v nejmenším počtu případů veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace. Časné zavedení bylo definováno jako < 24 h od přijetí do nemocnice. Celková hospitalizační mortalita pacientů s kardiogenním šokem na podkladě akutního IM byla 35,5 %. I když samotné zavedení krátkodobé mechanické podpory oběhu neovlivnilo přežívání pacientů, v porovnání s pozdním zavedením bylo časné zavedení (73,2 % pacientů) spojeno s nižší mortalitou, kratší dobou hospitalizace (7 vs. 15 dní) a menším výskytem ischemických a krvácivých komplikací.

Studie DOT-HM3 (Direct Oral Anticoagulant Therapy with the HeartMate 3 LVAD) se zaměřila na antikoagulaci pacientů s dlouhodobou mechanickou srdeční podporou HeartMate3 (Abbott, Abbott Park, IL, USA). Cílem bylo porovnat apixaban (přímé orální antikoagulanty) se standardním warfarinem [23]. Ve studii bylo randomizováno 45 pacientů: 14 pacientů užívalo warfarin s aspirinem, 15 pacientů apixaban s aspirinem a 16 pacientů pouze apixaban. Primární analýza po 3 měsících nezachytila žádné tromboembolické příhody a finální analýza po 6 měsících potvrdila bezpečnost apixabanu (tzn. klinický průběh bez trombózy čerpadla, závažné cévní mozkové příhody a významného krvácení).

V letošním roce byl v Texas Heart Institute v Houstonu (TX, USA) použit nový typ kompletního a plně implantabilního umělého srdce (TAH, total artificial heart) BiVACOR® [24]. Tato mechanická srdeční podpora představuje v oblasti TAH posun paradigmatu od krevních čerpadel, která využívají k přesunu krve pohyb flexibilní membrány, k čerpadlům založeným na elektromagneticky poháněném a magneticky levitujícím rotoru. Zařízení může generovat srdeční výdej až 12 l/min a je vhodné pro pacienty s tělesným povrchem $> 1,4$ m². Představuje v této oblasti důležitou inovaci, i když TAH nejsou implantována příliš často. Nejčastější indikací je most k transplantaci srdce u pacientů s velmi těžkým biventrikulárním srdečním selháním.

Transplantace srdce je standardním léčebným postupem u vhodných pacientů v terminální fázi chronického srdečního selhání. Počet dárců orgánů je omezený, proto je snahou využívat srdeční štěpy nejenom od dárců po mozkové smrti (DBD, donation after brain death),

ale i od dárců po nevratné zástavě cirkulace (DCD, donation after circulatory death). K zotavení srdečního štěpu po fázi teplé ischemie jsou v těchto případech používány dvě strategie, a to buď přímý odběr štěpu s následnou ex vivo perfuzí v zařízení Organ Care System (OCS™) TransMedics (TransMedics, Andover, MA, USA), anebo normotermická regionální perfuze DCD dárce (tzn. s vyřazením cerebrální cirkulace) s následným standardním odběrem srdečního štěpu a jeho transportem za hypotermických podmínek. Rozsáhlá analýza databáze UNOS (United Network for Organ Sharing) v USA z období 4 let (2019–2023) zahrnuje 918 ortotopických transplantací srdce (OTS) s DCD štěpem [25]. Přímý odběr štěpu s jeho následnou ex vivo perfuzí byl využit u 622 (68 %) odběrů, normotermická regionální perfuze pak v 296 (32 %) případech. Analýza prokázala, že odběr štěpu z DCD dárce s použitím normotermické regionální perfuze je spojen s lepším krátkodobým přežíváním po OTS (poměr rizik [hazard ratio] 0,39; 95% interval spolehlivosti 0,22–0,70). Je zajímavé, že v centrech s velkou zkušeností nebyl tento rozdíl zaznamenán. Další analýza 118 OTS s využitím srdečního štěpu z DCD dárců nenašla rozdíl v těžké dysfunkci štěpu 24 h od OTS (definované jako zavedení extrakorporální membránové oxygenace) mezi oběma odběrovými strategiemi [26]. Závěry obou analýz poukazují na nezbytnost provést další (ideálně prospektivní) studie, jejichž výsledky by mohly prokázat, zda je některá strategie odběru srdečního štěpu z DCD dárců lepší.

Pooperační a intenzivní péče

Multidisciplinární koncept ERAS se promítá i do pooperační péče u kardiochirurgických pacientů. Recentní práce analyzovala všechny randomizované studie, které používají „ERAS-like“ protokoly v kardiochirurgii. Tato metaanalýza zahrnovala 13 randomizovaných studií s 1 704 pacienty, z toho 850 ve skupině „ERAS-like“ protokolů a 854 ve skupině standardní péče. V této studii nebyl nalezen významný rozdíl v nemocniční mortalitě mezi ERAS a standardní péčí, nicméně ERAS byl spojen se zkrácením pobytu na JIP a v nemocnici, stejně jako se snížením některých, zejména neurologických komplikací jako je incidence cévní mozkové příhody. Práce však zároveň identifikovala významnou heterogenitu použitých studií a neplnění celkového rámce ERAS protokolů, což vyžaduje další randomizované studie [27].

Další důležitou oblastí v péči po kardiochirurgickém výkonu je pooperační sedace a analgezie. Různé protokoly pooperační sedace mohou ovlivnit klinické výsledky pacientů, nicméně zatím chyběla komplexní analýza této strategie. Studie německých autorů zkoumala, zda lze adekvátní pooperační sedaci docílit pomocí volatilních anestetik [28]. V rámci prospektivní randomizované studie byly pacienti rozděleni do skupin s volatilní sedací a sedací propofolem. Výsledky ukázaly, že pacienti s volatilní sedací měli časnější extubaci (91 ± 39 min vs. 167 ± 77 min) a dřívejší probuzení (86 ± 28 min vs. 151 ± 71 min). Významné rozdíly v komplikacích mezi skupinami nebyly zaznamenány. Volatilní sedace se tak ukázala jako bezpečná a efektivní technika pro urychlení zotavení u pacientů po operaci chlopní. Následně v recentním systematickém přehledu zahrnujícím 18 studií se 1 652 pacienty byly analyzovány různé režimy sedace ve vztahu ke klinickým výsledkům [29]. Kombinace dexmedetomidinu a ketaminu a použití sevofluranu

významně zkracovaly dobu umělé plicní ventilace ve srovnání s propofolem. Dexmedetomidin s ketaminem zkrátil pobyt na JIP a sevofluran pobyt v nemocnici. Tato zjištění naznačují, že dexmedetomidin a ketamin jsou vhodnější volbou pro sedaci po kardiochirurgii, s nižším výskytem vedlejších účinků.

Studie zaměřující se na pooperační analgezii zkoumala, zda blokáda superficiálního parasternálního mezižebního prostoru (SPIP) s programovaným intermitentním bolusem ropivakainu podávaným katétrek může snížit spotřebu opioidů a současně poskytnout lepší analgezii po dobu delší než 48 hodin po výkonu [30]. V této dvojitě zaslepené, randomizované a placebem kontrolované studii bylo 60 pacientů náhodně rozděleno do skupiny ropivakainu nebo placeba. Skupina s ropivakainem vykázala výrazně nižší spotřebu morfinu během prvních 48 hodin (25,34 mg vs. 76,28 mg, $p = 0,002$) a nižší hodnoty skóre bolesti ve všech hodnocených časových bodech. Rovněž byla zaznamenána nižší incidence nevolnosti a zvracení, účinnější pohybová a dechová rehabilitace a vyšší spokojenost s analgezií ve srovnání s placebem.

Velmi obávanou neuropsychiatrickou komplikací zhoršující klinické výsledky pacientů zůstává pooperační delirium. Studie čínských autorů zkoumala, zda předoperační kognitivní trénink snižuje výskyt deliria [31]. V rámci randomizované studie na 208 pacientech, provedené ve třech nemocnicích v Číně, podstoupila část pacientů před operací trénink zaměřený na zlepšení paměti, představitosti, reakčního času a dalších kognitivních funkcí. Výsledky ukázaly, že pacienti s tréninkem měli signifikantně nižší pravděpodobnost výskytu a délky trvání deliria. Jiná studie zkoumala vliv rodinné intervence na výskyt pooperačního deliria a klinické výsledky u pacientů po operaci srdečních chlopní [32]. V randomizované kontrolované studii bylo 80 pacientů rozděleno do dvou skupin: kontrolní skupina dostávala běžné návštěvy na JIP a experimentální skupina zahrnovala intenzivnější rodinné návštěvy s aktivní participací na zvládnutí delirantních stavů. Výsledky ukázaly, že pacienti v experimentální skupině měli nižší výskyt deliria a kratší pobyt na JIP. U rodinných příslušníků byla zaznamenána celkově vyšší spokojenost s péčí, nižší míra úzkosti a depresí. Rodinná intervence by tak mohla být součástí běžné péče delirantních pacientů na JIP. Další studie zkoumala, zda preventivní, noční infuze dexmedetomidinu zlepši spánek a sníží výskyt deliria u pacientů po kardiochirurgickém výkonu [33]. Do studie bylo zařazeno 331 pacientů ve věku 65 let a více, kteří byli náhodně rozděleni na skupinu s dexmedetomidinem a placebem. Výsledky ukázaly, že výskyt deliria nebyl mezi oběma skupinami významně odlišný (12,6 % vs. 12,4 %), nicméně u pacientů s dexmedetomidinem bylo více případů dokumentované hypotenze. Po 3 měsících byly funkční výsledky mezi oběma skupinami podobné.

Akutní poškození ledvin (AKI) je častou komplikací po kardiochirurgickém výkonu, způsobenou zejména sníženou perioperační perfuzí ledvin. Intravenózní podání aminokyselin může zvýšit průtok krve ledvinami, nicméně jejich účinnost v prevenci AKI po operaci srdce nebyla jasná. V mezinárodní studii bylo 3 511 pacientů randomizovaně rozděleno do skupin s perioperační 3denní infuzí aminokyselin nebo placeba [34]. AKI se vyskytlo u 26,9 % pacientů s infuzí aminokyselin a u 31,7 % s placebem, což znamenalo snížení rizika o 15 %. Závažná AKI (stupeň

3 dle KDIGO) byla rovněž méně častá ve skupině s aminokyselinami (1,6 % oproti 3,0 %). Studie tak ukázala, že podání aminokyselin může snižovat výskyt AKI po kardiochirurgickém výkonu.

Obecně jakýkoliv kardiochirurgický výkon s použitím mimotělního oběhu vyvolává silný oxidativní stres a indukuje rozvoj systémové zánětlivé odpovědi, které mohou negativně ovlivnit plicní funkce po operaci. Cílem studie srbských autorů bylo zjistit, zda vysoké dávky vitamínu C (200 mg/kg/24 h), podávané do 48 hodin od začátku operace, mohou snížit výskyt a závažnost pooperačních plicních komplikací u kardiochirurgických pacientů [35]. Studie zahrnovala 150 pacientů rozdělených do kontrolní skupiny A (n = 75) a intervenční skupiny B (n = 75). Skupina B dostala během operace čtvrtinu denní dávky vitamínu C rozdělenou do tří částí, zatímco skupina A obdržela stejný objem fyziologického roztoku. Po operaci pokračovala aplikace vitamínu C v infuzích každých 6 hodin po dobu 48 hodin. Výsledky ukázaly, že výskyt a závažnost plicních komplikací byla v intervenční skupině B významně nižší (13,3 % vs. 60 %, $p < 0,001$). Pacienti v intervenční skupině měli rovněž lepší renální funkce, kratší pobyt na JIP, nižší počet readmisí a hospitalizační mortalitu. Nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky spojené s podáváním vitamínu C. Autoři uzavírají, že vysoké dávky vitamínu C podávané po kardiochirurgii jsou bezpečné a účinné při snižování výskytu a závažnosti plicních komplikací, nicméně rozhodně uznávají, že je zapotřebí verifikace těchto výsledků v multicentrické studii.

Klasifikace šoku podle SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions) se ukázala jako účinný nástroj pro stratifikaci rizika mortality v různých kohortách kardiovaskulárních pacientů. Recentní německá studie retrospektivně analyzovala rozsáhlý soubor 26 792 pacientů přijatých na JIP po kardiochirurgickém zákroku v letech 2012 až 2022 [36]. Pacienti byli klasifikováni do pěti stupňů šoku (A až E) dle SCAI na základě údajů z elektronických zdravotních záznamů. Bylo také zkoumáno pozdní klinické zhoršení jako další rizikový faktor. Studie zjistila, že s vyšší závažností cirkulačního šoku podle SCAI stoupala jak mortalita (od 0,4 % u stupně A po 30,2 % u stupně E), tak rovněž výskyt pooperačních komplikací a orgánových dysfunkcí. V multivariantské analýze byl každý vyšší stupeň spojen se zvýšenou nemocniční mor-

talitou, stejně jako se zvýšeným rizikem pozdního klinického zhoršení. Klasifikace šoku podle SCAI tak prokázala silnou schopnost predikovat mortalitu a mohla by být užitečným nástrojem jak v rutinní pooperační péči, tak ve výzkumu na poli kardiochirurgie [36]. Další hemodynamická pilotní studie zkoumala účinky angiotenzinu-II (AT-II) na renální stres u pacientů s vazoplegickým syndromem [37]. Do studie bylo zařazeno 64 pacientů, z nichž 31 dostávalo AT-II a 32 placebo. Primárním cílem bylo zjistit, zda AT-II zvyšuje renální stres a poškození měřené specifickými biomarkery. Výsledky ukázaly, že mezi skupinami AT-II a placebem nebyl významný rozdíl ve stresu ledvin, nicméně pacienti s AT-II potřebovali méně tekutin a nižší dávky noradrenalinu. Závažné nežádoucí události byly srovnatelné mezi skupinami. Studie tak podporuje další výzkum AT-II jako potenciálního vazopresoru u kardiochirurgických pacientů.

Studie italských autorů se zaměřila na přesnost prokalcitoninu (PCT) jako biomarkeru pro diagnostiku bakteriálních infekcí po kardiochirurgickém výkonu [38]. Byla provedena systematická přehledová studie a metaanalýza, která zahrnovala 10 studií s 2 984 pacienty. Výsledky ukázaly, že optimální prahová hodnota pro PCT je 3 ng/ml, s průměrnou senzitivitou 67 % a specifitou 73 %. V ROC analýze byla plocha pod křivkou (AUC) 0,75. Tyto výsledky naznačují, že by PCT mohl být užitečný k diagnostice infekce, avšak pro potvrzení optimálního prahu jsou zapotřebí další rozsáhlejší, a to hlavně randomizované studie.

Na závěr jiná metaanalýza zkoumala účinnost a bezpečnost koncentráty protrombinu (PCC) při léčbě masivního krvácení u kardiochirurgických pacientů [39]. Celkově bylo zahrnuto 12 studií, které porovnávaly použití PCC s jinými způsoby léčby. Výsledky ukázaly, že použití PCC nebylo asociováno s nižší mortalitou, kratší dobou hospitalizace, snížením celkových krevních ztrát, zvýšeným výskytem tromboembolických událostí, fibrilací síní či infarktu myokardu. Nicméně, podání PCC bylo spojeno se zkrácením doby pobytu na jednotce intenzivní péče, snížením incidence krvácení a v subanalýze zlepšením klinických výsledků u pacientů vyžadujících intraaortální balonovou kontrapulzaci nebo extrakorporální membránovou oxygenaci.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. Předběžné výsledky nebyly prezentovány formou přednášky, posteru nebo abstraktu konference. **Střet zájmů:** Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anestezie a intenzivní medicína, podíl na vytvoření článku: PM – sběr údajů, napsání první verze článku, HŘ – sběr údajů, napsání první verze článku, JK – sběr údajů, revize první verze, napsání finální verze, MP – sběr dat, revize první verze, napsání finální verze. **Financování:** Článek byl podpořen projektem MH CZ-DRO-VFN00064165. **Poděkování:** N/A. **Registrace v databázích:** N/A. **Projednání etickou komisí název komise, registrační číslo:** N/A.

LITERATURA

1. Michálek P, Říha H, Kunstýř J, Pořízka M. Rok 2023 v přehledu – kardioanestezie a kardiochirurgická pooperační péče. *Anest intenziv Med.* 2023;34:234-238.
2. Grant MC, Crisafi C, Alvarez A, Sander M, Zarbock A, Engelman DT, et al. Perioperative care in cardiac surgery: a joint consensus statement by the Enhanced recovery after surgery (ERAS) Cardiac Society, ERAS International Society, and the Society of Thoracic Surgeons (STS). *Ann Thorac Surg.* 2024;117:669-689.
3. Flynn BC, Shelton K. On the 2024 Cardiac Surgical Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) joint consensus statement. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2024;38:1615-1619.
4. Thompson A, Fleischmann KE, Smilowitz NR, de las Fuentes L, Mukherjee D, Aggarwal NR, et al. 2024 AHA/ACC/ACS/ASNC/HRS/SCA/SCCT/SCMR/SVM guideline for perioperative cardiovascular management for noncardiac surgery: a report of the American College of

- Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines. *Circulation.* 2024;150(19):e351-e442. doi: 10.1161/CIR.0000000000001285.
5. Jeppsson A, Rocca B, Hansson EC, Gudbjartsson T, James S, Kaski JK, et al; EACTS Scientific Document Group. 2024 EACTS Guidelines on perioperative medication in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2024 Oct 10;eae355. doi: 10.1093/ejcts/ezae355. Epub ahead of print. PMID: 39385505.
6. Salenger R, Lobdell K, Grant M. Update on minimally invasive cardiac surgery and enhanced recovery after surgery. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2024;37:10-15.
7. Jaquet O, Gos L, Amabili P, Donneau AF, Mendes MA, Bonhomme V, et al. On-table extubation after minimally invasive cardiac surgery: a retrospective observational pilot study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023;37:2244-2251.

8. Saikat S, Shweta S, Somalia M, Dibyendu K, Sushan M. Comparative efficacy of serratus anterior plane block (SAPB) and fentanyl for postoperative pain management and stress response in patients undergoing minimally invasive cardiac surgery (MICS). *Ann Card Anaesth.* 2023;26:268-273.
9. Werner J, Klementova O, Bruthans J, Macoun J, Gaszynski T, Henlin T, et al. Evaluation of the i-gel® Plus supraglottic airway device in elective surgery: a prospective international multicentre study. *Anaesthesia.* 2024; 79: 1284-1291. doi: 10.1111/anae.16401. Epub ahead of print. PMID: 39110995.
10. Piekarski F, Rohner M, Monsefi N, Bakhtiari F, Velten M. Anesthesia for minimally invasive cardiac surgery: the Bonn Heart Center protocol. *J Clin Med.* 2024;13:3939.
11. Myles PS, Dieleman JM, Munting KE, Forbes A, Martin CA, Smith JA, et al. Dexamethasone for cardiac surgery: a practice preference-randomized consent comparative effectiveness trial. *Anesthesiology.* 2024;141:859-869.
12. Samy NK, Taksande K. Revolutionizing cardiac anesthesia: a comprehensive review of contemporary approaches outside the operating room. *Cureus.* 2024;16:e55611.
13. Deng XQ, Yu H, Wang WJ, Wu QL, Wei J, Deng JS, et al. Effect of volatile versus propofol anaesthesia on major complications and mortality after cardiac surgery: a multicentre randomised trial. *Br J Anaesth.* 2024;133:296-304.
14. Kim H, Levy K, Cassiere H, Hansraj A, Huang X, Manetta F, et al. Use of bioimpedance spectroscopy for postoperative fluid management in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2024;38:2661-2667.
15. Hung KC, Chang LC, Ho CN, Hsu CW, Yu CH, Wu JY, et al. Efficacy of intravenous iron supplementation in reducing transfusion risk following cardiac surgery: an updated meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth.* 2024 Sep 26;S0007-0912(24)00547-6. doi: 10.1016/j.bja.2024. 08. 030. Epub ahead of print. PMID: 39332997.
16. Kunstýř J, Lindner J, Jansa P, Michálek P. Perioperační péče o pacienty s chronickou tromboembolickou plicní hypertenzí podstupující plicní endarterektomii – dvacet let zkušeností expertního centra v České republice. *Anest intenziv Med.* 2024;35:168-175.
17. Ntiloudi D, Kasinos N, Kalesi A, Vagenakis G, Theodosios-Georgilas A, Rammos S. Diagnosis and Management of Pulmonary Hypertension: New Insights. *Diagnostics (Basel).* 2024;14:2052.
18. Ghofrani HA, Simonneau G, D'Armini AM, Fedullo P, Howard LS, Jaïs X, et al. Macitentan for the treatment of inoperable chronic thromboembolic pulmonary hypertension (MERIT-1): Results from the multicentre, phase 2, randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Lancet Respir Med.* 2024;12:e21-e30.
19. Masaki K, Hosokawa K, Funakoshi K, Taniguchi Y, Adachi S, Inami T, et al. CTEPH AC Registry Study Group. Outcomes of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after balloon pulmonary angioplasty and pulmonary endarterectomy. *JACC Asia.* 2024;4:577-589.
20. Durrington C, Hurdman JA, Elliot CA, Maclean R, Van Veen J, Saccullo G, et al. Systematic pulmonary embolism follow-up increases diagnostic rates of chronic thromboembolic pulmonary hypertension and identifies less severe disease: results from the ASPIRE Registry. *Eur Respir J.* 2024;63:2300846.
21. Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO et al. Microaxial flow pump or standard care in infarct-related cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2024;390:1382-1393.
22. Buda KG, Hryniewicz K, Eckman PM et al. Early vs. delayed mechanical circulatory support in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2024;13:390-397.
23. Netuka I, Tučanová Z, Ivák P, et al. A prospective randomized trial of direct oral anti-coagulant therapy with a fully magnetically levitated LVAD: The DOT-HM3 study. *Circulation.* 2024;150:509-511.
24. Shah AM. First successful implant of BiVACOR's Total Artificial Heart. *Artif Organs.* 2024;48:1075-1076.
25. Benkert AR, Keenan JE, Schroder JN, DeVore AD, Patel CB, Milano C, et al. Early U.S. Heart Transplant Experience With Normothermic Regional Perfusion Following Donation After Circulatory Death. *JACC Heart Fail.* 2024 Jul 16;S2213-1779(24)00507-9. doi: 10.1016/j.jchf.2024. 06. 007. Epub ahead of print. PMID: 39093259.
26. Pasrija C, DeBose-Scarlett A, Siddiqi HK, DeVries SA, Keck CD, Scholl SR, et al. Donation After Circulatory Death Cardiac Recovery Technique: Single-Center Observational Outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2024 Aug 14;S0003-4975(24)00650-7. doi: 10.1016/j.athorac-sur.2024. 07. 033. Epub ahead of print. PMID: 39151717.
27. Spadaccio C, Salsano A, Pisani A, Nenna A, Nappi F, Osho A, et al. Enhanced recovery protocols after surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized trials in cardiac surgery. *World J Surg.* 2024 Apr;48(4):779-790. doi: 10.1002/wjs.12122. Epub 2024 Feb 29. PMID: 38423955.
28. Flinspach AN, Raimann FJ, Kaiser P, Pfaff M, Zacharowski K, Neef V, et al. Volatile versus propofol sedation after cardiac valve surgery: a single-center prospective randomized controlled trial. *Crit Care.* 2024 Apr 5;28(1):111. doi: 10.1186/s13054-024-04899-y. PMID: 38581030; PMCID: PMC10996161.
29. Hu Q, Liu X, Xiang Y, Lei X, Yu H, Liu L, et al. Comparing different postoperative sedation strategies for patients in the intensive care unit after cardiac surgery: A systematic review of randomized controlled trials and network meta-analysis. *Basic Clin Pharmacol Toxicol.* 2024 Aug;135(2):180-194. doi: 10.1111/bcpt.14043. Epub 2024 Jun 21. PMID: 39004790.
30. Li Q, Liao Y, Wang X, Zhan M, Xiao L, Chen Y. Efficacy of bilateral catheter superficial parasternal intercostal plane blocks using programmed intermittent bolus for opioid-sparing postoperative analgesia in cardiac surgery with sternotomy: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Anesth.* 2024;95:111430.
31. Jiang Y, Xie Y, Fang P, Shang Z, Chen L, Zhou J, et al; CT-LIFE Study Collaborators. Cognitive Training for Reduction of Delirium in Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2024 Apr 17;7(4):e247361. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.7361. PMID: 38652478; PMCID: PMC11040409.
32. Lin L, Peng Y, Huang X, Li S, Chen L, Lin Y. A family intervention to prevent postoperative delirium in patients undergoing cardiac valve surgery: A randomized controlled study. *Heart Lung.* 2024;63:1-8.
33. Huet O, Gargadennec T, Oilleau JF, Rozec B, Nessler N, Bouglé A, et al; EXACTUM and the Atlanrea Study Group. Prevention of post-operative delirium using an overnight infusion of dexmedetomidine in patients undergoing cardiac surgery: a pragmatic, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Crit Care.* 2024 Feb 29;28(1):64. doi: 10.1186/s13054-024-04842-1. PMID: 38419119; PMCID: PMC10902989.
34. Landoni G, Monaco F, Ti LK, Baiardo Redaelli M, Bradic N, Comis M, et al; PROTECT-ON Study Group. A Randomized Trial of Intravenous Amino Acids for Kidney Protection. *N Engl J Med.* 2024 Aug 22;391(8):687-698. doi: 10.1056/NEJMoa2403769. Epub 2024 Jun 12. PMID: 38865168.
35. Karadžić Kočića M, Ristić A, Soldatović I, Lazović D, Čumić J, Grujić M, et al. The Influence of High-Dose Parenteral Vitamin C on the Incidence and Severity of Postoperative Pulmonary Complications in Cardiac Surgery with Extracorporeal Circulation: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients.* 2024 Mar 7;16(6):761. doi: 10.3390/nu16060761. PMID: 38542673; PMCID: PMC10975872.
36. Roeschl T, Hinrichs N, Hommel M, Pfahringer B, Balzer F, Falk V, et al. Systematic Assessment of Shock Severity in Postoperative Cardiac Surgery Patients. *J Am Coll Cardiol.* 2023 Oct 24;82(17):1691-1706. doi: 10.1016/j.jacc.2023. 08. 031. PMID: 37852698.
37. Sadjadi M, von Groote T, Weiss R, Strauß C, Wempe C, Albert F, et al. A Pilot Study of Renin-Guided Angiotensin-II Infusion to Reduce Kidney Stress After Cardiac Surgery. *Anesth Analg.* 2024 Jul 1;139(1):165-173. doi: 10.1213/ANE.0000000000006839. Epub 2024 Jan 30. PMID: 38289858.
38. Nicolotti D, Grossi S, Palermo V, Pontone F, Maglietta G, Diodati F, et al. Procalcitonin for the diagnosis of postoperative bacterial infection after adult cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2024 Feb 7;28(1):44. doi: 10.1186/s13054-024-04824-3. PMID: 38326921; PMCID: PMC10848477.
39. Li JP, Li Y, Li B, Bian CH, Zhao F. Hemostasis using prothrombin complex concentrate in patients undergoing cardiac surgery: systematic review with meta-analysis. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2024;39:e20230076.