

Náš článek po 10 letech: „Awake cardiac surgery“

Pořízka M., Kunstýř J., Lipš M., Strítěský M.

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. LF UK a VFN, Praha

Před deseti lety byly v časopisech *European Journal of Cardiothoracic Surgery* a *Journal of Anaesthesia* publikovány výsledky prospektivní nerandomizované studie zabývající se perioperačním managementem a klinickými výsledky kardiokirurgických pacientů podstupující výkon při vědomí v epidurální anestezii. Tento přehledový článek přináší kritické zhodnocení výsledků práce a dalšího vývoje v této problematice nazíraný s odstupem jedné dekády.

Klíčová slova: kardiokirurgie, hrudní epidurální anestezie, mimotělní oběh, pooperační výsledky.

Our article after ten years: Awake cardiac surgery

Ten years ago, the results of prospective non-randomized study investigating perioperative management and clinical outcome of awake cardiac surgery patients undergoing procedure in sole epidural anaesthesia were published in *European Journal of Cardiothoracic Surgery* and *Journal of Anaesthesia*. This review article provides a critical assessment of the results of this work and further developments in this area, seen from a distance of one decade

Key words: cardiac surgery, thoracic epidural anaesthesia, cardiopulmonary bypass, postoperative outcome.

Stručná charakteristika článku a jeho výsledky

V letech 2005–2009 proběhla na KARIM Všeobecné fakultní nemocnice v Praze prospektivní nerandomizovaná studie zabývající se perioperačním managementem pacientů podstupující kardiokirurgický výkon s mimotělním oběhem (MO) při vědomí, pouze ve vysoké hrudní epidurální anestezii, jako tzv. „awake cardiac surgery“. Výstup studie zahrnovaly 2 práce publikované v roce 2011 v impaktovaných časopisech, a to „Standard blood flow rates of cardiopulmonary bypass are adequate in awake on-pump cardiac surgery“ v *European Journal of Cardiothoracic Surgery* [1] a následně pak „Postoperative outcome in awake on-pump cardiac surgery patients“ v časopise *Journal of Anaesthesia* [2].

Studie se skládala ze dvou fází. Cílem první fáze bylo zjistit, zdali jsou standardní krevní průtoky $2,4 \text{ l/min/m}^2$ MO, původně vypočtené pro celkovou anestezii, dostatečné i pro pacienty podstupující výkon při vědomí v hrudní epidurální anestezii. Hodnoty dostatečných krevních průtoků na MO byly v minulosti vypočteny a otestovány u pacientů v hluboké celkové anestezii, která významně snižuje celotělovou spotřebu kyslíku [3]. Tudíž u pacientů s epidurální blokádou bez vlivu celkové anestezie nemusí tyto standardní průtoky MO vést k dostatečné kyslíkové dodávce. Cílem studie bylo proto zjistit, zdali u pacientů

při vědomí nedochází k rozvoji tkáňové hypoxie a dále tuto skupinu srovnat s pacienty v kombinované epidurální + celkové a čistě celkové anestezii. Čtyřicet sedm pacientů indikovaných k elektivnímu kardiokirurgickému výkonu s použitím mimotělního oběhu bylo po podepsání informovaného souhlasu rozděleno do tří skupin, a to podstupující výkon při vědomí jen v epidurální anestezii doplněné lehkou sedací dexmedetomidinem (skupina TEA, $n = 17$), v kombinované (skupina TEA-GA, $n = 15$) a celkové (skupina GA, $n = 15$) anestezii. K monitoraci dostatečnosti krevních průtoků mimotělního oběhu a adekvátnosti dodávky kyslíku do tkání bylo použito měření koncentrace laktátu v tepenné krvi, kyslíkové saturace hemoglobinu centrální žilní krve a krve z bulbu vnitřní jugulární žíly a parametry acidobazické rovnováhy, a to šestkrát během výkonu u všech skupin pacientů. Jednotlivé studijní skupiny (TEA vs. TEA-GA vs. GA) se mezi sebou nelišily v zásadních demografických, klinických a peroperačních parametrech včetně typu výkonu, kde převládaly náhrady aortální chlopně (67 vs. 60 vs. 60 %, $p = \text{NS}$), následovány prostým aortokoronárním bypassesem (20 vs. 33 vs. 27 %, $p = \text{NS}$). K rozvoji laktátové acidózy nedošlo v žádné ze skupin. Ve skupině TEA v porovnání se skupinami TEA-GA a GA jsme zaznamenali mírně nižší kyslíkové saturace hemoglobinu z centrální žilní krve (67 ± 4 %, 75 ± 11 %, 72 ± 13 %, $p < 0,05$) a z krve jugulárního bulbu během MO (60 ± 7 %, 68 ± 9 %, 75 ± 12 %, $p < 0,05$) a v období

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Michal Pořízka, Ph.D., E.D.I.C., michal.porizka@vfn.cz

Článek přijat redakcí: 17. 6. 2021; Článek přijat k tisku: 31. 8. 2021;

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2021; 32(4–5): 229–233

po jeho ukončení. U skupiny TEA dále došlo na konci výkonu k rozvoji mírné respirační acidózy (PaCO_2 56 ± 10 , 42 ± 8 , 37 ± 4 mmHg, $p < 0,05$; pH $7,23 \pm 0,06$, $7,36 \pm 0,04$, $7,33 \pm 0,05$, $p < 0,05$) a mírnému poklesu arteriální saturace hemoglobinu kyslíkem (93 ± 4 %, 97 ± 2 %, 96 ± 1 %, $p < 0,05$) bez patrných klinických důsledků. Na základě těchto měření nebylo nutno ve skupině TEA přistoupit k navýšení krevních průtoků MO. V závěru studie jsme konstatovali, že standardní krevní průtoky mimotělního oběhu byly adekvátní a poskytly dostatečnou dodávku kyslíku do tkání u pacientů podstupujících kardiochirurgický výkon při vědomí.

Ve druhé fázi studie pak byla analyzována klinická data stejného souboru pacientů z časného a pozdního pooperačního období, včetně nemocniční tříleté mortality. Při srovnání všech tří skupin pacientů (TEA vs. TEA-GA vs. GA) jsme našli nižší incidenci nově vzniklé fibrilace síní u pacientů skupiny TEA v porovnání se skupinou GA (23,5 % vs. 66,7 %, $p < 0,05$). Dále skupiny TEA a TEA-GA měly ve srovnání se skupinou GA nižší skóre bolesti po 24 hodinách od výkonu hodnoceno VAS stupnicí (4 ± 7 , 6 ± 7 , $14,7 \pm 11$, $p < 0,05$) a očekávaně i nižší celkovou dávku morfinu během prvních 24 hodin pooperačně (30 ± 6 µg/kg, 30 ± 6 µg/kg, 250 ± 140 µg/kg, $p < 0,05$). V ostatních zásadních parametrech klinického „outcome“ se skupiny mezi sebou nelišily, a to ani v nemocniční mortalitě (5,9 vs. 0 vs. 0 %, $p = 0,406$), době pobytu na jednotce intenzivní péče (5 ± 2 vs. 5 ± 2 vs. 8 ± 12 dnů, $p = 0,516$) či incidenci respiračních infekcí (0 vs. 0 vs. 6,7 %, $p = 0,406$). Zajímavostí byl trend k nižší spotřebě noradrenalinu ve skupině TEA hodnocené celkovou dávkou spotřebovaného noradrenalinu (36 ± 62 vs. 43 ± 85 vs. 69 ± 72 µg/kg, $p = 0,231$) a incidencí délky trvání noradrenergní podpory nad 48 hodin (5,9 vs. 20 vs. 26,7 %, $p = 0,111$), nicméně bez průkazu statistické signifikance. Studii jsme uzavřeli zjištěním, že metoda výkonu při vědomí nevedla vyjma nižší incidence fibrilace síní a kvalitnějšího tlumení bolesti k zásadnímu zlepšení pooperačních výsledků.

Tehdejší pozadí a znalosti

Celková anestezie byla a je standardem poskytování anestezie u kardiochirurgického výkonu, a to v celé historii tohoto medicínského oboru. Nicméně, v devadesátých letech 20. století se začala jako alternativa k anestezii celkové prosazovat i horní hrudní epidurální anestezie, zejména jako kombinovaná technika s anestézií celkovou [4]. Četné studie tehdy poukazyvaly na mnohé výhody této metody. Mezi ty nejzásadnější patřilo kvalitnější tlumení pooperační bolesti [5], rychlejší pooperační zotavení [5], snížení incidence arytmií [6], myokardiální ischemie [7] a respiračních komplikací po výkonu [8]. Souběžně s touto metodou byla v kardiochirurgii rozvinuta i technika spinální anestezie s intratekální aplikací opioidů, často v kombinaci s lokálním anestetikem či klonidinem [4]. Jednalo se opět o metodu doplňující celkovou anestezii. Nespornými výhodami této techniky byla jednoduchost provedení a kvalitní pooperační analgezie, mezi popisované nežádoucí účinky pak patří zvýšená incidence bradykardie, hypotenze, nauzey či pruritu [9]. Na rozdíl od anestezie epidurální zde však žádná z randomizovaných studií neprokázala signifikantní vliv na snížení pooperačních komplikací [4].

V souvislosti s rozvojem miniinvasivních technik v kardiochirurgii byla rovněž snaha využít i epidurální anestezii k miniinvasivnímu způ-

sobu anestezie. Tzv. „Awake cardiac surgery“ čili kardiochirurgický výkon při vědomí je anesteziologická technika, kdy pacient podstupuje tento výkon v pouhé horní hrudní epidurální blokádě v rozsahu segmentů Th₁–Th₆ bez anestezie celkové, nejvýše doplněné lehkou sedací [10]. Takový pacient má zajištěnu anestezii jen v rozsahu operačního pole, není orotracheálně intubovaný a spontánně dýchá. Anestezie k případnému chirurgickému odběru žilního štěpu z dolních končetin při provedení aorto-koronárního bypassu je řešena cestou prosté infiltrační anestezie lokálním anestetikem. Hlavní myšlenkou při použití této techniky bylo co nejvíce minimalizovat invazivitu perioperačního zajištění pacienta, tedy zejména intubace a umělé plicní ventilace, které mohou být spojeny s výskytem celé řady nežádoucích efektů a komplikací. Mezi ty hlavní patří intubační poranění, rozvoj respirační infekce při prolongované ventilaci [11], barotrauma se vznikem pneumothoraxu [12] a nepříznivé hemodynamické reakce na instrumentaci a manipulaci v dýchacích cestách (odsávání, intubace, extubace), které mohou vést ke zvýšené incidenci myokardiální ischemie [13]. Je nabíledni, že zejména pacienti se závažným plicním postižením, např. s těžkou chronickou obstrukční bronchopulmonální chorobou (CHOPN) či plicní fibrózou by mohli profitovat právě z takovéto anesteziologické techniky [14, 15]. Tato skupina pacientů představuje extrémně rizikovou kohortu kardiochirurgických nemocných s významným perioperačním rizikem komplikací a smrti. Některé studie uváděly vysokou mortalitu 19–50 % [16, 17]. Právě u těchto pacientů se pak orotracheální intubace a následná umělá plicní ventilace může spolupodílet na zvýšené morbiditě a mortalitě [11, 17]. Dalšími potenciálními výhodami výkonu při vědomí jsou všechny výše popsané příznivé efekty hrudní epidurální anestezie popsané v rámci kombinované techniky. Určitý benefit představuje i fakt, že pacient je plně při vědomí, a tudíž jakákoliv změna v jeho neurologickém stavu může upozornit na eventuální mozkovou hypoperfuzi z jakékoliv příčiny (závažná hypotenze, nízký srdeční výdej, embolizační cévní mozková příhoda) [18]. Obecně vzato, hlavním cílem tohoto postupu je minimalizace pooperačních komplikací s dosažením co nejrychlejší mobilizace, rehabilitace a časného propuštění z intenzivní péče a nemocnice.

Na druhou stranu má tato metoda své možné limity a nežádoucí účinky. Patří sem zejména obtížné provedení peroperačního jícnového echokardiografického vyšetření či riziko parézy bránice při nadměrném rozšíření lokálního anestetika v epidurálním prostoru až k úrovni čtvrtého krčního segmentu. Ač se jedná o velmi vzácnou komplikaci s uváděnou incidencí 0,6 %, její vznik může vést k rozvoji respirační insuficience s nutností ventilační podpory [19]. Jako preventivní opatření je v literatuře zmiňována kontinuální aplikace lokálního anestetika do epidurálního katétru [19]. U anxiózních pacientů může vést hyperventilace k nadměrným respiračním exkurzím plic a mediastina, následně s velmi obtížnou proveditelností výkonu po chirurgické stránce [10]. Další častou obavou u výkonu při vědomí představuje riziko aspirace žaludečního obsahu při invazivně nezajištěných dýchacích cestách. Tato komplikace nebyla nicméně nikdy v dostupné literatuře popsána, pravděpodobně jdoucí na vrub plně zachovalých reflexů horních cest dýchacích u lačných pacientů při vědomí či jen mírně sedovaných [10]. Za kontraindikaci použití této techniky je považován akutní výkon bez lačnění, nespolehlivost pacienta, hemodynamická nestabilita,

předpoklad technicky složitý a dlouhý výkon či současné provedení endarterektomie karotidy. Kardiokirurgický výkon při vědomí je technika mimořádně náročná na erudici, sešranost a spolupráci celého operačního týmu. Vzhledem ke komfortu pacienta by měl být výkon proveden co nejrychleji zkušeným kardiokirurgem. Je nutná pečlivá monitorace stavu vědomí, hemodynamiky, krevních plynů, acidobazické rovnováhy s promptní korekcí případných odchylek. Specifickou problematikou je peroperační pneumothorax. Ten by se měl vždy rychle vyřešit případnou drenáží tak, aby se zabránilo rozvoji respirační insuficience [20]. Opatrná sternotomie s použitím oscilační pily místo konvenční vertikální může sloužit jako účinná prevence pneumothoraxu [10]. Za dobu používání „awake cardiac surgery“ v Kardiocentru VFN se vyprofiloval jednak tým, který se této metodě věnoval, a jednak také skupina pacientů, u kterých jsme předpokládali největší profit s nejmenším rizikem komplikací. Patřili sem především nemocní indikovaní k prosté náhradě aortální chlopně s těžkou CHOPN nebo s jiným respiračním onemocněním limitujícím UPV. Při šetrném provedení sternotomie a absenci potřeby odebrat arteria thoracica interna jako štěp téměř nehrozilo otevření pleurální dutiny a vznik pneumothoraxu. Navíc u tohoto typu operace nebyly odebrány ani žilní štěpy, což jinak znamenalo dodatečnou lokální anestezii a diskomfort pacienta.

Historicky první popis této techniky byl zveřejněn Karagozem et al. v roce 2000 [21]. Zpočátku většina publikovaných prací zahrnovala pacienty s nízkým perioperačním rizikem podstupující aortokoronární bypass bez použití mimotělního oběhu [22]. Zanedlouho však následovaly i studie, ve kterých tuto metodu úspěšně absolvovali i vysoce riziková pacienta na MO [14, 18]. Doc. MUDr. Martin Stříteský byl jeden z prvních na světě, kdo metodu výkonu při vědomí na konci 90. let minulého století vyzkoušel a následně zavedl a rozšířil i na našem pracovišti. Naše první zkušenosti s popisem techniky a klinických výsledků byly poprvé publikovány v roce 2004 [23]. Všechny zmiňované studie potvrdily proveditelnost a bezpečnost této metody, mezi hlavní deklarované výhody patřila hlavně nízká incidence pooperačních komplikací a časné propuštění z nemocnice po výkonu. Na druhou stranu se jednalo o čistě observační studie a jakákoliv data srovnávající pooperační výsledky pacientů při vědomí s ostatními druhy anestezie chyběly. Rovněž se žádná z tehdy dostupných studií specificky nezabývala způsobem a bezpečností vedení mimotělního oběhu u pacientů při vědomí, u kterých lze předpokládat zvýšenou celotělovou spotřebu kyslíku při chybějícím vlivu celkové anestezie.

Následný vývoj znalostí v problematice

Za posledních 10 let nebylo v technice „awake cardiac surgery“ učiněno většího pokroku. Nebyly publikovány další retrospektivní ani prospektivní či randomizované studie. Je k dispozici jen několik případových studií popisujících miniinvasivní chlopní náhrady z thorakotomie [24, 25]. Metoda výkonu při vědomí u neintubovaného pacienta se na druhou stranu uplatnila a rozšířila v hrudní chirurgii u vysoce rizikových pacientů podstupujících video-asistované výkony (VATS), volum-redukční zákroky, drenáže empyémů, thymektomie či parciální plicní resekce. Byly zveřejněny retrospektivní či malé randomizované

studie potvrzující bezpečnost a proveditelnost této metody s redukcí některých pooperačních komplikací [26]. Například recentní metaanalýza Bertolaccini et al. [27] našla nižší výskyt pooperačních komplikací, kratší dobu operačního zákroku a hospitalizace bez vlivu na mortalitu u pacientů podstupujících video-asistované hrudní výkony. Na rozdíl od kardiokirurgie jsou pro tuto metodu v hrudní chirurgii voleny kromě epidurální blokady i jiné metody regionální anestezie včetně paravertebrálního či interkostálního bloku [27].

Pravděpodobnou příčinou „zamrznutí“ a nerozšíření této metody v kardiokirurgii je několik zásadních faktorů. Prvním je zcela určitě nadměrná technická náročnost a vysoké požadavky na erudici a praxi celého operačního týmu při absenci zásadního důkazu o klinicky významném benefitu této metody vyplývajícím z výše citovaných studií. To je dále podpořeno evidencí o velmi omezeném vlivu hrudní epidurální blokady při kombinované technice na klinické výsledky v kardiokirurgii obecně. V poslední metaanalýze randomizovaných studií od autorů Zhang et al. z roku 2015 nevedlo použití kombinované epidurální a celkové anestezie ve srovnání se samotnou celkovou anestezii k redukcí mortality, incidence perioperační myokardiální ischemie či cévní mozkové příhody [28]. Na druhou stranu tato metaanalýza potvrdila kvalitnější analgezii, zkrácení doby pobytu na jednotce intenzivní péče s kratší dobou intubace, dále pak snížený výskyt supraventrikulárních arytmií či respiračních komplikací. Při detailním rozboru je nicméně patrné, že se jednalo ve většině o velmi malé monocentrické randomizované studie staršího data do roku 2013. Sami autoři reportují střední kvalitu analyzovaných dat s vysokým rizikem zejména selekčního bias. Od uvedené metaanalýzy nebyly publikované žádné další randomizované studie. Výsledky této metaanalýzy obecně dokládají fakt, že tzv. „fast-track“ v kardiokirurgii prováděný i jinými technikami specificky s cílem co nejčasnější extubace (do 8 hodin od výkonu) a dimise z intenzivní péče má velmi omezený či žádný vliv na zásadní pooperační komplikace a celkové klinické výsledky [29]. Posledním neméně důležitým faktorem je riziko vzniku epidurálního hematomu. Byly popsány katastrofické případy rozvoje hrudního epidurálního hematomu v souvislosti s epidurální punkcí u kardiokirurgických nemocných s následným devastujícím neurologickým postižením [30, 31]. Riziko vzniku může být potencionálně vysoké díky vysokému stupni antikoagulace nefrakcionovaným heparinem během samotného kardiokirurgického výkonu či předoperační aplikací antiagregancií. Na druhou stranu byly opakovaně publikovány analýzy stanovující riziko vzniku epidurálního hematomu u kardiokirurgických nemocných s epidurální blokádou jako velmi nízké [32, 33]. V poslední analýze bylo toto riziko vypočteno na 1 : 5493, což je hodnota srovnatelná s rizikem vzniku epidurálního hematomu ve všeobecné chirurgii [33]. Sami autoři citované studie hrudní epidurální blokádu v kardiokirurgii nadále doporučují za podmínek dodržení bezpečných intervalů vysazení či aplikace antikoagulancií a antiagregancií ve vztahu k instrumentaci v epidurálním prostoru tak, jak je všeobecně doporučeno [34]. Je třeba ovšem korektně připomenout, že „reporting“ a publikace takto závažných komplikací může být pochopitelně nižší, než je běžně předpokládáno. Zajímavostí je, že na našem pracovišti nebyl devastující epidurální hematoma u kardiokirurgických pacientů s epidurální blokádou nikdy zaznamenán, a to i při velmi vysokých počtech hrudních epidurálních punkcí (cca 300/rok) po dobu 15 let [35].

Současný náhled a co bychom dnes udělali jinak

Při zpětném pohledu na úroveň tehdejších znalostí i ve světle následného vývoje problematiky do současnosti bychom studii koncipovali stejným způsobem. Byli jsme v situaci, kdy „awake cardiac surgery“ byla relativně vzácnou, nicméně v některých centrech rutinně praktikovanou technikou, do té doby publikovanou jen jako případové či retrospektivní studie. Pro další rozvoj této metody bylo z našeho pohledu nutné prospektivní srovnání klinického „outcome“ s ostatními způsoby anestezie a dále ožřejmit bezpečnost aktuální perfuziologické techniky. Vliv epidurální anestezie na klinické výsledky jsme mimo jiné retrospektivně analyzovali a následně publikovali i u kombinované techniky s podobnými výsledky jako u výše citované metaanalýzy Zhang et al., tedy s nálezem kvalitnější analgezie, časnější extubace a kratší doby hospitalizace u pacientů s epidurální anestézií [36].

Od doby provedení naší studie se v medicíně prosazuje spíše defenzivní klinická praxe. Je pochopitelné, že takto náročná medicínská metoda, která není podpořena vysokým stupněm evidence medicíny založené na důkazech a je zatížena možností závažných komplikací, je velmi obtížně aplikovatelná do běžné, rutinní praxe. V posledních deseti letech se navíc pevně etablovaly a značně rozšířily kardiologické intervenční techniky, jako např. TAVI či perkutánní mitrální anuloplastika, které jsou indikovány u vysoce rizikových, polymorbidních pacientů, mnohdy hodnocených jako inoperabilních běžnou kardiologickou technikou. Tyto metody jsou v současnosti u většiny pacientů již rutinně proveditelné jen v místní anestezii s minimální analgosedací. Indikační spektrum se zde může překrývat s indikacemi pro „awake cardiac surgery“, zejména u pacientů s těžkou plicní dysfunkcí či myasthenia gravis, u nichž celková anestezie s orotracheální intubací může představovat

riziko komplikací a zhoršení základního onemocnění. Nicméně i tyto metody mají své jasné kontraindikace (ischemická choroba dolních končetin, nitrosrdeční trombóza, infekční endokarditida) a možné závažné komplikace (reziduální regurgitační vady, postkatetrizační krvácení, perforace myokardu se srdeční tamponádou) [37]. Jejich klinický přínos včetně snížení incidence neurologických komplikací či mortality tak zůstává zejména u těch nejvíce postižených, polymorbidních nemocných nadále nejasný [38].

Z našeho pohledu má technika výkonu při vědomí v kardiokirurgii stále své místo v pečlivě vybraných indikacích, jako např. výše zmíněné závažné plicní onemocnění či při těžké alergii na celková anestetika a opiáty [39], a to v situaci, kdy je eventuelně kontraindikovaná i kardiologická intervence. Je ovšem nutné zdůraznit, že problémem zůstává udržení adekvátní úrovně odborné erudice celého týmu v případě, kdy metoda není na pracovišti dlouhodobě rutinně prováděná, a to ani u nenáročných nízkorizikových výkonů. To je problémem i našeho pracoviště, kde se „awake cardiac surgery“ od ukončení studie neuskutečnila. Taktéž kombinovaná epidurální a celková anestezie se provádí u kardiokirurgických pacientů již zcela minimálně.

Závěr

Studie „Awake cardiac surgery“ rozšířila naše znalosti stran bezpečnosti perfuziologické techniky a ovlivnění pooperačních výsledků u pacientů podstupujících kardiokirurgický výkon na mimotělním oběhu v epidurální anestezii při vědomí. Ač se jedná spíše o experimentální, a nikoliv rutinní anesteziologickou techniku, která se pro svou technickou náročnost a některá potenciální rizika šířeji neuplatnila, existují stále indikace, u kterých považujeme tuto metodu pro pacienta za přínosnou.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **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 Anesteziologie a intenzivní medicína. MP: psaní rukopisu, JK: psaní rukopisu, ML: psaní rukopisu, MS: psaní rukopisu. **Financování:** Žádné.

LITERATURA

1. Porizka M, Stritesky M, Semrad M, Dobias M, Dohnalova A, Korinek J. Standard blood flow rates of cardiopulmonary bypass are adequate in awake on-pump cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011; 39(4): 442–450. doi: 10.1016/j.ejcts.2010. 11. 054.
2. Porizka M, Stritesky M, Semrad M, Dobias M, Dohnalova A. Postoperative outcome in awake, on-pump, cardiac surgery patients. *J Anesth.* 2011; 25(4): 500–508. doi: 10.1007/s00540-011-1159-7.
3. Murphy GS, Hessel 2nd EA, Groom RC. Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence-based approach. *Anesth Analg.* 2009; 108(5): 1394–1417.
4. Chaney MA. Intrathecal and epidural anesthesia and analgesia for cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2006; 102(1): 45–64.
5. Liu SS, Block BM, Wu CL. Effects of perioperative central neuraxial analgesia on outcome after coronary artery bypass surgery: a meta-analysis. *Anesthesiology.* 2004; 101(1): 153–161.
6. Scott NB, Turfrey DJ, Ray DA. A prospective randomized study of the potential benefits of thoracic epidural anesthesia and analgesia in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg.* 2001; 93(3): 528–535.
7. Beattie WS, Badner NH, Choi P. Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a meta-analysis. *Anesth Analg.* 2001; 93(4): 853–858.
8. Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S, Suarez T, Lau J, Chalmers TC, et al. The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg.* 1998; 86(3): 598–612.
9. Ziyaeifard M, Azarfarin R, Golzari SE. A Review of Current Analgesic Techniques in Cardiac Surgery. Is Epidural Worth it? *J Cardiovasc Thorac Res.* 2014; 6(3): 133–140. doi: 10.15171/jcvtr.2014.001.
10. Chakravarthy M. Future of awake cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014; 28(3): 771–777. doi: 10.1053/j.jvca.2013. 03. 005.
11. Wilson A, Gray D, Karakiozis J, Thomas J. Advanced endotracheal tube biofilm stage, not duration of intubation, is related to pneumonia. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 72(4): 916–923. doi: 10.1097/TA.0b013e3182493a10.
12. Hsu CW, Sun SF. Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation. *World J Crit Care Med.* 2014; 3(1): 8–14. doi: 10.5492/wjccm.v3.i1. 8.
13. Paulissian R, Salem MR, Joseph NJ, Braverman B, Cohen HC, Crystal GJ, et al. Hemodynamic responses to endotracheal extubation after coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg.* 1991; 73(1): 10–15. doi: 10.1213/0000539-199107000-00003.
14. Bottio T, Bisleri G, Piccoli P, Negri A, Manzato A, Muneretto C. Heart valve surgery in a very high-risk population: a preliminary experience in awake patients. *J Heart Valve, Dis.* 2007; 16(2): 187–194.
15. Aoki K, Kanazawa H, Okamoto T, Takahashi Y, Nakazawa S, Yamazaki Y. Awake partial sternotomy pacemaker implantation under thoracic epidural anesthesia. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2009; 57(8): 418–420. doi: 10.1007/s11748-009-0401-9.
16. Weissman C. Pulmonary function after cardiac and thoracic surgery. *Anesth Analg.* 1999; 88: 1272–1279.
17. Samuels LE, Kaufman MS, Morris RJ, Promisloff R, Brockman SK. Coronary artery bypass grafting in patients with COPD. *Chest.* 1998; 113: 878–882.
18. Chakravarthy M, Jawali V, Patil TA, Jayaprakash K, Kolar S, Joseph G, et al. Conscious cardiac surgery with cardiopulmonary bypass using thoracic epidural anesthesia without

- endotracheal general anesthesia. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005; 19(3): 300–305. doi: 10.1053/j.jvca.2005.03.005.
19. Chakravarthy M. Technique of awake cardiac surgery, *Techniques in Regional Anesthesia & Pain Management.* 2008; 12: 87–98. doi: 10.1053/j.trap.2007.10.
 20. Chakravarthy M, Jawali V, Patil TA, Jayaprakash K, Shivananda NV. High thoracic epidural anesthesia as the sole anesthetic for performing multiple grafts in off-pump coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2003; 17(2): 160–164. doi: 10.1053/jcan.2003.40.
 21. Karagoz HY, Sönmez B, Bakkaloglu B, Kurtoglu M, Erdinc M, Türkeli A, et al. Coronary artery bypass grafting in the conscious patient without endotracheal general anesthesia. *Ann Thorac Surg.* 2000; 70(1): 91–96.
 22. Kessler P, Aybek T, Neidhart G, Dogan S, Lischke V, Bremerich DH, et al. Comparison of three anesthetic techniques for off-pump coronary artery bypass grafting: general anesthesia, combined general and high thoracic epidural anesthesia, or high thoracic epidural anesthesia alone. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005; 19(1): 32–39.
 23. Stritesky M, Semrad M, Kunstyr J, Hajek T, Demes R, Tosovsky J. On-pump cardiac surgery in a conscious patient using a thoracic epidural anesthesia—an ultra fast track method. *Bratisl Lek Listy.* 2004; 105(2): 51–55.
 24. Hirofujii A, Kanda H, Kitani Y, Kamiya H. Awake Surgical Mitral Valve Repair after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Thorac Cardiovasc Surg Rep.* 2021; 10(1): e15–e17. doi: 10.1055/s-0040–1718774.
 25. Kanda H, Kamiya H, Takahoko K, Yamaya S, Kudo E, Kunisawa T. Awake double valve surgery without general anesthesia. *J Clin Anesth.* 2019; 56: 117–118. doi: 10.1016/j.jclinane.2019.01.025.
 26. Pompeo E. Awake thoracic surgery—is it worth the trouble? *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 24(2): 106–114. doi: 10.1053/j.semtcv.2012.06.010.
 27. Bertolaccini L, Zaccagna G, Divisi D, Pardolesi A, Solli P, Crisci R. Awake non-intubated thoracic surgery: an attempt of systematic review and meta-analysis. *Video-assist Thorac Surg.* 2017; 2: 59. <http://dx.doi.org/10.21037/vats.2017.08.17>.
 28. Zhang S, Wu X, Guo H, Ma L. Thoracic epidural anesthesia improves outcomes in patients undergoing cardiac surgery: meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Med Res.* 2015; 20(1): 25. doi: 10.1186/s40001–015–0091-y.
 29. Wong WT, Lai VK, Chee YE, Lee A. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 9(9): CD003587. doi: 10.1002/14651858.CD003587.pub3.
 30. Rosen DA, Hawkinberry DW 2nd, Rosen KR, Gustafson RA, Hogg JP, Broadman LM. An epidural hematoma in an adolescent patient after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2004; 98: 966–969.
 31. Sharma S, Kapoor MC, Sharma VK, Dubey AK. Epidural hematoma complicating high thoracic epidural catheter placement intended for cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004; 18: 759–762.
 32. Royse CF. High thoracic epidural anaesthesia for cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2009; 22(1): 84–87. doi: 10.1097/ACO.0b013e32831a40b6.
 33. Hemmerling TM, Cyr S, Terrasini N. Epidural catheterization in cardiac surgery: the 2012 risk assessment. *Ann Card Anaesth.* 2013; 16(3): 169–177. doi: 10.4103/0971–9784.114237.
 34. Horlocker TT, Vandermeulen E, Kopp SL, Gogarten W, Leffert LR, Benzon HT. Regional Anesthesia in the Patient Receiving Antithrombotic or Thrombolytic Therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Fourth Edition). *Reg Anesth Pain Med.* 2018; 43(3): 263–309. doi: 10.1097/AAP.0000000000000763.
 35. Střiteský M, Lipš M, Rubeš D, Cermak T, Pavlíková M, Lindner J. Anestezjologia i intensywna terapia A retrospective analysis of high thoracic epidural anesthesia and analgesia in cardiac surgery over the 1995–2002 period. *Kardiokirurgia i Torakochirurgia Polska/Polish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2005; 2(4): 58–62.
 36. Porizka M, Koudelkova K, Kopecky P, Porizkova H, Dohnalova A, Kunstyr J. High thoracic anesthesia offers no major benefit over general anesthesia in on-pump cardiac surgery patients: a retrospective study. *Springerplus.* 2016 Jun 21; 5(1): 799. doi: 10.1186/s40064–016–2541–6.
 37. Scarsini R, De Maria GL, Joseph J, Fan L, Cahill TJ, Kotronias RA, et al. Impact of Complications During Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement: How Can They Be Avoided and Managed? *J Am Heart Assoc.* 2019; 8(18): e013801. doi: 10.1161/JAHA.119.013801.
 38. Moss S, Doyle M, Nagaraja V, Peeceeyen S. A systematic review and meta-analysis of the clinical outcomes of TAVI versus SAVR in the octogenarian population. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020; 36(4): 356–364. doi: 10.1007/s12055–019–00912–0.
 39. Kanda H, Kamiya H, Sugawara A, Yamaya S, Onodera Y, Toyama Y, et al. Minimally Invasive Awake Mitral Valve Surgery and Cardiopulmonary Bypass Without General Anesthesia. *Ann Thorac Surg.* 2019; 107(4): e247–e248. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.090.