

Anesteziologie a intenzivní medicína

2025 / 4

ISSN 1805-4412 (ON-LINE)

ROČNÍK 36, ROK 2025, ČÍSLO 4 (PROSINEC)

Z obsahu

PŮVODNÍ PRÁCE / ORIGINAL PAPER

Zkušenosti zdravotníků pracujících na JIP s virtuální realitou
v postgraduálním vzdělávání – multicentrická dotazníková studie

Experiences of HCPs working at ICUs with a virtual reality in postgraduate training – multicentre survey

Comparison of ibuprofen and paracetamol combination with ketorolac
and paracetamol in patients undergoing gynecologic surgery: A review
of pain level, coagulation profile, and interleukin-6 levels

*Srovnání kombinace ibuprofenu a paracetamolu s ketorolakem
a paracetamolem u pacientek podstupujících gynekologickou operaci:
přehled úrovně bolesti, koagulačního profilu a hladin interleukinu-6*

PŘEHLEDOVÉ ČLÁNKY / REVIEW ARTICLES

Hypertonický roztok laktátu sodného v resuscitaci septického šoku:
popisný přehled patofyziologie, preklinických a klinických dat

*Hypertonic sodium lactate solution in the resuscitation of septic shock:
a narrative review of pathophysiology, preclinical and clinical data*

...

Česká anesteziologická cesta 2025

... mapujeme, kudy jdeme

- Vyplňte krátký dotazník o tom, jak poskytujete vy anesteziologickou péči
- Pomozte nám zmapovat současnou anesteziologickou praxi
- Otiskněte svoji stopu na mapu české anesteziologie



Česká společnost anesteziologie,
resuscitace a intenzivní medicíny



Impaktováno v Emerging Sources Citation Index.
Indexováno v EMBASE, Excerpta Medica, Scopus,
Emerging Sources Citation Index.
Excerptováno v Bibliographia medica čechoslovaca,
EBSCO – ACADEMIC SEARCH COMPLETE.



Česká společnost anesteziologie,
resuscitace a intenzivní medicíny



ČESKÁ SPOLEČNOST
INTENZIVNÍ MEDICÍNY



ČESKÁ
LÉKAŘSKÁ
SPOLEČNOST
J. E. PURKYNĚ

SOLEN
MEDICAL EDUCATION

Anesteziologie a intenzivní medicína

2025 / 4

REDAKČNÍ RADA / EDITORIAL BOARD

VEDOUcí REDAKTOR / EDITOR-IN-CHIEF

doc. MUDr. Jiří Málek, CSc.

ZÁSTUPCI VEDOUcíHO REDAKTORA / ASSOCIATE EDITORS

prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM, FESAIC

prof. MUDr. Jan Beneš, Ph.D.

EMERITNí VEDOUcí REDAKTORŮ / EMERITE EDITORS-IN-CHIEF

MUDr. Ivan Herold, CSc.

prof. MUDr. Milan Adamus, Ph.D., MBA

REDAKTORŮ / EDITORS

doc. MUDr. David Astapenko, Ph.D., MBA

doc. MUDr. Martina Kosinová, Ph.D., FESAIC

EXTERNí PORADNí SBOR / ADVISORY BOARD

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA

prof. MUDr. František Duška, Ph.D., AFICM, EDIC

prof. MUDr. Martin Matějovič, Ph.D.

prof. MUDr. Vladimír Šrámek, Ph.D., EDIC

doc. MUDr. Roman Záhorec, CSc.

EDITORŮ SEKCI / EDITORS OF THE SECTIONS

Anesteziologie a perioperační medicína

prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM, FESAIC

doc. MUDr. Jan Bláha, Ph.D., MHA, LL.M.

prof. MUDr. Ivan Čundrle, Ph.D.

prof. MUDr. Tomáš Drábek, Ph.D., FASA

MUDr. Michal Kalina

MUDr. Dušan Mach

MUDr. Peter Merjavý, Ph.D., EDRA, FRCA, CETC

prof. MUDr. Pavel Michálek, Ph.D., DESA, MSc.,

MBA, FEAMS

MUDr. Daniel Nalos

prof. MUDr. Petr Štourač, Ph.D., MBA, FESAIC

prof. MUDr. Tomáš Vymazal, Ph.D., MHA

Intenzivní medicína

prof. MUDr. Jan Beneš, Ph.D.

doc. MUDr. Martin Balík, Ph.D., EDIC

doc. MUDr. Pavel Dostál, Ph.D., MBA

doc. MUDr. Jan Máca, Ph.D.

MUDr. Bronislav Stibor

Jiné

doc. MUDr. David Astapenko, Ph.D., MBA

prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM, FESAIC

MUDr. Renata Černá Pařízková, Ph.D., LL.M.

MUDr. Michal Horáček, DEAA

doc. MUDr. Jozef Klučka, Ph.D.

doc. MUDr. Martina Kosinová, Ph.D., FESAIC

MUDr. Jana Kubalová

doc. MUDr. Roman Škulec, Ph.D.

MUDr. Anatolij Truhlář, Ph.D., FERC

Algeziologie

doc. MUDr. Jiří Málek, CSc.

doc. MUDr. Tomáš Gabrhelík, Ph.D.

MUDr. Jan Lejčko

prof. MUDr. Pavel Ševčík, CSc.

Rok 2025; Ročník/volume 36

Číslo/number 4 (prosinec)

Vychází: 5x ročně

ISSN 1805-4412 (on-line)

Evidováno u Ministerstva kultury ČR

pod č. j. E 6101

Cit. zkratka: **Anest intenziv Med.**

Webová stránka časopisu včetně archivu

www.aimjournal.cz

Vydavatel:

Česka lékařská společnost

J. E. Purkyně, o. s.

Sokolská 31, 120 26 Praha 2, IČ: 00444359



Nakladatel:

SOLEN
MEDICAL EDUCATION

Solen, s. r. o., www.solen.cz

Lazecká 297/51, 779 00 Olomouc, IČ: 25553933

Odpovědná redaktorka:

Mgr. Hana Ševčíková

e-mail: sevcikova@solen.cz / tel.: 778 976 986

Grafická úprava, sazba:

DTP Solen, Milan Matoušek

Zasílání rukopisů:

Zasílejte prostřednictvím
redakčního systému ACTAVIA

na webových stránkách **www.aimjournal.cz**.

Předplatné:

Pro ČR i SR zajišťuje:

Solen, s. r. o., Lazecká 297/51, 779 00 Olomouc

Tel.: 585 209 206, e-mail: predplatne@solen.cz

Předplatné objednávejte pomocí objednávkového formuláře na webových stránkách **www.aimjournal.cz**.

Cena pro ČR: předplatné na rok 2026 **700 Kč**,

jednotlivé číslo 150 Kč

Cena pro SR: předplatné na rok 2026 **35 €**,

jednotlivé číslo 7,5 €

Jednotlivé pdf článku 40 Kč / 2 €.

Vydavatel získává otištěním příspěvku výlučné nakladatelské právo k jeho užití. Vydavatel nenese odpovědnost za údaje a názory autorů jednotlivých článků či inzerátů. Jakákoliv reprodukce obsahu je povolena pouze s přímým souhlasem redakce a písemným souhlasem vlastníka autorských práv. Redakce si vyhrazuje právo příspěvky krátit či stylisticky upravovat. Na otištění rukopisu není právní nárok.

Impaktováno v Emerging Sources Citation Index.
Indexováno v EMBASE, Excerpta Medica, Scopus,
Emerging Sources Citation Index. Excerptováno
v Bibliographia medica checoslovaca,
EBSCO – ACADEMIC SEARCH COMPLETE.

Česká anesteziologická cesta 2025

„Co nelze měřit, neexistuje,“ prohlásil kdysi lord Kelvin (William Thomson, 1824–1907). Vystihl tím podstatu nejen systematického poznávání vůbec, ale i moderní, důkazy podložené medicíny (EBM). Měření totiž není jen prostým technickým úkonem, nýbrž i základem porozumění, zlepšování a odpovědného rozhodování. Bez naměřených dat zůstáváme v říši domněnek, dojmů a tradic, které se mohou, ale také nemusí zakládat na realitě. Kelvinův výrok má proto obzvláštní význam právě pro anesteziologii, obor, který v současnosti zdůrazňuje kontrolu a vyhodnocování rizik a pyšní se dosaženou úrovní bezpečnosti. Teprve když praxi kvantifikujeme, můžeme ji skutečně porovnávat a kultivovat.

V České republice se každým rokem podává asi 850 000 anestezií. Informace o tom, jak to my anesteziologové v praxi provádíme – jaké používáme techniky, léky a způsoby monitorování pacientů – jsou však neaktuální. Pocházejí totiž z roku 2010, kdy proběhl jednoduchý (1. 6. 2010 v čase od 7:00 do 24:00 h) dotazníkový průzkum Czech Anaesthesia Day (CAD) 2010. Jeho výsledky byly uveřejněny v roce 2011 [1], získány byly údaje o 2 520 anesteziích, tzn. asi o 76 % všech anestezií v ČR toho dne [1]. Vzhledem ke změnám v postupech, léčích a monitorování byl průzkum CAD v roce 2019 opakován [2], leč k jeho publikaci kvůli epidemii SARS-CoV-2 v roce 2020 již nedošlo. Škoda. Po roce 2019 se do praxe ve větší míře dostaly další nové léky (např. desfluran, sugammadex), zlepšilo se monitorování (např. relaxometrie), více se využívá anestezie s nízkým příkonem plynů apod. Dnes tudíž nevíme, jak se celý tento dosavadní vývoj po roce 2010 a 2019 promítá a promítá do současné každodenní praxe.

Dílčí vhléd lze sice získat z abstraktu publikovaného na 30. kongresu ČSARIM v Brně v roce 2024 [3]. Autor v něm prostřednictvím dotazníku s 10 otázkami v Microsoft Forms shrnul zvyklosti 112 respondentů – účastníků kmenových a specializačních kurzů konaných na podzim 2023, resp. na jaře 2024. Praxi pooperační analgezie zase částečně osvětlili Málek et al. [4]. I oni využili formu dotazníku, který rozeslali na 108 anesteziologických pracovištích (návratnost odpovědí 25 %). Jejich cílem bylo zjistit, zda na nich zavedené protokoly odpovídají doporučení ČSARIM pro léčbu akutní pooperační bolesti z roku 2022 [5], čili zda a jak se používá multimodální analgezie s omezením opioidů.

Obě práce jsou však limitované (věkovým okruhem respondentů, resp. nízkou návratností), a proto neposkytují úplné a zevrubné údaje o aktuální praxi v celé ČR. Z tohoto důvodu jsme na letošním 31. kongresu ČSARIM v Praze dne 9. 10. 2025 spustili projekt Česká anesteziologická cesta 2025 [6] s úmyslem získat aktuální přehled o tom, jak podáváme anestezii (především celkovou) dnes – v roce 2025. Chtěli bychom jím rovněž připomenout osobnost plukovníka MUDr. Lva Spinadela (1897–1970, přednostu vůbec prvního českého anesteziologického oddělení fungujícího od 1. 1. 1948 v tehdejší Vojenské nemocnici 1, dnes Ústřední vojenská nemocnice v Praze), a to ze dvou důvodů. Prvním je, že prosazoval přísně individuální

přístup k nemocným a požadoval optimální volbu metod znecitlivnění s ohledem na stav nemocného a plánovanou operaci [7], druhým pak to, že na rok 2025 připadá 75. výročí vydání první české učebnice našeho oboru, kterou je jeho *Klinická anesteziologie* [8].

Kvůli rychlosti získání údajů jsme zvolili opět formu dotazníku. Oznamujeme ho na webu odborné společnosti ČSARIM (www.csarim.cz) a na stránkách časopisu *Anesteziologie a intenzivní medicína* (www.aimjournal.cz), propagovali jsme ho na odborných akcích (31. kongres ČSARIM v Praze 2025, XVII. konference AKUTNE. CZ v Brně) a dovolili a dovolujeme si tak činit i prostřednictvím opakovaných emailů (za nevyžádané se vám omlouváme). Rádi bychom totiž získali odpovědi od alespoň 50 % členů ČSARIM, resp. od 33 % anesteziologů registrovaných v ČLK, tedy nejméně od 750 respondentů, abychom mohli výsledky České anesteziologické cesty považovat za reprezentativní. Doposud (25. 11. 2025) jste odeslali 536 odpovědí, díky za ně. Průzkum plánujeme uzavřít s obdobím vánočních svátků. Tak, abychom vás co nejdříve mohli informovat o jeho výsledcích.

Zatím bychom chtěli ještě jednou poděkovat všem, kteří již dotazník vyplnili a podpořili tak zjištění reprezentativních údajů o anesteziologické praxi v ČR. Každá jednotlivá odpověď má skutečnou hodnotu a přispívá k tomu, aby průzkum přesně odrážel realitu napříč různými typy pracovišť a různým věkem a zkušeností respondentů. Zároveň bychom rádi vyzvali všechny, kteří se dosud nezapojili, aby tak učinili. Vyplnění dotazníku vám – kolegyně a kolegové – zabere jen několik minut, ale jeho přínos pro celý náš obor bude zásadní.

Jsmo přesvědčeni, že Česká anesteziologická cesta 2025 je příležitostí nejen k mapování reality, nýbrž i k reflexi vývoje oboru za posledních 15 let. Její zjištění nám všem umožní pochopit, jak se doporučení a inovace promítají do reálné klinické praxe – a kde zůstává naopak prostor pro další zlepšení. Kromě toho si zjištěné informace vzájemně porovnáme se slovenskými kolegy, neboť i Slovenská anesteziologická cesta 2025 již běží [9]. Navíc nabízíme i dalším zahraničním odborným společnostem, aby se k našemu způsobu získání informací připojili. O všem vás budeme informovat. Podobnou cestu bychom mohli v budoucnu volit i k hledání údajů o dalších oblastech zájmu, jimiž jsou mimo jiné „Patient Blood Management“ či „Prehabilitace“.

Nezapomeňte prosím vyplnit dotazník Česká anesteziologická cesta (odkaz získáte snadno přes QR kód na obálce časopisu).

MUDr. Michal Horáček, DEAA^{1,2}, prof. MUDr. Jan Beneš, Ph.D.^{3,4}

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny,

²Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

³Katedra anesteziologie a intenzivní medicíny,

Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, Praha

⁴Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny,

Lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Plzeň

⁴Simulační centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Plzeň

LITERATURA

1. Černý V, Adamus M, Cvachovec K, Ševčík P, Herold I. Anestezie v České republice 2010 – jednodenní prospektivní observační dotazníková studie. *Anest. intenziv. Med.* 2011;22(1):5-12.
2. Štourač P. Czech Anesthesia Day 2019 (CAD2019). *ClinicalTrials.gov*.
3. Horáček M. Anestezie v České republice očima účastníků kmenových/specializačních kursů – dotazníková studie Micro Czech Anaesthesia Way 2024. Abstrakty z XXX. kongresu ČSARIM. *Anest intenziv Med.* 2024;35(3):199-208, str. 207.
4. Málek J, Cháberová J, Kosinová M, Štourač P. Praxe pooperační analgezie v ČR – výsledky dotazníkové studie. Abstrakty z XXX. kongresu ČSARIM. *Anest intenziv Med.* 2024;35(3):199-208, str. 208.
5. Kříkava I, Kubricht V, Lejčko J, Málek J, Ševčík P, Štourač P. Doporučený postup pro Léčbu akutní pooperační bolesti. Dostupný na https://www.csarim.cz/getmedia/8802cabe-b620-4839-9365-518af89e4f4f/DP_CSARIM_pooperacni-bolest-18-4-final-chir.pdf.aspx.
6. Černý V, et al. Slavnostní zahájení 30. národního kongresu ČSARIM. Záznam dostupný v: Postkonferenční sborník XXXI. národního kongresu ČSARIM 2025, <https://www.akutne.cz/publication/cs/610-postkonferencni-sbornik-xxxi-narodniho-kongresu-csarim-2025/>, Slavnostní zahájení, úsek 15:45-16:10 min, <https://www.akutne.cz/publication/video/610/5776/>.
7. Spinadel L. *Klinická anesteziologie*. Praha, Naše vojsko, 1950, str. 578.
8. Trávníček V, Pokorný J. Anesteziologie a resuscitace ve vojenské zdravotnické službě. In: Pokorný J, Bohuš O a kol. *Anesteziologie a resuscitace v České a Slovenské republice na cestě k oborové samostatnosti*. Vyd. Pražská vydavatelská společnost, Praha, 1996, str. 15. ISBN 80-85369-36-2.
9. Záhorec R, Firment J. jménem výboru SSAIM Slovenská anesteziologická cesta. <http://www.ssaim.sk/slovenska-anesteziologicka-cesta-2025/>.

EDITORIAL

Česká anesteziologická cesta 2025

The Czech Anaesthesiology Journey 2025

Horáček M., Beneš J. - - - - -237

PŮVODNÍ PRÁCE / ORIGINAL PAPER

Zkušenosti zdravotníků pracujících na JIP s virtuální realitou v postgraduálním vzdělávání – multicentrická dotazníková studie

Experiences of HCPs working at ICUs with a virtual reality in postgraduate training – multicentre survey

Prokopová T., Diabelko D., Vafková T., Klabusayová E., Hudec J., Štourač P. - - - - -241

Comparison of ibuprofen and paracetamol combination with ketorolac and paracetamol in patients undergoing gynecologic surgery: A review of pain level, coagulation profile, and interleukin-6 levels

Srovnání kombinace ibuprofenu a paracetamolu s ketorolakem a paracetamolem u pacientek podstupujících gynekologickou operaci: přehled úrovně bolesti, koagulačního profilu a hladin interleukinu-6

Maarif M. K., Musba A. M. T., Datu M. D., Gaus S., Wirawan N. S., Adil A. - - - - -247

PŘEHLEDOVÉ ČLÁNKY / REVIEW ARTICLES

Hypertonický roztok laktátu sodného v resuscitaci septického šoku: popisný přehled patofyziologie, preklinických a klinických dat

Hypertonic sodium lactate solution in the resuscitation of septic shock: a narrative review of pathophysiology, preclinical and clinical data

Kříž M., Nalos M., Vintrých P., Müller J., Raděj J., Matějovič M. - - - - -253

Současné možnosti monitorace srdečního výdeje

Current methods of cardiac output monitoring

Klimovič A., Smékalová O., Kletečka J., Beneš J., Zatloukal J. - - - - -262

Specifika psychiatrických pacientů v kontextu anesteziologické péče

The specifics of psychiatric patients in the context of anaesthesia

Apjarová T., Bönischová T., Kosinová M., Štourač P. - - - - -272

Zhodnocení rizika před plicním resekčním výkonem – co je nového?**Nesystematický přehledový článek**

Risk-assessment before lung surgery – what's new? Narrative review article

Bartoš Š., Predáč A., Čundrle I. - - - - -280

KAZUISTIKY / CASE REPORTS

Pacient s progredující plicní tuberkulózou na ECMO

Patient with progressive pulmonary tuberculosis on ECMO

Mica P., Rychlíčková J., Čundrle I., Pokorná A. - - - - -287

KRÁTKÉ SDĚLENÍ / SHORT COMMUNICATION

Translumbální přístup do dolní duté žíly – záchranná možnost pro zavedení centrálního žilního katetru

Translumbar access to the inferior vena cava – rescue option for insertion of a central venous catheter

Michálek P., Brožek T., Kaván J., Forejtová L., Novák M., Malík J. - - - - -292

KORRESPONDENCE / CORRESPONDENCE

Letter to the Editor: Transient BIS elevations during caloric testing in brain death: artifactual or physiological?

Přechodné zvýšení BIS během kalorického testu u mozkové smrti: artefakt nebo fyziologický jev?

Ceylan Delice M., Kavrut Ozturk N. - - - - -296

ZPRÁVY ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ / REPORTS FROM PROFESSIONAL SOCIETIES

Ocenění ČSARIM 2025

CSARIM 2025 awards - - - - -298

ABSTRAKTY Z KONGRESU / CONGRESS ABSTRACTS

Abstrakty posterů z kongresu ČSARIM 2025

Abstracts of posters from the 2025 CSARIM Conference - - - - -302

ZAJÍMAVOSTI Z LITERATURY - - - - -314

S NÁMI SE NEZTRATÍTE

Časopis je indexován v těchto databázích: Scopus, WOS, Embase, Bibliographia medica čechoslovaca, Excerpta medica a Academic Search Complete

Časopis je impaktován v databázi WOS

Využíváme systém **CrossRef**. S články můžete snadno pracovat díky jednoznačnému identifikátoru **DOI**.

Zkušenosti zdravotníků pracujících na JIP s virtuální realitou v postgraduálním vzdělávání – multicentrická dotazníková studie

Prokopová T.^{1,2}, Diabelko D.^{2,3}, Vafková T.^{2,4}, Klabusayová E.^{2,3}, Hudec J.^{1,2}, Štourač P.^{2,3}

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně

²Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně

³Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně

⁴Klinika komplexní onkologické péče, Masarykův onkologický ústav Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně

Cíl studie: Primárním cílem studie bylo zjistit zkušenosti zdravotníků pracujících na jednotkách intenzivní péče (JIP) s virtuální realitou (VR) v postgraduálním vzdělávání. V rámci sekundárního cíle byly zjišťovány nejčastější očekávání a obavy z použití VR v postgraduálních kurzech.

Typ studie: Observační dotazníková studie.

Typ pracoviště: JIP jakéhokoliv typu nemocnice v České republice.

Materiál a metoda: On-line dotazník pro lékaře a nelékařský zdravotnický personál pracujících na JIP. Výsledky byly zpracovány metodami deskriptivní statistiky.

Výsledky: Celkem bylo získáno 114 kompletně vyplněných dotazníků. S VR má zkušenosti v rámci vzdělávání 21,6 % respondentů, v rámci demonstrací na konferenci 23,2 % a 55,2 % respondentů se s VR dosud nikdy nesetkalo. Zájem zúčastnit se kurzu využívajícího VR vyjádřilo 87,7 % respondentů (určitě ano, nebo spíše ano). Představa účasti na VR kurzu zaměřeném na trénink komunikace v respondentech nejčastěji vyvolává pozitivní emoce. Případné obavy nejčastěji plynou ze strachu z nahrávání (12,3 % určitě ano, 33,3 % spíše ano), sledování ostatními účastníky (13,2 % určitě ano, 36,8 % spíše ano) a případného odloženého hodnocení jejich výkonu (9,6 % určitě ano, 31,6 % spíše ano). Respondenti nejčastěji uváděli, že by v rámci vzdělávání s využitím VR ocenili témata zaměřená na řešení akutních stavů a málo častých situací, technické dovednosti (provádění různých výkonů a ovládání přístrojů) a nácvik komunikace.

Závěr: Zkušenosti s virtuální realitou stále nejsou velké. Většina zdravotníků by zapojení VR do postgraduálního vzdělávání vítala. VR však vyvolává i obavy, s nimiž je nutné v rámci přípravy a realizace výuky pracovat pro vytvoření bezpečného prostředí.

Klíčová slova: virtuální realita, postgraduální vzdělávání, jednotka intenzivní péče, dotazníkové šetření.

Experiences of HCPs working at ICUs with a virtual reality in postgraduate training – multicentre survey

Objective: The primary goal of this study was to explore the experience of health care professionals (HCPs) working at intensive care units (ICUs) with virtual reality (VR) involvement in postgraduate training. The second goal was to explore the expectations and common concerns associated with the VR-based courses.

Design: Observational online cross-sectional survey.

Setting: ICUs of various types across hospitals in the Czech Republic.

Material and methods: An online questionnaire for HCPs working at ICUs. Methods of descriptive statistics were used for data interpretation.

Results: A total of 114 fully completed questionnaires were collected. VR was previously used in training by 21.6% of respon-

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Jan Hudec, Ph.D., hudec.jan@fnbrno.cz

Článek přijat redakcí: 4. 7. 2025; Článek přijat k tisku: 2. 9. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):241-246

dents and experienced as a demonstration at conferences by 23.2%. More than half (55.2%) had never encountered VR. The majority (87.7%) expressed interest in participating in a VR-based course. Expectation of participation in courses with VR evoked mostly positive emotions. Possible concerns about VR involvement result from the fear of being recorded (12.3% strongly agree, 33.3% agree), being watched by other participants (13.2% strongly agree, 36.8% agree) and retrospective assessment of their performance (9.6% strongly agree, 31.6% agree). Respondents indicated greatest interest in scenarios involving critical events, rare situations, technical skills and communication training.

Conclusion: Despite limited experience with VR in postgraduate training, ICU HCPs showed a high level of interest in such methods. However, VR also raises concerns that must be addressed when designing the learning experience in order to create a safe environment.

Key words: virtual reality, postgraduate training, intensive care unit, survey.

Úvod

Simulační výuka s prvky virtuální reality (VR) je progresivním odvětvím, a to nejen v oblasti zdravotnického vzdělávání, ale i edukace či rehabilitace pacientů. VR můžeme definovat více způsoby. Podle jednoho z nejpoužívanějších zdrojů (Cambridge English Dictionary) [1] je VR definována jako sada obrazů a zvuků vytvořena počítačem, která vytváří dojem místa nebo situace, jichž se může člověk zúčastnit. Interakce s tímto generovaným prostředím probíhá za pomoci elektronického vybavení. To se liší podle toho, či se jedná o imerzní VR, kde je cílem vtáhnout uživatele do prostředí a dosáhnout tak stavu, kdy si uživatel přestává uvědomovat, že se nachází ve virtuálním světě. V tomto případě vybavením může být helma či brýle s obrazovkou a reproduktorem či specifické rukavice se senzory [2, 3]. Naopak při neimerzní VR si uživatel více uvědomuje existenci umělého prostředí, protože je nejčastěji promítáno nebo zobrazeno na obrazovce a uživatel s ním interaguje pomocí klávesnice, myši nebo pomocí dotyku.

V posledních letech prodělala VR významný posun vpřed, který je umožněn rozvojem počítačové techniky a sociálních sítí [2, 4].

VR v současnosti umožňuje edukaci lékařů i nelékařského zdravotnického personálu (NLZP) v mnoha oblastech, ať už v rámci technických dovedností, jako je trénink chirurgických postupů či intervencí, ale i v rámci tréninku tzv. netechnických dovedností, tedy například v oblasti klinického rozhodování či komunikace, včetně obtížné komunikace [3].

A právě kombinace technických i netechnických dovedností je nedílnou součástí správné praxe v oboru anesteziologie a intenzivní medicíny (AIM). Jejich nácvik však může být v reálném prostředí organizačně, časově i finančně náročný. I z těchto důvodů je obor AIM jedním z průkopníků a současně leaderů v simulační medicíně.

Zapojení simulačního výcviku jako standardní součásti postgraduálního vzdělávání může vést k posílení sebedůvěry a redukci stresu zdravotníků před samotným zapojením do klinické praxe [5, 6]. Dnes je již simulační výcvik v oboru AIM v České republice povinnou součástí specializačního vzdělávání v podobě dvoudenního kurzu Simulace kritických stavů [7] a t. č. probíhají diskuze ohledně implementace simulací do vlastní atestační zkoušky v podobě praktické části zkoušky. Výcvik pomocí simulací s vysokou mírou věrnosti (high fidelity simulations = HFS) ale není jedinou modalitou, kterou můžeme využít v simulační medicíně. Rozvoj VR a dostupnost kvalitní výpočetní techniky napříč širokou veřejností umožňuje i výrazný rozvoj online tréninků a kurzů využívajících prvky VR.

Význam rozvoje tohoto typu vzdělávání, využívající imerzivní i neimerzivní virtuální prostředí, podtrhla pandemie covidu-19, v rámci které bylo veškeré vzdělávání omezeno na online prostředí [3, 8, 9]. I po skončení pandemie covidu-19 a opětovném umožnění průběhu hojného počtu prezenčních kurzů, má zapojení online kurzů význam, především v poskytnutí časově, ekonomicky i ekologicky příznivé variantě, jak zabezpečit výuku vybraných znalostí a výcvik dovedností u vysokého počtu participantů. Výcvik s prvky VR by neměl mít za cíl kompletně nahradit prezenční kurzy, ale může sloužit jako efektivní prostředek pro e-learning nebo jako možnost cílit efektivněji prezenční kurzy na nejsložitější problematiku. Cílem naší práce bylo zjistit od zdravotníků pracujících na JIP v České republice dosavadní zkušenosti a očekávání od vzdělávání s prvky VR.

Soubor a metoda

Jedná se o dotazníkovou studii, která byla schválena Etickou komisí LF MU dne 20. 2. 2025 (č. 3/2025, předseda Mgr. Bc. Michal Koščik, Ph.D.). Následně byl dotazník rozeslán v elektronické podobě na 14 pracovišť napříč fakultními a krajskými nemocnicemi v České republice, která byla ochotna se do výzkumu zapojit. Na těchto pracovištích byl dotazník distribuován mezi 114 zdravotníků, kteří souhlasili s jeho vyplněním. Sběr dat probíhal od 1. 3. 2025 do 30. 4. 2025. Respondenty byli zdravotníci pracující na jednotkách intenzivní péče (JIP) a anesteziologicko-resuscitačních odděleních (ARO). Vyřazovacím kritériem byl nesouhlas s vyplněním dotazníku, přičemž poučení respondentů a získání souhlasu bylo součástí dotazníku.

Samotný dotazník byl sestaven týmem Ústavu simulační medicíny, Lékařské fakulty Masarykovy Univerzity, kteří se zabývají hodnocením výuky. Obsahoval 5 otázek týkajících se popisných a demografických údajů respondentů, zbylých 6 otázek se týkalo problematiky VR ve vzdělávání. Obsah otázek byl sestaven na základě zkušeností metodiků simulační výuky. V rámci dotazníku byly uplatněny majoritně uzavřené či polouzavřené otázky a jedna otevřená. U jedné otázky bylo možné označit více odpovědí. Vyplnění dotazníku bylo anonymní a respondenti mohli kdykoliv v průběhu průchodu dotazníkem vyplňování ukončit. Kompletní seznam otázek je uvedený v Tabulce 1.

Po ukončení sběru odpovědí byla provedena popisná statistická analýza zahrnující absolutní či relativní četnost každé odpovědi, případně jejich kombinaci. Při tvorbě a publikaci této studie byl použit CROSS checklist pro dotazníkové studie [10].

Tab. 1. Otázky respondentům a jejich možné odpovědi

1 Jaká je Vaše pracovní pozice?	lékař
	NLZP
2 Kolik je Vám let?	...
3 Máte dokončené specializační vzdělávání?	ano
	ne
4 Jaká je délka Vaší praxe na JIP/ARO?	...
5 Uveďte prosím Vaše pohlaví.	muž
	žena
	jiné
	nepřeji si uvést
6 Máte zkušenosti s virtuální realitou (VR) v rámci postgraduálního vzdělávání?	ano, při tréninku netechnických dovedností (např. komunikace) za použití VR brýlí
	ano, při tréninku technických dovedností (např. zavedení vstupu, intubace) za použití VR brýlí
	ano, za použití VR brýlí, pouze na zkoušku na kongresu, konferenci, workshopu...
	ano, pouze v rámci on-line platformy bez VR brýlí
	ne, nikdy jsem se s tím nesetkal
7 Pokud byste měl/a možnost se zúčastnit kurzu se zapojením VR, měl/a byste o to zájem?	určitě ano
	spíše ano
	nevím
	spíše ne
	určitě ne
8 Doplněte, prosím, jaká očekávání byste měl/a od kurzu s využitím VR?	zážitek jako z 3D kina či PC hry, nová zkušenost
	větší anonymitu než během simulačních kurzů využívající simulace s vysokou mírou věrnosti
	schopnost se lépe vžít do děje než u simulací s vysokou mírou věrnosti
	velkou technickou náročnost na uživatele ohledně ovládání techniky
	větší emoční zátěž
	vůbec nevím, co od toho očekávat
9 Představte si, že jste přihlášení do kurzu tréninku komunikace s použitím VR. Jaké emoce to ve vás vyvolá? Uveďte, prosím, pro každou emoci.	zvědavost
	nadšení
	nervozita
	obavy
	strach
	odpor
10 Čeho byste se při účasti na kurzu s použitím VR obávali? Uveďte, prosím, pro každou obavu či strach.	nebudu umět ovládat potřebnou techniku
	situace pro mě nebude dost věrná
	bude to až moc opravdové
	možná mě budou sledovat ostatní
	možná se bude můj výkon nahrávat
	avatar nebude reagovat adekvátně a nebudu vědět, co dál
	nebudu moci situaci zastavit a vystoupit z ní
	mohl by mě na základě výkonu někdo později hodnotit
	když si nebudu vědět rady, nemůže mi nikdo pomoci
	je to hraní proti počítači, to se nedá vyhrát
	bojím se, že to bude divné
	bojím se kinetózy / že mi bude špatně
	bojím se, že virtuální realitu neuvidím adekvátně kvůli vadě zraku / brýle
	bude to pro mě psychicky náročné / připomene mi to náročnou situaci, kterou jsem zažil
11 Uveďte, prosím, jaká témata z oboru AIM byste uvítali v rámci vzdělávání s prvky virtuální reality?	...

VR – virtuální realita, AIM – anesteziologie a intenzivní medicína

Otázky 8, 9 a 10 jsou tzv. maticové otázky a respondenti ke každé položce měli možnost odpovědi: určitě ano, spíše ano, nevím, spíše ne, určitě ne.

Výsledky

V rámci dotazníkového šetření bylo během dvou měsíců otevřeno 114 dotazníků, které byly i kompletně vyplněny. Detailní přehled demografických údajů respondentů je uveden v **Tabulce 2**.

S VR má zkušenosti v rámci vzdělávání 21,6 % respondentů, v rámci demonstrací na konferenci 23,2 % respondentů a 55,2 % respondentů se s VR dosud nikdy nesetkalo. Zájem zúčastnit se kurzu využívajícího

VR vyjádřilo 87,7 % respondentů (určitě ano, nebo spíše ano), zatímco pouze 4,4 % uvedlo, že by se takového kurzu určitě nebo spíše nezúčastnilo. Konkrétní očekávání respondentů od kurzu využívajícího VR jsou podrobněji uvedena v **Grafu 1**.

Představa účasti na VR kurzu zaměřeném na trénink komunikace v respondentech nejčastěji vyvolává pozitivní emoce, zejména zvědavost (97,3 %) a nadšení (73,7 %). Často se objevila také nervozita (58,8 %).

Tab. 2. Demografická data respondentů

	Výsledky (N = 114)
Věk, medián let, (mezikvartilové rozpětí)	34 (29–39)
Délka praxe, medián let, (mezikvartilové rozpětí)	9 (4–15)
Pohlaví, počet, (%)	
Muž	37 (32)
Žena	77 (68)
Pracovní zařazení, počet, (%)	
Lékař/ka	64 (56)
NLZP	50 (44)
Dokončené specializační vzdělávání, počet, (%)	
Ano	74 (65)
Ne	40 (35)

NLZP – nelékařský zdravotnický pracovník

Negativní emoce jako obavy (36,0 %), strach (14,9 %) či odpor (0,9 %) byly zaznamenány v menší míře.

Obavy respondentů spojené s účastí na kurzu s využitím VR jsou uvedeny v **Grafu 2**.

V otevřené otázce jsme zaznamenali 71 odpovědí. Respondenti nejčastěji uváděli, že by v rámci vzdělávání s využitím VR ocenili témata zaměřená na: 1. řešení akutních stavů a málo častých situací, 2. technické dovednosti (provádění různých výkonů a ovládání přístrojů), 3. netechnické dovednosti včetně nácviku komunikace.

Diskuze

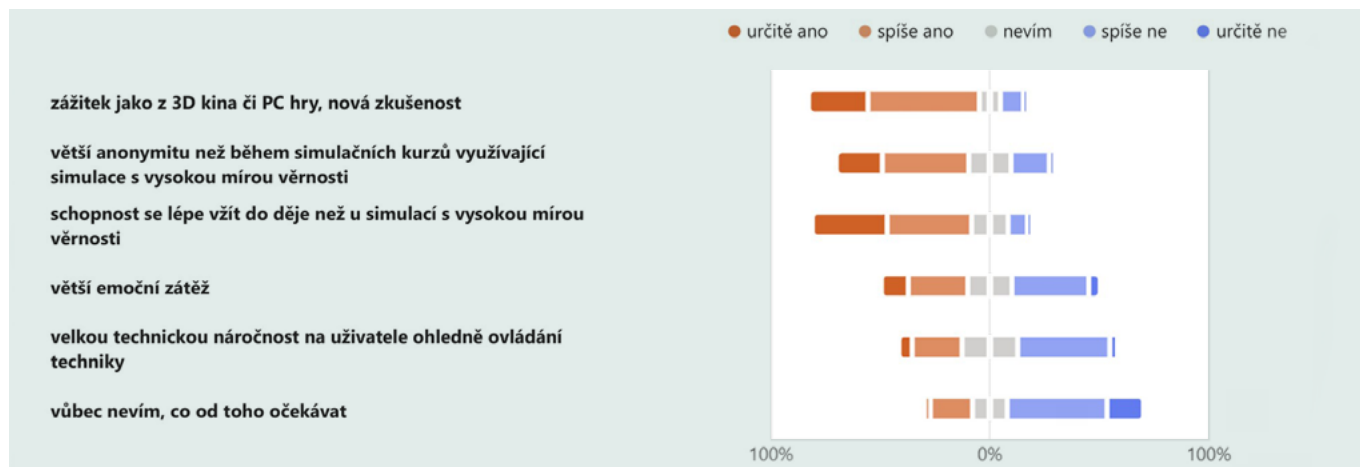
Tato dotazníková studie představuje v České republice první studii věnující se VR v oblasti AIM. Nabízí vzhled do očekávání a obav z VR, která může komplikovat vzdělávání s jejími prvky nebo naopak při správné přípravě a reflexi, může pozitivní očekávání naplnit a obavy rozptýlit. Tato data mohou napovědět, že ačkoli se zdá být VR již poměrně dobře implementovaná na různých úrovních vzdělávání, zkušenosti s ní reálně nejsou velké a je vhodné ji participantům kurzů vždy představit.

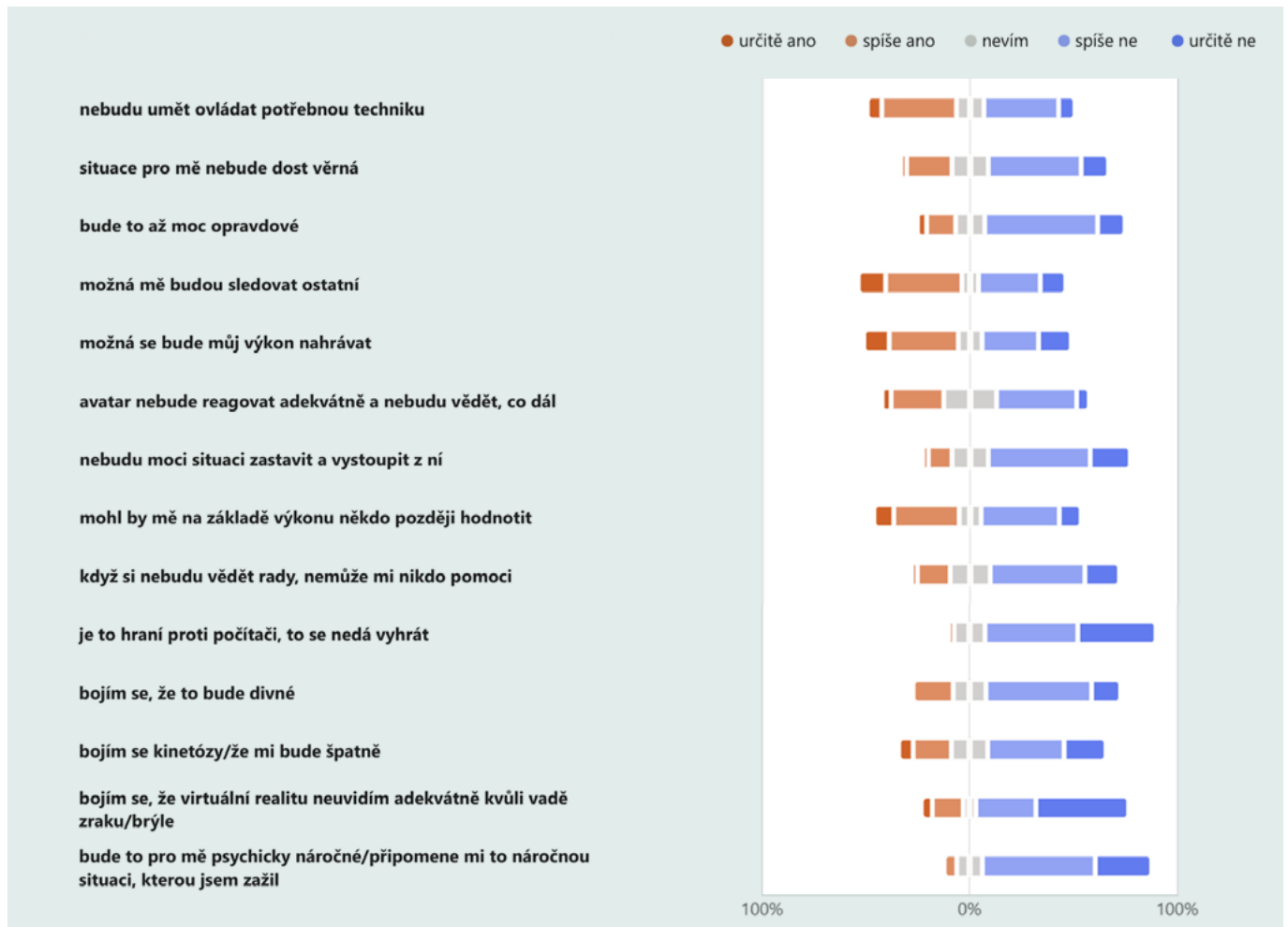
Jako nejvýznamnější výsledky této studie vidíme očekávání a zdroje obav případných participantů na kurzech s využitím VR. Většina respondentů očekává od zapojení VR zážitek jako z 3D kina nebo PC hry. Vzhledem k různorodosti podob zapojení VR do vzdělávání je vhodné předem deklarovat formu, kterou participant uvidí, ke zvýšení pravděpodobnosti naplnění jejich očekávání. Při pohledu na spektrum

obav uváděných respondenty převládá strach týkající se správného nastavení tzv. bezpečného prostředí (tzv. safe learning environment). Narušení bezpečného prostředí nebo jeho nedostatečné vytvoření vede ke snížení ochoty se plně zapojit do tréninku, snížení edukačního potenciálu a v závažných případech i k negativním až traumatickým zážitkům [11–13]. Výsledky tohoto dotazníku odhalují některé faktory ohrožující bezpečné prostředí a poskytují možnost adresovat je ještě před kurzem a tedy zamezit jejich působení na účastníky [14].

Zároveň je zajímavé, že navzdory absenci přímé zkušenosti s VR u většiny respondentů, byl deklarovaný velmi vysoký zájem o účast na kurzu s využitím této technologie. Tento kontrast lze interpretovat prostřednictvím modelu akceptace technologií Technology Acceptance Model (TAM) [15], který zdůrazňuje význam vnímané užitečnosti a snadnosti použití technologie pro její přijetí. Zdá se, že respondenti VR vnímají jako potenciálně přínosný nástroj výuky, což podporuje jejich pozitivní očekávání, přestože s ní zatím většina osobně nepracovala. Na druhou stranu právě neznalost, technická nejistota nebo nepřesná představa o průběhu výuky mohou představovat faktory, které ovlivňují ochotu k reálné účasti. Z toho vyplývá, že při zavádění VR do vzdělávání by měla být součástí přípravy účastníků nejen technická orientace, ale i jasná komunikace cílů, průběhu a přínosu kurzů, která může přispět k upevnění důvěry v tuto formu výuky.

Téměř dvě třetiny respondentů využily možnost vyjádřit se k otevřené otázce týkající se témat, které by měly zájem trénovat s využitím VR. Z odpovědí vyplývá výrazný zájem o prakticky zaměřený obsah, zejména simulaci akutních a krizových stavů. Opakovaně byla zmiňována potřeba nácviku invazivních výkonů a práce s přístroji, jako je např. ECMO, UPV nebo dialýza. Pokud se totiž podíváme na analýzy srovnávající vzdělávání s prvky VR s tradičními způsoby vzdělávání, můžeme konstatovat, že využití VR významně zvyšuje znalosti, prohlubuje technické dovednosti, a to včetně zkrácení celkové doby prováděných intervencí [16, 17]. Významná část odpovědí však rovněž zdůraznila důležitost rozvoje netechnických dovedností, především krizové komunikace v týmu, komunikace s pacienty a jejich rodinami, zvládání konfliktních situací a rozhodování v eticky náročných situacích. Poměrně často pak respondenti projeví zájem o nácvik obtížné simulovatelných situací, zejména management hromadného neštěstí a triage pacientů.

Graf 1. Očekávání respondentů od kurzu s využitím VR, rozložení odpovědí dle Likertovy škály (N = 114)

Graf 2. Obavy respondentů od kurzu s využitím VR, rozložení odpovědí dle Likertovy škály (N = 114)

Recentní publikace věnující se využití VR pro trénink managementu hromadných neštěstí naznačuje, že je integrace VR slibným, efektivním a bezpečným vzdělávacím prostředkem, který by mohl najít své místo zejména v utvzování či prohlubování již nabytých vědomostí v této problematice [18].

Limitace studie spočívají ve složitosti distribuce dotazníku a následné ochotě k vyplnění. V posledních letech klesá ochota zdravotníků vyplňovat dotazníkové šetření, což ovlivnilo distribuci dotazníku pouze na 14 pracovištích s následným vyplněním 114 respondenty. Sílu studie udává především její zaměření na problematiku, která v České republice nebyla zatím pokryta a přináší tak zcela originální výsledky. Tyto výsledky mohou být využity při přípravě

výuky s využitím VR a tvorbě opatření k rozptýlení obav z využívání VR, čímž bychom mohli docílit výrazného zvýšení efektivity vzdělávacího procesu.

Závěr

VR je rychle se rozvíjejícím výukovým nástrojem, s jehož využitím ve vzdělávání zdravotníků se pravděpodobně budeme setkávat stále častěji. Je třeba brát v úvahu, že prvky VR vyvolávají v participantech emoce, a to jak pozitivní, tak negativní. Pro zachování bezpečného prostředí při výuce je vhodné reflektovat především negativní emoce a obavy, jako je strach z nahrávání či využití záznamu k pozdějšímu hodnocení, a adekvátně je ošetřit v prebriefingu a briefingu.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři deklarují, že při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence, všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Prohlášení o původnosti:** Autoři deklarují, že je práce původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. Předběžné výsledky nebyly publikovány formou konferenčního abstraktu. **Střet zájmů:** Autoři nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Souhlas se zněním článku:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Podíl autorů:** konceptualizace – TP, JH, PŠ, TV; metodologie – TP, JH, PŠ, TV; osobní účast při provádění průzkumu nebo experimentu – TP, JH, DD; psaní (originální návrh) – TP, JH, DD; psaní (recenze a úpravy) – TV, EK, PŠ; vedení a koordinace – PŠ; validace – PŠ; formální analýza – DD, TP, JH; správa dat – TP, JH; administrace projektu – TP, JH; získávání financí – JH. **Financování:** Tato studie vznikla za finanční podpory Technologické agentury České republiky v rámci programu SIGMA – DC2, projekt č. TQ15000324. **Poděkování:** Děkujeme všem respondentům za vyplnění dotazníku. Děkujeme zástupcům vedení a sekretariátů Kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Kliniky dětské anesteziologie a resuscitace, Kliniky komplexní onkologické péče a Ústavu simulační medicíny za podporu a pomoc při tvorbě této práce. **Registrace:** ClinicalTrials.gov (NCT06931392). **Projednání etickou komisí:** Etická komise Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, SZ: MU-IS/90370/2025/2712246/LF.

LITERATURA

1. Word Virtual Reality In: Cambridge dictionary [Internet]. Cambridge University Press & Assessment; 2025 [cited 2025 Jun 4]. Available from: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/virtual-reality>.
2. Abbas JR, O'Connor A, Ganapathy E, Isba R, Payton A, McGrath B, et al. What is Virtual Reality? A healthcare-focused systematic review of definitions. *Health Policy Technol*. 2023 Jun;12(2):100741.
3. Tursø-Finnich T, Jensen RO, Jensen LX, Konge L, Thinggaard E. Virtual Reality Head-Mounted Displays in Medical Education: A Systematic Review. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2023 Feb;18(1):42-50.
4. Alam F, Matava C. A New Virtual World? The Future of Immersive Environments in Anesthesiology. *Anesth Analg*. 2022 Aug;135(2):230-8.
5. Labrague LJ, McEnroe-Petitte DM, Bowling AM, Nwafor CE, Tsaras K. High-fidelity simulation and nursing students' anxiety and self-confidence: A systematic review. *Nurs Forum (Auckl)*. 2019 Jul;54(3):358-68.
6. Prokopová T, Vrbica K, Hudec J, Dvořáček J, Malásková J. Zhodnocení implementace simulační výuky do specializačního vzdělávání lékařů před absolvováním základního kmene. *Anest intenziv Med* 2021;32(2):74-81.
7. Kosinová M, Štourač P, Malásková J. Premiéra akreditovaného kurzu Simulace kritických stavů proběhla v Brně. *Anest intenziv Med*. 2021;32(2):71.
8. McCarthy C, Carayannopoulos K, Walton JM. COVID-19 and changes to postgraduate medical education in Canada. *Can Med Assoc J*. 2020 Aug 31;192(35):E1018-20.
9. McKechnie T, Levin M, Zhou K, Freedman B, Palter VN, Grantcharov TP. Virtual Surgical Training During COVID-19: Operating Room Simulation Platforms Accessible From Home. *Ann Surg*. 2020 Aug;272(2):e153-4.
10. Sharma A, Minh Duc NT, Luu Lam Thang T, et al. A Consensus-Based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS). *J Gen Intern Med*. 2021;36(10):3179-3187.
11. McClintock AH, Fainstad T, Blau K, Jauregui J. Psychological safety in medical education: A scoping review and synthesis of the literature. *Med Teach*. 2023 Nov 2;45(11):1290-9.
12. Kim HY, Kim EY. Effects of Medical Education Program Using Virtual Reality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 22;20(5):3895.
13. Baniyadi T, Ayyoubzadeh SM, Mohammadzadeh N. Challenges and Practical Considerations in Applying Virtual Reality in Medical Education and Treatment. *Oman Med J*. 2020 May 15;35(3):e125-e125.
14. Turner S, Harder N. Psychological Safe Environment: A Concept Analysis. *Clin Simul Nurs*. 2018 May;18:47-55.
15. Davis FD. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. 1985.
16. Sung H, Kim M, Park J, Shin N, Han Y. Effectiveness of Virtual Reality in Healthcare Education: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sustainability*. 2024 Sep 30;16(19):8520.
17. Zhao G, Fan M, Yuan Y, Zhao F, Huang H. The comparison of teaching efficiency between virtual reality and traditional education in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Ann Transl Med*. 2021 Feb;9(3):252-252.
18. Heldring S, Jirwe M, Wihlborg J, Berg L, Lindström V. Using High-Fidelity Virtual Reality for Mass-Casualty Incident Training by First Responders – A Systematic Review of the Literature. *Prehospital Disaster Med*. 2024 Feb;39(1):94-105.

Comparison of ibuprofen and paracetamol combination with ketorolac and paracetamol in patients undergoing gynecologic surgery: A review of pain level, coagulation profile, and interleukin-6 levels

Maarif M. K.¹, Musba A. M. T.^{1,2}, Datu M. D.^{1,3}, Gaus S.^{1,2}, Wirawan N. S.^{1,3}, Adil A.^{1,2}

¹Department of Anesthesiology, Intensive Care and Pain Management, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia

²Department of Anesthesiology, Intensive Care and Pain Management, Faculty of Medicine, Dr. Wahidin Sudirohusodo General Hospital, Makassar, Indonesia

³Department of Anesthesiology, Intensive Care and Pain Management, Faculty of Medicine, Hasanuddin University Hospital, Makassar, Indonesia

Background: Postoperative pain management in gynecological surgery remains a significant challenge, with many patients experiencing moderate to severe pain despite standard analgesic interventions. The risk of complications, such as bleeding and prolonged recovery, is heightened by the use of certain analgesics, emphasizing the need for optimal pain management strategies. This study compares the efficacy of two multimodal analgesic regimens-ibuprofen-paracetamol and ketorolac-paracetamol-on pain, coagulation, and interleukin-6 (IL-6) levels.

Methods: A double-blind randomized trial was conducted with 40 patients undergoing gynecological surgery. Group 1 received IV ibuprofen (400 mg) + paracetamol (1000 mg); Group 2 received IV ketorolac (30 mg) + paracetamol (1000 mg). Numeric Rating Scale (NRS), clotting time (CT), bleeding time (BT), and IL-6 were assessed at 6, 24, and 48 hours postoperatively.

Results: Pain scores and CT did not differ significantly between the groups. The ketorolac group showed a significant increase in BT at 24 and 48 hours ($p < 0.05$), while the ibuprofen group had significantly lower IL-6 levels at 24 hours ($p < 0.05$).

Conclusion: Both regimens were equally effective for pain control. However, ketorolac-paracetamol significantly prolonged bleeding time, while ibuprofen-paracetamol was more effective in reducing inflammation by lowering IL-6 levels. These differences should be considered, particularly in patients at risk of bleeding.

Key words: pain management, coagulation profile, interleukin-6, ibuprofen, ketorolac, paracetamol, gynecological surgery.

Srovnání kombinace ibuprofenu a paracetamolu s ketorolakem a paracetamolem u pacientek podstupujících gynekologickou operaci: přehled úrovně bolesti, koagulačního profilu a hladin interleukinu-6

Úvod: Léčba pooperační bolesti u gynekologických výkonů i nadále představuje závažný problém, jelikož mnoho pacientek pociťuje středně silnou až silnou bolest, a to i navzdory standardním analgetickým postupům. Riziko komplikací, jako je krvácení a prodloužená doba rekonvalescence, se zvyšuje při užití některých analgetik, což zdůrazňuje nutnost optimálních strategií pro zvládnutí bolesti. Tato studie srovnává účinnost dvou multimodálních analgetických režimů – ibuprofen-paracetamol a ketorolac-paracetamol – na bolest, koagulaci a hladiny interleukinu-6 (IL-6).

Metody: Byla provedena dvojité zaslepená studie se 40 pacientkami, které podstoupily gynekologickou operaci. Skupině 1 byl podán intravenózně ibuprofen (400 mg) + paracetamol (1000 mg); skupina 2 obdržela intravenózně ketorolac (30 mg)

CORRESPONDING AUTHOR:

Muhammad Khaerul Maarif, MD, Khaerulmaarif19@yahoo.com

Článek přijat redakcí: 16. 6. 2025; Článek přijat k tisku: 6. 10. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):247-252

+ paracetamol (1000 mg). Po 6, 24 a 48 hodinách po operaci jsme hodnotili numerickou škálu bolesti (NRS), dobu srážlivosti (CT), dobu krvácivosti (BT) a IL-6.

Výsledky: Skóre bolesti a CT se mezi oběma skupinami významně nelišily. Skupina s ketorolakem vykazovala významný nárůst BT po 24 a 48 hodinách ($p < 0,05$), zatímco skupina s ibuprofenem měla po 24 hodinách významně nižší hladiny IL-6 ($p < 0,05$).

Závěr: Oba režimy byly co do zvládnání bolesti stejně účinné. Ovšem kombinace ketorolak-paracetamol významně prodlužovala dobu krvácivosti, zatímco kombinace ibuprofen-paracetamol byla účinnější při redukci zánětu prostřednictvím snížení hladiny IL-6. Tyto rozdíly je třeba brát v úvahu, zejména pak u pacientek s rizikem krvácení.

Klíčová slova: léčba bolesti, koagulační profil, interleukin-6, ibuprofen, ketorolak, paracetamol, gynekologická operace.

Introduction

Gynecological surgery is a common procedure that frequently results in postoperative pain of varying intensity, ranging from moderate to severe [1]. Inadequate perioperative pain management can result in multiple complications, including hemodynamic instability, prolonged recovery, immunosuppression, and an increased risk of developing chronic pain [2]. Postoperative pain following gynecological procedures may arise from various surgical approaches, including laparotomy and laparoscopy [3]. Although laparoscopy is considered a minimally invasive technique, postoperative pain remains a significant concern that warrants proper management.

Postoperative pain involves a combination of nociceptive, inflammatory, and neuropathic components resulting from tissue injury and inflammatory response to surgical trauma [4]. Therefore, a multimodal analgesic approach combining multiple drugs with different mechanisms of action is strongly recommended to achieve optimal pain control while minimizing the adverse effects associated with high doses of a single agent [2].

Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and paracetamol (acetaminophen) are central components in multimodal postoperative analgesia. Ibuprofen is a non-selective cyclooxygenase (COX) inhibitor that reduces the production of prostaglandins involved in pain and inflammation. Ketorolac is a more potent NSAID with strong analgesic effects and is frequently administered intravenously for the management of severe postoperative pain [5]. Paracetamol, although its mechanism of action is not fully understood, is believed to act centrally to exert analgesic and antipyretic effects [6].

Despite their effectiveness, NSAIDs are associated with potential side effects, particularly affecting the coagulation and gastrointestinal systems. All NSAIDs can inhibit platelet aggregation to varying degrees, with ketorolac being associated with a higher risk of bleeding due to its greater potency [7]. Postoperative coagulation disturbances may lead to serious hemorrhagic complications, particularly in surgeries with significant bleeding potential, such as gynecological procedures.

Moreover, the postoperative inflammatory response mediated by pro-inflammatory cytokines such as IL-6 is also of concern. IL-6 is released in response to tissue injury and correlates with pain intensity and the overall postoperative stress response [8, 9]. NSAIDs are known to modulate this inflammatory cascade. Comparing the effects of different analgesic combinations on IL-6 levels can provide insights into their capacity to attenuate systemic inflammation.

Given the importance of achieving effective pain control with a favorable safety profile, this study aims to compare the efficacy and safety of two commonly used analgesic combinations ibuprofen-paracetamol and ketorolac-paracetamol in patients undergoing gynecological surgery. The comparison focuses on postoperative pain intensity, changes in coagulation parameters (CT, BT), and serum IL-6 levels.

Material and Methods

A double-blind, randomized clinical trial was conducted between December 2024 and March 2025 at Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital and its affiliated network hospitals. The study design was approved by the Ethics Committee for Biomedical Research (No: 1010/UN4.6.4.5.31/PP36/2024).

Eligible patients were those aged 18–65 years undergoing gynecologic surgery, with American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status I–II. Patients with significant comorbidities, prior relevant drug use, ongoing chemotherapy, or study-material allergies were excluded. Furthermore, patients who experienced major bleeding or blood transfusion during surgery ($> 40\%$ of MABL), withdrawal from the study, and conversion to general anesthesia during surgery dropped out of this study. After providing informed consent, the subjects were divided into two groups (Group 1: ibuprofen + paracetamol; Group 2: ketorolac + paracetamol).

After informed consent was obtained and the inclusion criteria were met, patients were randomly assigned to treatment groups using block randomization with a block size of four, generated by a computer-based random number generator. Group allocations were placed in sealed, opaque envelopes and opened by a nurse who was not involved in data collection or patient evaluation.

Both the anesthesiologist responsible for postoperative pain management and the researcher collecting data were blinded to group allocation (double-blind). The patients were also unaware of the medication they received (double-blind).

All patients enrolled in the study underwent surgery under spinal anesthesia in the left lateral position, with insertion at the L3–L4 interspace using a 25G Spinocan needle. The anesthetic regimen consisted of 0.5% bupivacaine 15 mg combined with fentanyl 25 µg. Surgical procedures commenced once the sensory block reached the T6 dermatome. After the surgery had been completed and the patient had recovered from anesthesia in the Post-Anesthesia Care Unit (PACU), the assigned analgesic regimen was administered 1 hour postoperatively according to group allocation. Group 1 (ibuprofen-paracetamol)

received ibuprofen 400 mg diluted in 100 mL of 0.9% NaCl plus 10 mL of placebo every 8 hours and paracetamol 1000 mg intravenously every 6 hours. Group 2 (ketorolac-paracetamol) received ketorolac 30 mg diluted in 10 mL of 0.9% NaCl plus 100 mL of placebo every 8 hours and paracetamol 1000 mg intravenously every 6 hours. Medications were administered for the first 24 hours postoperatively.

If pain was not adequately controlled with the assigned regimen (NRS > 4), rescue analgesia in the form of intravenous fentanyl at a dose of 0.5–1 mcg/kg body weight was provided. The total dose of rescue analgesia administered was recorded.

The primary endpoints were pain levels, CT, BT, and IL-6 levels. Pain intensity was assessed using the NRS at 6, 12, and 24 hours postoperatively. CT and BT were measured 2 hours before surgery (preoperative baseline) and at 24 and 48 hours postoperatively. IL-6 levels were measured at 6 and 24 hours post-surgery using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method. Blood samples were collected, and IL-6 concentration was analyzed to evaluate the inflammatory response to the surgical procedure and analgesic interventions.

Data were analyzed using the SPSS version 25.0 statistical software. The normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk test, with a significance level of $p > 0.05$ indicating a normal distribution. For normally distributed data ($p > 0.05$), an independent t-test was used, while for non-normally distributed data ($p \leq 0.05$), the Mann-Whitney U test was applied to compare NRS scores, CT, BT, and IL-6 levels before and after intervention within each group. A P value of < 0.05 was considered statistically significant.

Results

This study included a total of 40 participants who were randomly divided into two groups. The baseline characteristics of the two groups (age, body weight, height, BMI, duration of surgery, and blood loss) showed no significant differences ($p > 0.05$), indicating that the groups were homogeneous. Detailed characteristics are presented in Table 1.

1. Pain Levels

Pain levels were assessed using the NRS at rest and during movement at 6, 12, 24, and 48 hours postoperatively. No significant differences were observed in the mean NRS scores at rest or during movement between Group 1 and Group 2 at any of the measurement time points ($p > 0.05$). The comparative results are presented in Table 2.

2. Coagulation Profile

As shown in Table 3, there were no significant differences in CT values within either Group 1 or Group 2 across the measurement time points ($p > 0.05$). For BT, Group 1 also did not exhibit significant changes. However, in Group 2, significant differences in BT values were observed between 2 hours preoperatively and 24 hours postoperatively, between 2 hours preoperatively and 48 hours postoperatively, and between 24 and 48 hours postoperatively ($p < 0.05$).

As presented in Table 4, the comparison of changes (Δ) in CT between 2 hours preoperatively and 24 hours postoperatively did not differ significantly between the two groups ($p > 0.05$). At 48 hours

Tab. 1. Characteristics of research subjects

Characteristics	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)	p-value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Age (year)	40.30 $\pm$ 7.39	41.50 $\pm$ 10.29	0.674 ^a
Body weight (kg)	64.10 $\pm$ 8.54	61.55 $\pm$ 5.67	0.273 ^a
Height (m)	154.30 $\pm$ 4.41	155.80 $\pm$ 2.95	0.183 ^b
Body Mass Index (kg/m ²)	26.98 $\pm$ 4.18	25.35 $\pm$ 2.66	0.157 ^b
Operation duration (minutes)	133.50 $\pm$ 32.97	111.00 $\pm$ 33.86	0.102 ^b
Bleeding (mL)	305.00 $\pm$ 122.36	302.50 $\pm$ 106.96	0.925 ^b

^aIndependent sample t test, ^bMann-Whitney test; p value < 0.05 is significant.

Tab. 2. Comparison of NRS at rest and NRS during movement between groups

Time	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)	p-value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
NRS at rest			
6 hours post-surgery	2.60 $\pm$ 0.50	2.95 $\pm$ 0.76	0.183
12 hours post-surgery	1.60 $\pm$ 0.50	2.10 $\pm$ 0.97	0.134
24 hours post-surgery	1.25 $\pm$ 0.44	1.60 $\pm$ 0.59	0.091
48 hours post-surgery	0.00 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.31	0.602
NRS upon movement			
6 hours post-surgery	3.60 $\pm$ 0.50	3.55 $\pm$ 0.51	0.752
12 hours post-surgery	3.00 $\pm$ 0.86	2.70 $\pm$ 0.72	0.349
24 hours post-surgery	2.35 $\pm$ 0.49	2.45 $\pm$ 0.51	0.524
48 hours post-surgery	1.10 $\pm$ 0.31	1.00 $\pm$ 0.00	0.152

Mann-Whitney test, p value < 0.05 is significant.

Tab. 3. Comparison of CT and BT between study times

Time	Group 1 (n = 20)	p-value	Group 2 (n = 20)	p-value
	Mean ± SD		Mean ± SD	
CT (minutes) ^a				
2 hours preoperatively	7.67 ± 0.36	1.000	7.62 ± 0.36	0.772
24 hours post-surgery	7.67 ± 0.36		7.67 ± 0.38	
2 hours preoperative	7.67 ± 0.36	0.104	7.62 ± 0.36	0.209
48 hours post-surgery	7.72 ± 0.34		7.76 ± 0.36	
24 hours post-surgery	7.67 ± 0.36	0.104	7.67 ± 0.38	0.056
48 hours post-surgery	7.72 ± 0.34		7.76 ± 0.36	
BT (minutes) ^b				
2 hours preoperatively	3.42 ± 0.20	0.317	3.36 ± 0.17	0.046
24 hours post-surgery	3.45 ± 0.24		3.46 ± 0.22	
2 hours preoperative	3.42 ± 0.20	0.074	3.36 ± 0.17	0.002
48 hours post-surgery	3.48 ± 0.22		3.60 ± 0.26	
24 hours post-surgery	3.45 ± 0.24	0.336	3.46 ± 0.22	0.044
48 hours post-surgery	3.48 ± 0.22		3.60 ± 0.26	

^aPaired t test, ^bWilcoxon test, p value < 0.05 is significant.

Tab. 4. Comparison of CT and BT changes between groups

Time	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)	p-value
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Delta CT (minutes)			
2 hours pre-24 hours post	0.00 ± 0.00	0.05 ± 0.13	0.429
2 hours pre-48 hours post	0.05 ± 0.13	0.13 ± 0.22	0.265
24 hours post-48 hours post	0.05 ± 0.13	0.09 ± 0.17	0.583
Delta BT (minutes)			
2 hours pre-24 hours post	0.03 ± 0.11	0.09 ± 0.21	0.201
2 hours pre-48 hours post	0.05 ± 0.15	0.24 ± 0.24	0.021
24 hours post-48 hours post	0.03 ± 0.16	0.14 ± 0.29	0.157

Mann-Whitney test, *p* value < 0.05 is significant

postoperatively, the mean CT increased by 0.05 in Group 1 and by 0.13 in Group 2; however, this difference was not statistically significant ($p > 0.05$). Regarding changes in BT, at 24 hours postoperatively, BT increased by 0.03 in Group 1 and by 0.09 in Group 2, with no significant difference between the groups ($p > 0.05$).

However, the comparison of BT changes between 2 hours preoperatively and 48 hours postoperatively showed a significant difference between Groups 1 and 2 ($p < 0.05$), with mean increases of 0.05 and 0.24, respectively. No significant difference was observed in BT changes between 24 and 48 hours postoperatively in either group ($p > 0.05$).

The trends in CT and BT for both groups are illustrated in Figures 3 and 4. CT remained relatively stable in the ibuprofen group, whereas a slight increase was observed in the ketorolac group. BT showed minimal changes in the ibuprofen group, but increased more notably in the ketorolac group, particularly at 48 hours postoperatively.

3. Interleukin-6 Levels

The results presented in Table 5 indicate no significant difference in the mean IL-6 levels at 2 hours preoperatively between Group 1 and Group 2 ($p > 0.05$), indicating comparable baseline IL-6 levels in both groups. However, IL-6 levels differed significantly between the two groups at 6 hours and 24 hours postoperatively ($p < 0.05$). The comparison of IL-6 levels between the groups over the study time points is illustrated in Figure 3. IL-6 levels increased from 2 hours preoperatively to 6 hours postoperatively, followed by a decline at 24 hours postoperatively in both groups.

Discussion

This study compares the analgesic efficacy, effects on coagulation profiles, and inflammatory responses of the ibuprofen-paracetamol combination versus the ketorolac-paracetamol combination in patients

undergoing gynecological surgery. The findings demonstrate that both analgesic combinations paracetamol-ibuprofen and paracetamol-ketorolac are effective in managing postoperative gynecological pain, with no significant differences observed in NRS scores. These results are consistent with prior research by Rahim et al. (2023) which similarly reported no significant differences in pain levels between the paracetamol-ibuprofen and paracetamol-ketorolac combinations following functional endoscopic sinus surgery [11]. This supports the principle of multimodal analgesia, wherein drug combinations may produce synergistic effects in reducing pain and opioid consumption.

Fig. 1. CT graph in both groups

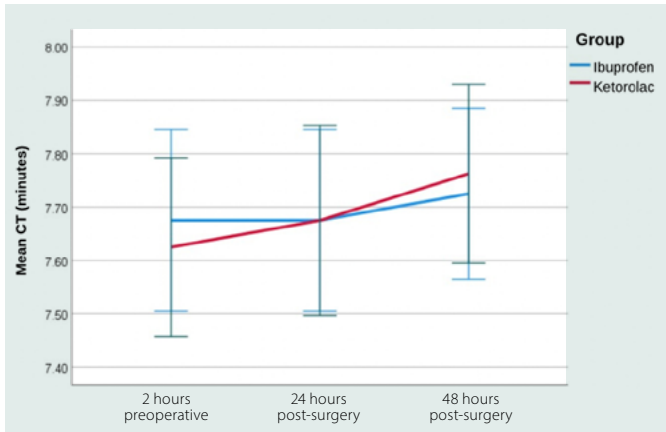


Fig. 2. BT graph in both groups

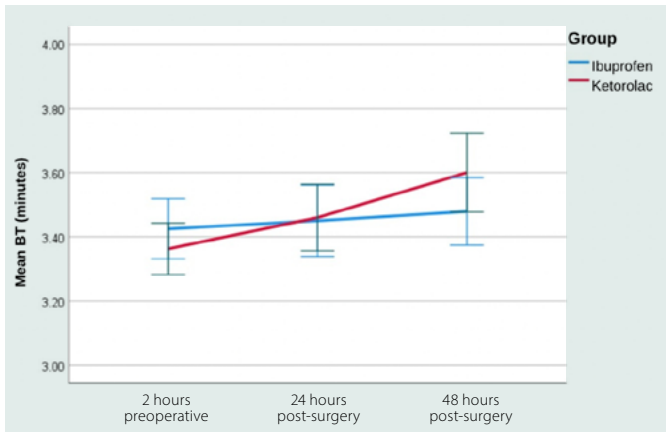
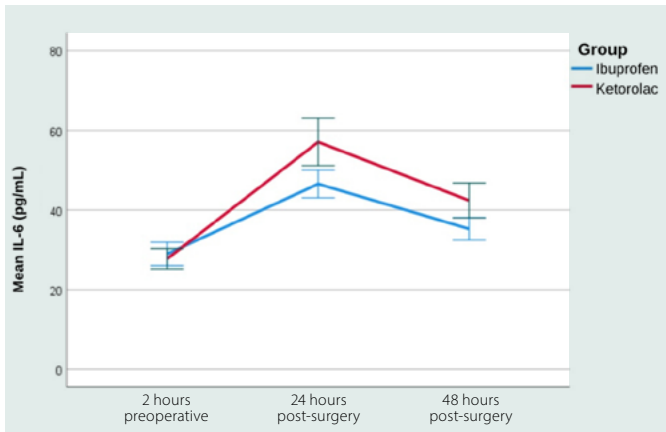


Fig. 3. IL-6 levels in both groups



Tab. 5. Comparison of IL-6 levels between groups

Time	IL-6 (pg/mL)		p-value
	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)	
	Mean ± SD	Mean ± SD	
2 hours preoperatively	28.96 ± 6.30	27.76 ± 5.47	0.522
6 hours post-surgery	46.55 ± 7.46	57.09 ± 12.72	0.003
24 hours post-surgery	35.26 ± 5.97	42.39 ± 9.40	0.007

Mann-Whitney test, p value < 0.05 is significant.

The absence of a significant difference in NRS pain scores between the two groups indicates that both ibuprofen-paracetamol and ketorolac-paracetamol combinations provide comparable analgesia in this patient population. This finding supports the concept of multimodal analgesia, where combining drugs with different mechanisms can provide effective pain relief even though intravenous ketorolac is typically viewed as more potent than oral ibuprofen. The efficacy of paracetamol as a foundational component in both regimens likely contributed to these outcomes, given its well-established analgesic properties in postoperative pain management [2].

An important aspect of this study is the evaluation of the coagulation profile. Although both combinations provided equivalent analgesia, significant differences were observed in the coagulation profile and IL-6 levels. The ketorolac-paracetamol group exhibited a significant prolongation of BT at 24 and 48 hours postoperatively. Ketorolac is known to cause prolonged BT and reduced platelet aggregation [12, 13]. By contrast, paracetamol exerts minimal effects on platelet aggregation and does not significantly prolong BT [14]. Ibuprofen, although classified as an NSAID, has been reported to have effects on platelet aggregation and coagulation that return to normal within 24 hours after the last dose [15, 16]. The increased BT observed in the ketorolac-paracetamol group indicates a potentially higher risk of bleeding compared to the ibuprofen-paracetamol group, particularly in surgical procedures requiring meticulous hemostatic control.

Furthermore, this study also examined the effects on serum IL-6 levels, an important inflammatory marker. The ibuprofen-paracetamol group demonstrated a more significant reduction in serum IL-6 levels at 6 and 24 hours postoperatively compared to the ketorolac-paracetamol group. IL-6 is a pro-inflammatory cytokine released in response to tissue injury and surgical stress [17], and it correlates with systemic inflammatory response and pain intensity [18]. Other studies have reported that ibuprofen, prednisone, and betamethasone are equally effective in reducing IL-6 levels when compared with indomethacin and piroxicam. Research comparing the effects of diclofenac, ketorolac, and tramadol has shown that all three drugs are capable of reducing IL-6 production in response to surgical trauma [19, 20]. The greater suppression of IL-6 by the ibuprofen-paracetamol combination may reflect the stronger anti-inflammatory effects of ibuprofen compared to ketorolac. This suggests that ibuprofen may be more effective in modulating the systemic inflammatory response following surgery.

Such a mechanism could contribute to improved patient recovery, although further investigation is warranted.

The strengths of this study include a double-blind randomized clinical trial design, which helps minimize bias. Objective measurements, such as coagulation parameters and IL-6 levels, further enhance the robustness of the data. However, several limitations should be noted. A limitation of this study is the follow-up period restricted to 48 hours postoperatively. This short observation window limits the ability to assess potential long-term adverse effects associated with the administration of ibuprofen-paracetamol and ketorolac-paracetamol combinations. Therefore, further studies with extended follow-up periods are necessary to comprehensively evaluate the safety profiles of these analgesic regimens.

The findings of this study support that the combination of ibuprofen-paracetamol offers analgesic efficacy equivalent to that of ketorolac-paracetamol in gynecological patients, with a more favorable coagulation profile. This suggests that ibuprofen-paracetamol may represent a safer analgesic option, particularly for patients at risk of bleeding or those undergoing procedures with a high risk for bleeding. In addition, it also has a better anti-inflammatory effect.

Future research should include longer follow-up durations to evaluate the long-term impact on morbidity related to bleeding and chronic pain. Broader investigations of inflammatory markers and more comprehensive assessments of platelet function would also provide deeper insights into the mechanisms of action of these drug combinations. In addition, studies assessing the cost-effectiveness and patient satisfaction of both regimens would be highly valuable.

Conclusion

The combinations of ibuprofen-paracetamol and ketorolac-paracetamol demonstrated a comparable efficacy in managing postoperative pain in gynecological patients. The ibuprofen-paracetamol combination did not significantly affect CT and BT, whereas the ketorolac-paracetamol combination significantly influenced coagulation profiles, specifically BT, at 24 and 48 hours post-surgery. The ibuprofen-paracetamol combination resulted in lower IL-6 levels at 6 and 24 hours postoperatively compared to the ketorolac-paracetamol combination, showing that it was more effective in suppressing the inflammatory response. The choice of an analgesic regimen should carefully balance pain control efficacy, coagulation safety profile, and the need to modulate the inflammatory response on an individual patient basis.

AUTHORS' STATEMENT: AI Use Statement: We, the authors of this article, hereby declare that whatever is contained in this article is purely the result of research that we have conducted, not solely from AI. **Originality statement:** Parts of this study have never been published or presented at any congress or scientific meeting. **Conflict of interest:** We wish to confirm that there are no known conflicts of interest associated with this publication and there has been no significant financial support for this work that could have influenced its outcome. We confirm that the manuscript has been read and approved by all named authors and that there are no other persons who satisfied the criteria for authorship but are not listed. We further confirm that the order of authors listed in the manuscript has been approved by all of us. We confirm that we have given due consideration to the protection of intellectual property associated with this work and that there are no impediments to publication, including the timing of publication, with respect to intellectual property. In so doing we confirm that we have followed the regulations of our institutions concerning intellectual property. We further confirm that any aspect of the work covered in this manuscript that has involved either experimental human patients has been conducted with the ethical approval of all relevant bodies and that such approvals are acknowledged within the manuscript. We understand that the Corresponding Author is the sole contact for the Editorial process (including Editorial Manager and direct communications with the office). He is responsible for communicating with the other authors about progress, submissions of

revisions and final approval of proofs. We confirm that we have provided a current, correct email address which is accessible by the Corresponding Author.

Agreement with the article's content: We declare that all authors have read the manuscript, agree with its wording, and consent to its submission to the *Anesteziologie a intenzivní medicína* journal's editorial office. **Authors' contributions:** Muhammad Khaerul Maarif: Concept and study design, data collection, data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. AM Takdir Musba: Concept and study design, data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. Madonna D Datu: Concept and study design, data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. Syafruddin Gaus: Data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. Nur Surya Wirawan: Data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. Andi Adil: Data analysis and interpretation, manuscript drafting, critical revision of the manuscript, final approval of the manuscript before publication. **Funding:** In this research, we did not use any financial assistance from any particular party or sponsorship.

Acknowledgements: We would also like to extend our gratitude to all participants and colleagues who contributed their time, insight, and expertise to this research. **Registration in databases:** All data collected in this study will be kept confidential and used solely for research purposes. Participants' identities were anonymized with a unique code, and no personally identifiable information was disclosed at any stage of the study. Data were securely stored in a password-protected digital file, accessible only to the research team. Participant confidentiality was maintained in accordance with institutional policies and applicable data protection regulations. **Ethics committee consideration:** The study protocol complies with the Declaration of Helsinki and has been approved by the Research Ethics Committee of Hasanuddin University (No.: 1010/UN4.6.4.5.31/PP36/2024). Each participant gave written informed consent and agreed to participate in this study.

REFERENCES

- Erekson EA, Yip SO, Ciarleglio MM, Fried TR. Postoperative complications after gynecologic surgery. *Obstetrics and Gynecology*. 2011;118(4):785-93. doi: 10.1097/AOG.0b013e-31822dac5d.
- Wick EC, Grant MC, Wu CL. Postoperative multimodal analgesia pain management with nonopioid analgesics and techniques a review. *JAMA Surg*. 2017;152(7):691-7. doi: 10.1001/jamasurg.2017.0898.
- Supermaniam S. Laparoscopic Surgery in Gynaecology. In: *Laparoscopic Surgery in Gynaecology and Common Diseases in Women*. 1st ed. Melaka, Malaysia: Adequate Wonder; 2016.
- Horn R, Hendrix JM, Kramer J. Postoperative Pain Control. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing.; 2025.
- Singh P, Rastogi S, Bansal M, Kumar S, Singh R, Nishad SG, et al. A Prospective Study to Assess the Levels of Interleukin-6 Following Administration of Diclofenac, Ketorolac and Tramadol After Surgical Removal of Lower Third Molars. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015;14(2):219-25. doi: 10.1007/s12663-013-0609-1.
- Sun F, Zhang Y, Li Q. Therapeutic mechanisms of ibuprofen, prednisone and beta-methasone in osteoarthritis. *Mol Med Rep*. 2017;15(2):981-7. doi: 10.3892/mmr.2016.6068.
- Mahmoodi AN, Patel P, Kim PY. Ketorolac. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2025.
- Aletaha D, Kerschbaumer A, Kastrati K, Dejaco C, Dougados M, McInnes IB, et al. Consensus statement on blocking interleukin-6 receptor and interleukin-6 in inflammatory conditions: an update. *Ann Rheum Dis*. 2023;82(6):773-87. doi: 10.1136/ard-2022-222784.
- Rose-John S. Local and systemic effects of interleukin-6 (IL-6) in inflammation and cancer. *FEBS Lett*. 2022;596(5):557-66. doi: 10.1002/1873-3468.14220.
- Wittes J. Sample Size Calculations for Randomized Controlled Trials. *Epidemiol Rev*. 2002;24(1):39-53. doi: 10.1093/epirev/24.1.39.
- Rahim Muhr, Musba AMT, Palinrungi AS, Ahmad Muhr, Muhadi R, Rum M. Perbandingan Antara Kombinasi Ibuprofen dan Parasetamol dengan Ketorolac dan Parasetamol Intravena Terhadap Derajat Nyeri dan Rasio Neutrofil Limfosit Pasca-Functional Endoscopic Sinus Surgery. *Jurnal Anestesi Perioperatif*. 2024;12(3):161-8. doi: 10.15851/jap.v12n3.3889.
- Fithri D, Wijaya D, Arifin H. Perbedaan Nilai Agregasi Trombosit Akibat Pengaruh Penggunaan Analgesia Ketorolac dan Ibuprofen Intravena Pascaoperasi di RSUP Haji Adam Malik Medan. *Jurnal Anestesi Perioperatif*. 2017;5(3):141-6. doi: 10.1581/jap.v5n3.1166.
- Douraiswami B, Dilip PK, Harish BN, Jagdish M. C-reactive protein and interleukin-6 levels in the early detection of infection after open fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(3):381-5. doi: 10.1177/230949901202000325.
- Botting RM. Mechanism of action of acetaminophen: is there a cyclooxygenase 3? *Clin Infect Dis*. 2000;31 Suppl 5:S202-10. doi: 10.1086/317520.
- Goldenberg NA, Jacobson L, Manco-Johnson MJ. Brief Communication: Duration of Platelet Dysfunction after a 7-Day Course of Ibuprofen. *Ann Intern Med*. 2005;142(7):506-9. doi: 10.7326/0003-4819-142-7-200504050-00009.
- Martini WZ, Deguzman R, Rodriguez CM, Guerra J, Martini AK, Pusateri AE, et al. Effect of Ibuprofen dose on platelet aggregation and coagulation in blood samples from pigs. *Mil Med*. 2015;180(3 Suppl):80-5. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00395.
- Park A, Anderson D, Battaglini RA, Nguyen N, Morse LR. Ibuprofen use is associated with reduced C-reactive protein and interleukin-6 levels in chronic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2022;45(1):117-25. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10790268.2020.1773029>.
- Younus LA. The potential impact of Ibuprofen on level of IL-6. *Maaen Journal for Medical Sciences*. 2024;3(1). doi: 10.55810/2789-9136.1038.
- Sun F, Zhang Y, Li Q. Therapeutic mechanisms of ibuprofen, prednisone and beta-methasone in osteoarthritis. *Mol Med Rep*. 2017 Mar;15(2):981-7.
- Singh P, Rastogi S, Bansal M, Kumar S, Singh R, Nishad SG, et al. A Prospective Study to Assess the Levels of Interleukin-6 Following Administration of Diclofenac, Ketorolac and Tramadol After Surgical Removal of Lower Third Molars. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015 Jun 1;14(2):219-25.

Hypertonický roztok laktátu sodného v resuscitaci septického šoku: popisný přehled patofyziologie, preklinických a klinických dat

Kříž M.¹, Nalos M.^{1,2}, Vintrých P.^{3,4}, Müller J.^{1,4}, Raděj J.^{1,4}, Matějovič M.^{1,4}

¹Jednotka intenzivní péče, I. interní klinika, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň

²Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

³Kardiologická klinika, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň

⁴Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

Cíl: Nadměrná akumulace tekutin během tekutinové resuscitace je asociována se zvýšenou mortalitou a orgánovou dysfunkcí. Přislíbem personalizace léčby tekutinami je maximální benefit a minimální škodlivé dopady infuzní terapie. To zahrnuje predikci účinku infuze a rozvahu nad jejím objemem a složením s ohledem na klinickou situaci. Ve světle nedávných změn paradigmatu metabolismu laktátu proto diskutujeme současné poznatky o koncepci maloobjemové intravenózní resuscitace roztokem hypertonického laktátu sodného (HSL).

Design: Narativní přehled současné literatury základního, aplikovaného a klinického výzkumu relevantního k problematice tekutinové resuscitace hypertonickým roztokem.

Metoda: Vyhledání prostřednictvím databáze PubMed a Google Scholar dle klíčových slov, spolu s rešerší citací.

Výsledky: Celkem bylo vyhledáno 569 výsledků v PubMed a 721 výsledků v Google Scholar. Vzhledem k narativnímu charakteru tohoto přehledu nebylo provedeno formální hodnocení kvality důkazů pomocí standardizovaných metod. Neprotokolizovaný výběr literatury byl proveden dle konsenzu autorů a založen na odborné relevanci, typu studie a dostupnosti plného textu. Limitace rešerše jsou vysvětleny v diskuzi.

Závěr: Hypertonický roztok laktátu sodného by mohl být slibnou alternativou v portfoliu stávajících resuscitačních tekutin s potenciálem optimalizovat cirkulující objem a zlepšit bioenergetiku srdeční práce, a to bez nadměrné tekutinové a chlořidové nálože. Úroveň evidence o účinnosti HSL u pacientů v septickém šoku je však zatím velmi omezená a zamezuje implementaci HSL do klinické praxe. Navzdory exponenciálnímu nárůstu počtu studií s HSL v posledních letech zůstává ke konečnému zhodnocení účinku a bezpečnosti nezbytné provést robustní randomizované studie navržené v souladu s nejnovějšími poznatky základního výzkumu metabolismu laktátu.

Klíčová slova: sepsa, septický šok, intravenózní tekutinová terapie, krystaloidy, hypertonický roztok laktátu sodného.

Hypertonic sodium lactate solution in the resuscitation of septic shock: a narrative review of pathophysiology, preclinical and clinical data

Aim: Excessive fluid accumulation during fluid resuscitation is associated with increased mortality and organ dysfunction. The promise of personalized fluid therapy lies in maximizing its benefits while minimizing the harmful effects of fluid resuscitation. This includes prediction of the hemodynamic response to infusion and careful consideration of its volume and composition in the context of the clinical situation. In light of recent paradigm shifts in lactate metabolism, we therefore discuss current evidence on the concept of low-volume intravenous resuscitation with hypertonic sodium lactate (HSL).

Design: A narrative review of the current literature on basic, applied and clinical research relevant to the issue of fluid resuscitation with hypertonic solution.

Method: Keyword search of PubMed and Google Scholar databases, along with citation search. The limitations of the search are explained in the discussion.

Results: A total of 569 results were found in PubMed and 721 results in Google Scholar. Due to the narrative nature of this

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Miroslav Kříž, mirda.kriz@gmail.com

Článek přijat redakcí: 16. 5. 2025; Článek přijat k tisku: 8. 10. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):253-261

review, no formal evaluation of the quality of evidence using standardised methods has been carried out. The non-protocolized selection of literature was made according to the consensus of the authors and based on professional relevance, type of study and availability of full text.

Conclusion: Hypertonic sodium lactate may represent a promising alternative within the portfolio of resuscitation fluids, with the potential to optimize circulating volume and improve the bioenergetics of cardiac performance while avoiding excessive fluid and chloride load. However, current evidence regarding its efficacy in patients with septic shock remains very limited and does not yet allow implementation of HSL into clinical practice. Despite the exponential increase in the number of HSL studies in recent years, robust randomized trials designed in accordance with the latest findings from basic research on lactate metabolism are still required to definitively assess its efficacy and safety.

Key words: sepsis, septic shock, intravenous fluid therapy, hypertonic sodium lactate solution.

Úvod

Kontrola infekčního fokusu, antibiotická léčba, intravenózní infuze tekutin a aplikace vasopresoru jsou pilíři resuscitace septického šoku a reflektují základní patofyziologii hemodynamické nestability během sepse. Cílem volumoterapie je obnovit tkáňovou perfuzi navýšením srdečního předtížení a srdečního výdeje, respektive kompenzovat v kombinaci s vasopresory nárůst vaskulární kapacity způsobené vasodilatací a extravazací tekutin při porušené kapilární permeabilitě [1]. Observační studie dokládají spojitost excesivní léčby tekutinami a akumulace tekutin s nepříznivým výsledkem kriticky nemocných pacientů v různých klinických stavech [2]. Nejvíce rizikovou skupinou jsou přitom pacienti v sepsi a s pre-existujícím nebo nově vzniklým onemocněním ledvin [3, 4], a to v důsledku narušené regulace cirkulujícího objemu i úzkého terapeutického koridoru při výběru a dávkování tekutin.

Tento přehledový článek si klade za cíl shrnout fyziologické a farmakologické předpoklady použití hypertonického roztoku laktátu sodného (HSL) při tekutinové resuscitaci pacientů se septickým šokem a zhodnotit dostupné experimentální, preklinické a klinické důkazy a jejich implementaci do budoucího výzkumu.

Metodika

Studie zabývající se účinkem hypertonického laktátu sodného, které jsou prezentovány v tomto přehledu, byly vyhledány prostřednictvím databáze PubMed a doplněny vyhledáváním v Google Scholar, aby byly identifikovány i relevantní práce, které nejsou indexovány v hlavních biomedicínských databázích (tzv. šedá literatura, konferenční příspěvky). Strategie rešerše vycházela z kombinace klíčových slov: „lactate infusion“, „hypertonic sodium lactate“, „hypertonic lactate solution“, „hyperosmolar sodium lactate“, „half-molar sodium lactate“, „molar sodium lactate“, „0.5M sodium lactate“, „Na-lactate“, a dále z rozšiřujících klauzulí zahrnujících výrazy jako „lactate“, „hypertonic“, „molar“, „half-molar“, „hyperosmolar“ a „concentrated“.

Celkem bylo vyhledáno 569 výsledků v PubMed a 721 výsledků v Google Scholar. Na základě stanovených kritérií (recenzní řízení, relevance k tématu, kvalita metodologie, anglický jazyk, publikace do června 2025) bylo nakonec zahrnuto 13 publikací pro detailnější popisnou analýzu (Tab. 1).

Pro neprotokolizovaný narativní, nikoli systematický postup, nebylo provedeno formální hodnocení kvality důkazů dle standardizovaných metod. Výběr literatury byl proveden dle konsenzu autorů a založen

na odborné relevanci, typu studie a dostupnosti plného textu včetně relevantních citací z vybraných publikací. Při interpretaci výsledků jsme věnovali pozornost hlavním metodologickým omezením a potenciálním zdrojům bias uváděných jednotlivými autory primárních zdrojů.

Z přehledu byly vyloučeny studie, které:

- zkoumaly jiné hypertonické roztoky než čistý HSL (např. kombinace HSL s koloidy či dalšími ionty),
- používaly roztoky s koncentrací laktátu sodného výrazně nižší než 0,5 M,
- nebo hodnotily nutriční roztoky obsahující laktát.

Tekutinová resuscitace v septickém šoku – současný stav

Včasná a účinná tekutinová resuscitace je klíčová pro stabilizaci tkáňové hypoperfuze při sepsi a septickém šoku. Surviving Sepsis Campaign Guidelines z roku 2016 a 2024 doporučují iniciálně infuzi 30 ml/kg (ideální tělesná hmotnost) izotonických krystaloidů při počáteční tekutinové resuscitaci. Tento fixní objem počáteční resuscitace je založen na observačních studiích [5].

Většina pacientů však vyžaduje pokračování v podávání tekutin po počáteční resuscitaci. To je třeba vyvážit s rizikem akumulace tekutin a potenciálním poškozením spojeným s přetížením tekutinami, zejména prodlouženou ventilací, progresí akutního poškození ledvin (AKI) a zvýšenou mortalitou. Jedním z nejdůležitějších principů zvládání komplexních septických pacientů je potřeba podrobného počátečního zhodnocení a průběžného přehodnocování odpovědi na léčbu.

Nedávná multicentrická studie RCT CLASSIC limitující isotonické krystaloidní roztoky neprokázala jednoznačnou výhodu restriktivní versus liberální tekutinové terapie v časně fázi septického šoku s ohledem na 90denní mortalitu. Restriktivní strategie měla tendenci být lepší u pacientů se zdrojem infekce v plicích, zatímco liberální strategie u pacientů s intraabdominálním zdrojem infekce. Rozdíl ve strategii tekutinové léčby mezi skupinami u pacientů, kteří měli nově vzniklé závažné AKI (stadium 2 a více dle modifikované KDIGO klasifikace) nebo potřebu RRT, nebyl signifikantní [6]. Naproti tomu americká studie CLOVERS v rámci sekundární analýzy u 196 sledovaných pacientů s pokročilou chronickou renální dysfunkcí zdokumentovala v restriktivní větvi nižší mortalitu (P 21,7 % vs. S 39,4 %, HR 0,5, 95% CI 0,29–0,85) [4]. Tato studie proto naznačila, že nižší iniciální objemy tekutin mohou mít výhodu u části pacientů, přestože v celkovém hodnocení studie zahrnující hypotenzní

Tab. 1. Přehled studií a jejich infuzních protokolů

autor	rok	design studie	model	velikost vzorku	enantiomer	koncentrace roztoku (mmol/l)	rychlost infuze (mmol/kg/min)	doba aplikace (min)	komparátor
experimentální studie									
Hørsdal et al.	2025	randomizovaná, zaslepená, kontrolovaná	prasečí, ischemický kardiogenní šok	20	NR	1 000	≈ 0,0483	180	ekvimolární chlorid sodný
Hørsdal et al.	2024	randomizovaná, zaslepená, kontrolovaná, zkřížená	prasečí, zdravý	8	NR	1 000	≈ 0,0833	120	ekvimolární chlorid sodný
Besnier et al.	2020	randomizovaná, kontrolovaná	krysí, septický	30	NR	1 000	≈ 0,0417	1 080	8,4% bikarbonát sodný, 0,9% chlorid sodný
Duburcq et al.	2018	randomizovaná, kontrolovaná, otevřená	prasečí, endotoxemický	15	NR	1 000	NA (450 ml/270 min)	270	8,4% bikarbonát sodný, 0,9% chlorid sodný
Su et al.	2016	randomizovaná, kontrolovaná	ovčí, endotoxemický	14	NR	504,15	≈ 0,1008 (bolus) + ≈ 0,0084 (infuze)	15 (bolus) + 120 (infuze)	0,9% chlorid sodný, 3% chlorid sodný, Ringer-laktát
Deburcq et al.	2014	randomizovaná, kontrolovaná	prasečí, endotoxemický	15	NR	1 000	≈ 0,0833	270	8,4% bikarbonát sodný, 0,9% chlorid sodný
humánní studie									
Berg-Hansen et al.	2025	kontrolovaná, jednoduše zaslepená, zkřížená	zdraví dobrovolníci (muži)	8	racemát	500	≈ 0,0500 (bolus) + ≈ 0,0250 (infuze)	30 (bolus) + 210 (infuze)	ekvimolární chlorid sodný
Aramendi et al.	2020	nekontrolovaná	skupina 1: hypovolemie a hypoperfuze, skupina 2: akutní trauma mozku	41	NR	504	NA (500 ml/15 min bez adjustace na váhu)	15	NA
Nalos et al.	2018	randomizovaná, kontrolovaná, dvojitě zaslepená, zkřížená	zdraví dobrovolníci (muži a ženy)	10	NR	504	≈ 0,0756 (bolus) + ≈ 0,0168 (infuze)	20 (bolus) + 60 (infuze)	3% chlorid sodný
Nalos et al.	2014	randomizovaná, kontrolovaná, otevřená	akutní srdeční selhání	40	NR	494,57	≈ 0,1008 (bolus) + ≈ 0,0083 (infuze)	15 (bolus) + 1440 (infuze)	Hartmannův roztok (pouze úvodní bolus bez následné infuze)
Somasetia et al.	2014	randomizovaná, kontrolovaná, jednoduše zaslepená	Dengue shock syndrome	30	NR	504,15	≈ 0,1680 (bolus) +/- ≈ 0,1680 (bolus)	15 (bolus) +/- 15 (bolus)	Ringer-laktát
Levreve et al.	2008	randomizovaná, otevřená	pacienti po CABG	208	NR	504,15	≈ 0,0070	720	Ringer-laktát
Kálmán et al.	2005	randomizovaná, kontrolovaná, jednoduše zaslepená, zkřížená	Alzheimerova nemoc	20	NR	500	0,125	20	0,9% chlorid sodný

NR – neuvedeno; NA – neaplikovatelné; CABG – Coronary artery bypass grafting.

pacienty přijaté na emergency nebyl rozdíl v 90denní mortalitě mezi časnou vasopresorickou podporou a standardní „liberální“ infuzní terapií [7]. To dokládá velkou interindividuální variabilitu patofyziologické odpovědi kriticky nemocných na systémovou infekci i na samotnou léčbu tekutinami a vyzdvihuje potřebu precizního personalizovaného přístupu a dynamické hodnocení reakce na množství tekutin i přizpůsobení výběru složení intravenózní infuze dané klinické situaci.

Z portfolia resuscitačních tekutin jsou pro léčbu septického šoku indikovány nebalancované krystaloidy, jako je „fyziologický roztok“ (FR), balancované krystaloidní roztoky (BMES), a omezeněji roztoky albuminu [5]. Přítomnost chloridového aniontu ve fyziologickém roztoku snižuje rozdíl silných iontů (SID) v plazmě, což vede k hyperchloremické metabolické acidóze, zejména při podání velkého objemu. S narůstajícím objemem infuze se uplatňuje i diluční efekt na koncentraci albuminu, který ale acidózu mitiguje pouze nedostatečně. Hyperchloremie může

vést ke snížení kortikální perfuze ledvin a indukovat renální dysfunkci [8]. Řadí se tak mezi nezávislé prediktory mortality a nepříznivých výsledků léčby u kritických pacientů [9].

Potřeba minimalizovat *in vivo* acidobazické odchylky po podání roztoků dala vzniknout balancovaným roztokům, které se vyznačují sníženým obsahem chloridu náhradou za organické anionty, jako je laktát, acetát, glukonát nebo malát, které jsou metabolizovány, čímž se zvyšuje SID a pH [10].

Zatím poslední velkou studií, jejíž výsledky byly implementovány do doporučení Surviving Sepsis Campaign z roku 2021 a podpořily preferenci vyvážených roztoků u podskupiny septických pacientů (mortalita ve skupině BMES 25,2 % vs. ve skupině FR 29,4 %; OR 0,80; 95% CI, 0,67–0,97, $p = 0,02$), byla i přes své limity (zejména monocentrický design, nezaslepenost, obtížná interpretace cílového kompozitního ukazatele) studie SMART [11]. Později publikovaná studie PLUS srovnávající

mortalitu a riziko vzniku AKI u pacientů na JIP léčených Plasmalyte versus FR neurčila podskupinu pacientů na JIP, která by měla jednoznačný prospěch z BMES [12].

Konkrétní důkazy pro výběr časné resuscitační tekutiny jsou tedy nejednoznačné což ponechává prostor pro respektování přirozené patofyziologické variability a přizpůsobení strategie léčby klinické situaci, ale i pro generování nových hypotéz a hledání nových roztoků, které nejenže doplňují intravaskulární objem tekutin, ale mají aditivní efekt na kardiovaskulární a imunitní systém.

Koncept nízkoobjemové infuzní terapie hypertonickými roztoky

Ve snaze zvýšit srdeční výdej, zlepšit tkáňovou perfuzi a současně limitovat akumulaci tekutin je zkoumán koncept nízkoobjemové resuscitace hypertonickými krystaloidními roztoky, které mohou obnovit intravaskulární objem, zlepšit mikrocirkulaci a snížit buněčný otok mobilizací stávající tekutiny z intracelulárního a intersticiálního kompartmentu do vaskulárního [13–15].

Minimální objem izotonické tekutiny, který je schopen zvýšit tlak žilního návratu, je variabilní a závislý na proměnných daného klinického stavu. Efekt takového bolusu tekutiny je přitom ne zcela předvídatelný a mnohdy dočasný [16, 17]. Frekventní přímé intravaskulární podávání tekutin může vést k poruše glykokalyxu, navození dysfunkce endotelu, poruchy vaskulární permeability a paradoxně tak přispět ke ztrátám intravaskulárního volumu [18]. Příkladem kontroverze bolusového podání tekutin je studie FEAST, která zdokumentovala zvýšenou úmrtnost dětí s infekcí a selháním cirkulace, které dostaly bolus intravenózní tekutiny ve srovnání s těmi, kterým nebyla podána žádná infuze ve sledovaném období [19].

Opakované bolusové podání albuminových koloidů zůstává kontroverzní navzdory povzbudivým výsledkům post-hoc analýz studie SAFE a ALBIOS a není podloženo jasnými daty ani u hemodynamicky nestabilních cirhotických pacientů se sepsí [20–23]. Výše uvedené potenciální škodlivé účinky hyperchloremie zase limitují hypertonický roztok chloridu sodného.

Laktát jako komponenta resuscitačních tekutin

Již v roce 1932 americký pediatr Alexis Frank Hartman modifikoval relativně izotonický Ringerův roztok přidáním laktátu sodného jako pufru s cílem snížit acidifikaci séra u dehydratovaných, oligourických pacientů s průjmovitým onemocněním a učinil tak krok k vytvoření vyváženějšího krystaloidního roztoku [24].

Jakmile je po disociaci exogenní laktát promptně metabolizován v buňkách, zbylý sodíkový kation zvyšuje plazmatický rozdíl silných iontů (SID), což vede ke zvýšení plazmatického bikarbonátu a k alkalizaci [25]. To vylučuje rozvoj hyperchloremické metabolické acidózy, která může být asociována s infuzí chloridu sodného – stále celosvětově nejčastěji používané intravenózní resuscitační tekutiny [26, 27].

Navíc při vstupu molekuly laktátu do buňky musí v rámci zachování elektroneutality extracelulárně vystoupit jiný anion – nejčastěji chlorid. Protože buněčný objem je determinován rovnováhou sodíku a chloridu,

může tento mechanismus přispět ke snížení buněčného otoku. Tento efekt byl popsán u pacientů s intrakraniální hypertenzí při otoku mozku po traumatickém inzultu [28]. Omezení tkáňového otoku společně se snížením tekutinové nálože během resuscitace je žádoucí, neboť oba faktory mohou souviset s orgánovou dysfunkcí u sepe [29].

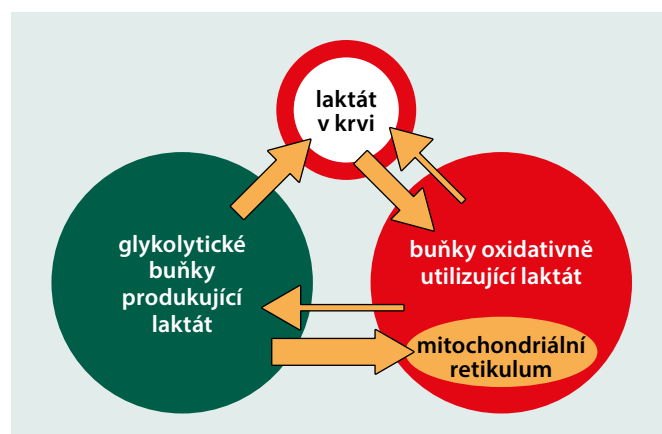
Laktát jako metabolický a regulační substrát

Tři roky před Hartmanovým počinem manželé Coriovi popsali na experimentálních modelech cyklus laktátu během intenzivní svalové práce. Byl tak položen základ pro chápání laktátu jako normálního intermediárního metabolitu, a ne jako vedlejšího škodlivého produktu [30].

Ještě dlouho poté však byl, a často dosud je, laktát považován za škodlivý produkt anaerobní glykolyzy během tkáňové hypoxie. Tvorba laktátu v těle je však kontinuální, nezávislá na anaerobních podmínkách a vzestup jeho plazmatické hladiny je důsledkem řady souvisejících patofyziologických procesů, které sice mohou být zapříčiněny buněčnou hypoxií, ale většinou s hypoxií vykazují pouze korelaci, ne kauzalitu. Laktát je neustále produkován v procesu glykolyzy i za dostatku kyslíku ve zdravých tkáních lidského organismu ($\approx 20 \text{ mmol/kg/den}$) [31]. Významný posun od konceptu anaerobního prahu přinesla *The Lactate Shuttle Hypothesis*, formulovaná v polovině 80. let minulého století fyziologem Georgem Brooksem (Obr. 1) [32]. Pomocí izotopového značení laktátu v kombinaci s arterio-venózním měřením koncentrace laktátu v reálném čase identifikoval přesuny laktátu v organismu na intercelulární a intracelulární úrovni daleko přesahující Coriových cyklus. Nyní víme, že je laktát hlavní prekurzor glukoneogeneze v játrech a ledvinách a ústřední oxidativní energetický substrát pro orgány se zachovalou aerobní kapacitou, jako jsou mozek, srdce, ledviny a svaly, za fyziologického stavu, a především i v období metabolického stresu.

U sportujících jedinců je typická výměna laktátu mezi bílými „glykolytickými“ vlákny typu II a červenými „oxidačními“ vlákny typu I namáhaného kosterního svalstva nebo mezi pracujícím kosterním svalstvem a srdcem, respektive mozkem, kde může být laktát za daných podmínek dokonce preferovaným palivem před ostatními energetickými substráty [33, 34]. Přestože srdce v klidovém stavu preferuje mastné kyseliny jako hlavní zdroj energie, výnos ATP na spotřebovanou molekulu kyslíku je pravděpodobně u laktátu vyšší, a tedy při zvýšené

Obr. 1. The lactate shuttle concept



srdeční práci výhodnější než u volných mastných kyselin. To koreluje se zjištěním, že se podíl příjmu cirkulujícího laktátu myokardem a jeho využití jako metabolického paliva zvyšuje během adrenergní stimulace a zátěže [35, 36]. Experimenty s aplikací metody laktátového „clampu“ ukázaly nereciproční vztah laktátu a glukózy během nárůstu energetické potřeby organismu, kdy byla zvýšená plazmatická hladina laktátu provázena nárůstem utilizace laktátu a poklesem oxidace i produkce glukózy [37]. Tato adaptace může mít mimo energetické výhody také své patofyziologické opodstatnění v souvislosti s omezením glukózové toxicity v inzulin-nondependentních buňkách, které přijímají glukózu mechanismy závislými na glukózovém gradientu (renální buňky, hepatocyty, neurony a imunitní buňky) [38, 39].

Právě zátěž organismu – intenzivní svalová práce a kritické stavy vyžadující nepřetržitou dodávku velkého množství ATP, provází zvýšený glykolytický tok a tvorba intermediárních metabolitů včetně laktátu. Produkce a *shuttling* laktátu je proto jedinečným adaptivním procesem, který umožňuje efektivně redistribuovat energetický zdroj z tkání s narušeným oxidativním metabolismem do tkání s dostatečnou aerobní kapacitou [40].

I když sepse vede k narušené schopnosti tkání utilizovat kyslík v důsledku mikrocirkulační dysfunkce [41], vzestup laktátu v krvi u endotoxemických prasat byl pozorován ještě před nástupem skutečné tkáňové hypoxie [42]. Dominuje přitom zvýšený glykolytický tok jako důsledek zesílené adrenergní reakce organismu. To dokazuje potřebu uvažovat i o příčinách zvýšené produkce laktátu působících pod tzv. anaerobním prahem a mimo cytopatickou dysoxii (Tab. 2) [43–45]. Ovšem koncentrace laktátu v krvi nevypovídá nic o jeho nadprodukcí, ale je výsledkem poměru produkce a utilizace. Proto během šoku může k hyperlaktatemii významně přispívat alterace laktátové výměny (*broken shuttling*) a odbourávání laktátu v důsledku narušené perfuze, mikrocirkulace a buněčných funkcí splanchniku postihující ústřední orgány laktátového metabolismu (játra a ledviny), na což by měla být soustředěna podpůrná léčba – vasopresorická podpora, volumoterapie, absence hepato- a nefrotoxických inzultů.

Přesun laktátu mezi tkáněmi a intracelulárními kompartmenty (mitochondriální import) probíhá v závislosti na změně koncentrace

laktátu a pH, přičemž prostup laktátu a dalších monokarboxylátů (např. butyrát, acetoacetát) biologickými membránami je facilitován monokarboxylátovými transportéry (MCT). Nezastupitelnou roli MCT a redoxní, respektive energetický význam laktátu, podporuje pozoruhodný výsledek izotopového stopování laktátu na myším modelu s indukovanou hypertrofickou kardiomyopatií, kdy delece genu pro laktát-specifický MCT akcelerovala progresi srdečního selhání. Obdobně inhibice tvorby laktátu vedla u endotoxemického experimentálního modelu k časně poruše myokardiální funkce a smrti [46].

Je známo, že funkce myokardu může být až u 70 % pacientů v septickém šoku snížena [47, 48]. Sepsí indukovaná myokardiální dysfunkce (SIMD) je relativně novým pojmem, jehož definice nebyla dosud přesně navržena, a i když je samotná SIMD často reverzibilní, je jedním z prediktorů morbidity a mortality. Rysy septické kardiomyopatie zahrnují akutní systolickou dysfunkci se sníženou kontraktilitou nebo poruchu relaxace jedné nebo obou srdečních komor [48].

Výše uvedené fyziologické poznatky o laktátu a jeho důležitost pro myokard tak poskytují východisko pro další výzkum laktátových roztoků v péči o kriticky nemocné.

Hypertonický roztok laktátu sodného – farmakologické vlastnosti

Hypertonické laktátové infuze jsou k dispozici jako L-laktát sodný a sloučeniny obsahující laktát vázaný na sodík a eventuálně další elektrolyty.

Důležité je rozlišení roztoků na bázi L-, D-enantiomeru a racemické směsi, neboť existuje rozdíl v jejich metabolismu a výsledném účinku. L-laktát je hlavní stereoisomer laktátu v lidském organismu a má větší energetický potenciál než D-laktát [49]. Využití roztoků s obsahem D-laktátu limituje kapacita organismu jej metabolizovat i falešně negativní stanovení jeho plazmatické hladiny standardními laboratorními metodami. Hrozí tak jeho kumulace s potenciálně negativními patofyziologickými konsekvencemi.

Nejčastějšími vedlejšími účinky HSL jsou vzestup pH a hladiny sodíku v plazmě. Ve studiích s použitím roztoku sodíku a laktátu, který neobsahuje jiné minerály, dochází ke snížení koncentrace draslíku [50–53]. To je třeba mít na paměti při navrhování studií s infuzemi sodíku a laktátu,

Tab. 2. Klasifikace příčin hyperlaktatemie (Müller J. et al.)

mechanism	cause	examples	
increased pyruvate production	non-specific glycolysis stimulation	respiratory alkalosis, catecholamines (mainly epinephrine), inhaled beta-agonists, pheochromocytoma	
	malignancy-associated metabolic disturbances (Warburg effect)	leukemia, lymphoma, or, less often, solid malignancies	
	other causes influencing the redox potential of the cell	alcoholism, diabetic ketoacidosis	
decreased pyruvate utilization	hypoxia-related hyperlactatemia (type A hyperlactatemia)	crossing of an anaerobic threshold in skeletal muscle	intensive muscle activity, generalized convulsions, hypothermic shivering
		insufficient load of oxygen in blood	hypoxemic hypoxia, profound anemia, CO intoxication
		insufficient perfusion	shock, regional ischemia (i.e. mesenteric ischemia), cardiac arrest, microvascular shunting
	pyruvate-dehydrogenase dysfunction	thiamine deficiency (beri-beri), inherited enzymatic dysfunction	
	mitochondrial dysfunction	drugs (propofol, linezolid, metformin, etc.), inherited disorders, cyanide intoxication, sepsis	
altered clearance of lactate	liver failure, renal failure		

protože hypokalemie zvyšuje riziko srdečních arytmií. Některé studie uvádějí pokles koncentrace chloridů [50, 52], zatímco v jiných studiích zůstává chloridemie stabilní. To je výhoda hypertonického laktátu ve srovnání s hypertonickým chloridem sodným, protože ten může prohloubit hyperchloremickou metabolickou acidózu. Koncentrace vápníku také klesá, pokud není nepřetržitě nahrazována [52]. Snížení ionizovaného vápníku tak může negativně přispět ke zhoršení srdeční kontraktility nebo vazodilataci.

Jedna studie, kde byl HSL podáván ve větším množství s cílem navodit panickou ataku u pacientů trpících Alzheimerovou chorobou [54], podle předpokladů popsala příznaky paniky a úzkosti a další mírné až středně závažné vedlejší účinky jako podrážděnost, pocit chladu, pocení, třes, nepohodlí a nutkání na močení. Kromě této specifické studie, u pacientů bez kritického onemocnění, žádná ze zahrnutých studií nezaznamenala žádné závažné vedlejší účinky.

Přehled preklinických a klinických důkazů

Nové důkazy naznačují, že hypertonický 0,5molární roztok laktátu (L-enantiomer) sodného může být prospěšnou resuscitační tekutinou s potenciálem snížit riziko přetížení tekutinami a zároveň zlepšit myokardiální funkci, a to nad rámec prosté objemové expanze. Výhody i omezení HSL vycházejí z výše popsané metabolické funkce laktátu a z fyziologických účinků hypertonického roztoku. Přestože zatím chybí robustní data z randomizovaných kontrolovaných studií, řada dosavadních experimentálních i klinických studií přináší výsledky, které podporují další základní i klinický výzkum laktátu a jsou diskutovány v následující části textu. Ze všech zahrnutých studií pouze práce Berg-Hansena et al. specifikovala použitou enantiomerní formu laktátu, konkrétně racemickou směs DL-laktátu. Nicméně většina studií používala roztoky s L formou laktátu.

Preklinické studie

Ex vivo

Autoři z univerzity v dánském Aarhusu nedávno demonstrovali na heterogenních ex vivo experimentálních modelech kardiovaskulární vliv solných roztoků devíti přirozených karboxylátů včetně ketolátek a L-laktátu. Hodnocení izolovaného efektu jednotlivých karboxylátů bylo dosaženo sjednocením osmolarity a pH roztoků o fyziologické hodnotě [55]. Výsledky experimentu poukazují na unikátní hemodynamický dopad L-laktátu, který pravděpodobně zahrnuje arteriální, respektive koronární relaxaci se zlepšením průtoku koronárním řečištěm, sníženou systémovou vaskulární rezistenci, stimulaci srdeční kontraktility a venokontrakci s potenciálem zvýšit srdeční předpětí mobilizací tzv. „unstressed“ krevního objemu. Navíc, jak je známo, beta-oxidace mastných kyselin je během metabolického stresu a při nabídce laktátu částečně inhibována, což snižuje nároky myokardu na dodávku kyslíku [33]. Kromě toho zvyšující se poměr NADH/NAD⁺ během oxidace laktátu na pyruvát v cytosolu a mitochondriích pracujícího myokardu poskytuje elektrony pro funkci dýchacího řetězce a genezi ATP. To pomáhá udržet energetický a redoxní potenciál kardiomyocytů potřebný pro jejich funkci.

Konkrétní vliv exogenního laktátu na lidský i zvířecí kardiovaskulární systém *in vivo* však dosud zůstává nejasný.

In vivo – experimentální modely

U prasečího modelu ischemického kardiogenního šoku byl exogenní laktát spojen se vzestupem na zátěži nezávislých parametrů kontraktility srdce [56]. Experimentální studie Duburcq překvapivě ukázala, že infuze laktátu vedla dokonce k výraznějšímu zlepšení srdečního výdeje ve srovnání s podáním bikarbonátu sodného [57]. Případný aditivní mechanismus HSL ale nebyl vysvětlen. Naopak Su dosáhl závěru, že aplikace HSL urychluje úhyn endotoxemických ovcí v těžkém šoku [58]. Rozporuplné výstupy signalizují klíčovou limitaci laktátového roztoku. Pokud je šok natolik závažný, že mitochondrie ve většině tkání ztrácí schopnost metabolizovat laktát, jeho hromadění vně buněk brání transportu laktátu směrem z buněk. Vzhledem k tomu, že laktát je transportován z buněk spolu s protonem, vede to pravděpodobně ke zhoršení nitrobuněčné acidózy a otoku, což má destruktivní důsledky pro buněčnou funkci [59] (Nalos M. – nepublikovaná data). Pokud je naopak funkce mitochondrií zachována, může být nabídka laktátu jakožto důležitého substrátu pro buňku prospěšná.

Byly popsány i další mechanismy působící na úrovni mikrocirkulace po podání HSL. Přímé intravaskulární podávání tekutin může vést k poruše glykokalyxu a ke změně vaskulární permeability v organismu kompromitovaném sepsí. Následkem je zvýšený kapilární únik a paradoxně další ztráta intravaskulární tekutiny bez ohledu na závažnost sepse, respektive septického šoku [60]. Výhodou HSL jako resuscitační tekutiny je možnost dosáhnout adekvátní expanze intravaskulárního objemu podáním malého množství roztoku, a to díky mobilizaci tekutin z extravaskulárního do intravaskulárního kompartmentu. Navíc existuje předpoklad, že protizánětlivý účinek HSL může vést k potlačení proteolytických procesů aktivovaných během systémového zánětu a tím zabránit degradaci některých složek glykokalyxu, jak doložil Besnier et al. na septickém krysím modelu [61]. V tomto kontextu je vhodné zmínit dosud ojedinělý experiment od Duburcq a kol. Autoři popsali signifikantní snížení renální mikrovaskulární trombózy a zachování clearance kreatininu u endotoxemického prasečího modelu po aplikaci HSL oproti 0,9% NaCl a 8,4% bikarbonátu sodnému [62]. Zde je proto důležité připomenout vliv komplementárních nehemodynamických činitelů na renální bioenergetiku a rozvoj AKI asociovaného se sepsí. Aktuální experimentální RCT analyzovala z biotického vzorku ledviny prasete proteiny zapojené do mitochondriální biogeneze a degradace u málo závažného a závažného modelu časné fáze sepse. Skupina se závažnou sepsí vykazovala supresi oxidativní fosforylace a mitochondriálního rozpojení (tj. snížená efektivita tvorby ATP) společně s brzkými známkami *de novo* renální dysfunkce ještě před objektivními změnami renální hemodynamiky [63]. Lze zde velmi opatrně spatřit jistou analogii s patogenezí SIMD. Vliv exogenního laktátu na mitochondriální bioenergetiku ledvin však dosud nebyl popsán a je tak cenným námětem pro další výzkum.

Rané klinické studie

Účinky na srdeční funkci se mohly lišit mezi zdravými dobrovolníky a pacienty vystavenými stresu kritického onemocnění. V situacích

s akcentovanou sympatoadrenergní reakcí a buněčným stresem se může zvýšit podíl produkce ATP z laktátu. Tuto úvahu podporují studie, které dokumentují zlepšení srdeční výkonnosti po bolusu a během následné kontinuální infuze laktátu u pacientů s akutním srdečním selháním a po kardiocirurgických operacích [51, 53]. Nicméně dvě nezávislé randomizované crossover studie u malé kohorty zdravých dobrovolníků prokázaly během infuze HSL konzistentní zlepšení výkonnosti levé komory [52, 64].

Statisticky významný rozdíl v srdečním výdeji mezi skupinami léčenými hypertonickým laktátem versus ekvimolárním roztokem chloridu sodného naznačuje, že účinek HSL pravděpodobně přesahuje pouhé snížení systémové vaskulární rezistence a zvýšení srdečního plnění po volumoexpansi hypertonickými roztoky. Obecně hypertonické roztoky indukují mírné zvýšení srdečního výdeje prostřednictvím Frank-Starlingova mechanismu a spuštěním Bainbridgeova reflexu [64, 65]. Alkalizující účinek HSL může během šokových stavů provázených acidózou přispívat k hemodynamické stabilizaci. Zvýšení pH je v tomto kontextu spojováno se zlepšením inotropie srdce a zvýšenou senzitivitou adrenergních receptorů vůči katecholaminům, což může podpořit udržení funkce krevního oběhu.

Jediná klinická studie u pacientů se septickým šokem, přesněji šokem při horečce Dengue, naznačuje, že infuze hypertonického laktátu může být v této indikaci přínosná. Somasetia a kol. demonstrovali u 50 pacientů s šokovým syndromem Dengue, že podání hypertonického roztoku laktátu (koncentrace laktátu 500 mmol/L) ve srovnání s Ringer laktátem (koncentrace laktátu 28 mmol/L) vedlo ke srovnatelné volumoexpansi a zlepšení hemodynamiky navzdory mnohem nižšímu objemu podané tekutiny a nízké akumulaci tekutin ve skupině intervenované HSL [50]. Recentní prospektivní klinická studie Aramendiho zahrnovala dospělé pacienty indikované k tekutinové terapii HSL buď pro hypotenzi s prostorem pro volumoterapii, nebo pro intrakraniální hypertenzi při akutním postižení mozku. Do velmi heterogenní populace bylo zahrnuto i 12 septických pacientů. Analýza podskupin pacientů však nebyla provedena [66].

Diskuze

Klinická implikace důkazů

Je třeba zdůraznit omezenou klinickou extrapolaci experimentálních nálezů do klinické praxe. Použitý model koronární ischemie od Hørsdal et al. 2025 [56] nemusí odpovídat lidskému akutnímu koronárnímu syndromu, v jehož patogenезi se uplatňuje aterotrombóza a vliv dalších rizikových faktorů i medikace pacienta. Obdobně zvolený endotoxemický model od Duburcq et al. 2014 [57] nereprezentuje hyperdynamický fenotyp sepse, jehož responze na intervenci může být odlišná.

Aplikované metody a vytyčené cíle studií nedokázaly dosud určit konkrétní hemodynamický efekt samotného laktátu ve smyslu jeho energetického a možná epigenetického potenciálu („laktormon“), a zároveň demaskovat konkomitantní účinky dané hypertonicitou a alkalizační vlastností HSL. Není známo optimální dávkování zkoumaných roztoků ani definice dávkovacího schématu. V tomto ohledu může být vodítkem monitorace pH nebo BE (base excess) analogicky

s monitorací tolerance citrátu během náhrady funkce ledvin s regionální antikoagulací citrátem. Při intoleranci citrátu a laktátu klesá pH a BE namísto očekávaného alkalinizujícího účinku.

Klinická relevance hypertonického roztoku laktátu sodného

Na základě dostupných dat lze u septických pacientů s absolutní a relativní hypovolemií po aplikaci HSL s jistotou předpokládat zvýšení intravaskulárního objemu bez potenciálně škodlivé chloridové a pravděpodobně i tekutinové nálože ve srovnání s ekvimolárním chloridem sodným a bikarbonátem sodným, izotonickým chloridem sodným a Ringer-laktátem. U roztoků sodíku a laktátu, které neobsahují jiné minerály, dochází ke snížení plazmatické koncentrace draslíku a vápníku. Dle klinické situace je proto vhodná jejich kontrola a eventuální substituce. Závažné nežádoucí účinky nebyly v tomto ohledu popsány.

Data o zlepšení srdeční funkce a perfuze tkání bude nutné dále ověřit, neboť není zřejmé, zda se zde uplatňuje eventuální nepřímý inotropní, respektive energetický efekt roztoku laktátu nad rámec prosté volumoexpance, Frank-Starlingova a Bainbridgeova mechanismu, nebo se jedná o důsledek poklesu periferní cévní rezistence vlivem přesunu tekutiny z extravaskulárního do intravaskulárního kompartmentu na úrovni mikrocirkulace.

I přes pozitivní signály má užití HSL svá omezení, která jsou způsobena nedostatkem studií. Obavy z indukce „laktátové“ acidózy nebo zhoršení preexistující metabolické acidózy po infuzi laktátu sodného jsou na místě pouze u refrakterního šoku, kde stupeň mitochondriální dysfunkce závažně limituje mezibuněčnou a meziorgánovou výměnu laktátu (*broken lactate shuttle*). Potenciálně nevhodnou skupinou pro terapii infuzí HSL tak mohou být pacienti s refrakterním septickým šokem a koincidujícím multiorgánovým selháním s významnou poruchou bioenergetiky. Pokud je laktát metabolizován, zvýšení SID dle interpretace Stewart-Fenclovy koncepce naopak acidózu koriguje nebo dokonce vede k alkalóze. Podmínkou toho je však zachování výměny laktátu mezi tkáněmi a schopnost buněk laktát přijímat a užívat.

Limitace důkazů

Role laktátu v lidském organismu není dosud zcela pochopena, počet studií zkoumajících účinky exogenního laktátu zůstává omezený, kvalita důkazů je napříč studiemi kolísavá a hodnocené populace experimentálních i klinických studií jsou extrémně heterogenní a co do počtu malé. Srovnání jednotlivých studií ztěžuje také rozličnost kontrolních podmínek (studie případ-kontrola) a použitých roztoků, zejména jejich tonicity.

Limitace řešerše a interpretace důkazů

Limitací tohoto přehledu je nesystematická strategie vyhledávání a narativní analýza získaných dat. Selektivní bias jsme se snažili vyloučit rigorózním zhodnocením experimentální a klinické relevance a metodologické kvality dostupných publikací. Práce tak reflektuje dosavadní klíčové studie a jejich podstatné výsledky.

Perspektivy výzkumu

Současný výzkum by se, vzhledem k výše uvedeným datům, měl zaměřit na translační studie implementující přibývající důkazy základního výzkumu do jednotlivých klinických scénářů v rámci preklinických a klinických, randomizovaných, pokud možno, zaslepených studií.

Závěr

Sepse je celosvětově jednou z hlavních příčin úmrtí a jednou z nejčastějších příčin šoku na jednotkách intenzivní péče s vysokou mortalitou mezi 30 až 70 % dle závažnosti onemocnění a míry orgánového poškození. Snahou je proto inovovat způsoby diagnostiky a léčby sepse, které by redukovaly morbiditu, mortalitu a délku hospitalizace. S přibývajícím důkazem se HSL jeví jako atraktivní intravaskulární resuscitační tekutina, která by mohla být prospěšná nad rámec korekce absolutní a relativní hypovolemie u pacientů v septickém šoku. Úroveň důkazů o účinnosti a bezpečnosti hypertonic- kého roztoku laktátu sodného v této indikaci zůstává prozatím omezená a neumožňuje jeho rutinní využití v klinické praxi.

V dalším výzkumu je třeba upřednostnit kvalitně provedené randomizované a zaslepené translační studie hodnotící účinek HSL

u septického šoku s předem definovanou stratifikací pacientů podle závažnosti onemocnění a orgánového poškození.

Seznam použitých zkratk

- AKI – angl. acute kidney injury; akutní poškození ledvin
- Atot – koncentrace neprchavých slabých kyselin
- ATP – adenosin trifosfát
- BE – angl. base excess; přebytek bazí
- HSL – hypertonic- ký roztok laktátu sodného
- KDIGO – angl., kidney disease: improving global outcomes
- NADH – nikotinamidadeninukleotid s vodíkem (reduková- ná forma)
- NAD+ – nikotinamidadeninukleotid (oxidovaná forma)
- RCT – angl., randomised clinical trial; randomizovaná klinická studie
- RRT – angl. renal replacement therapy; náhrada funkce ledvin
- SID – rozdíl silných kationtů a aniontů
- SIMD – sepsí indukovaná myokardiální dysfunkce
- SSC – angl., surviving sepsis campaign

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Prohlášení o použití AI:** Autoři při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Střet zájmů:** Autoři jsou iniciátory a řešiteli právě probíhající akademické pilotní studie zkoumající hemodynamický a acidobazický efekt a bezpečnost hypertonic- kého roztoku laktátu sodného. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Financování:** Žádné. **Poděkování:** Poděkování patří České společnosti intenzivní medicíny za poskytnutí grantové podpory akademického výzkumu a všem autorům, kteří se podíleli na vytvoření tohoto článku. **Registrace:** N/A **Projednání etickou komisí:** N/A

LITERATURA

1. Malbrain MLNG, Van Regenmortel N, Saugel B, De Tavernier B, Van Gaal PJ, Joannes-Boyau O, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four D's and the four phases of fluid therapy. *Ann Intensive Care*. 2018;8(1):66. doi:10.1186/s13613-018-0402-x.
2. Sakr Y, Rubatto Birri PN, Kotfis K, Nanchal R, Shah B, Kluge S, et al. Higher Fluid Balance Increases the Risk of Death From Sepsis: Results From a Large International Audit. *Crit Care Med*. 2017;45(3):386-394. doi:10.1097/CCM.0000000000002189.
3. Bou Chebl R, Tamim H, Abou Dagher G, Sadat M, Ghamdi G, Itani A, et al. Sepsis in end-stage renal disease patients: are they at an increased risk of mortality? *Ann Med*. 2021;53(1):1737-1743. doi:10.1080/07853890.2021.1987511.
4. Jorda A, Douglas IS, Staudinger T, Heinz G, Bergmann F, Oberbauer R, et al. Fluid management for sepsis-induced hypotension in patients with advanced chronic kidney disease: a secondary analysis of the CLOVERS trial. *Crit Care*. 2024;28(1):231. doi:10.1186/s13054-024-05019-6.
5. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, Machado FR, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med* 2021;47:1181-1247.
6. Meyhoff TS, Hjortrup PB, Wetterslev J, Sivapalan P, Laake JH, Cronhjort M, et al. Restriction of Intravenous Fluid in ICU Patients with Septic Shock. *N Engl J Med*. 2022;386(26):2459-2470. doi:10.1056/NEJMoa2202707.
7. National Heart, Lung, and Blood Institute Prevention and Early Treatment of Acute Lung Injury Clinical Trials Network, Shapiro NI, Douglas IS, et al. Early Restrictive or Liberal Fluid Management for Sepsis-Induced Hypotension. *N Engl J Med*. 2023;388(6):499-510. doi:10.1056/NEJMoa2212663.
8. Chowdhury AH, Cox EF, Francis ST, Lobo DN. A randomized, controlled, double-blind crossover study on the effects of 2-L infusions of 0.9% saline and plasma-lyte® 148 on renal blood flow velocity and renal cortical tissue perfusion in healthy volunteers [published correction appears in *Ann Surg*. 2013; 258(6):1118]. *Ann Surg*. 2012;256(1):18-24. doi:10.1097/SLA.0b013e318256be72.
9. Young P, Bailey M, Beasley R, Henderson S, Mackle D, McArthur C, et al. Effect of a Buffered Crystalloid Solution vs Saline on Acute Kidney Injury Among Patients in the Intensive Care Unit: The SPLIT Randomized Clinical Trial [published correction appears in *JAMA*. 2015;314(23):2570. doi: 10.1001/jama.2015.15495]. *JAMA*. 2015;314(16):1701-1710. doi:10.1001/jama.2015.12334.
10. Raghunathan K, Shaw A, Nathanson B, Sturmer T, Brookhart A, Stefan MS, et al. Association between the choice of IV crystalloid and in-hospital mortality among critically ill adults with sepsis. *Crit Care Med*. 2014;42(7):1585-91.
11. Semler MW, Self WH, Wanderer JP, Ehrenfeld JM, Wang L, Byrne DW, et al. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults. *N Engl J Med*. 2018;378(9):829-839. doi:10.1056/NEJMoa1711584.
12. Finfer S, Micallef S, Hammond N, Navarra L, Bellomo R, Billot L, et al. Balanced Multielectrolyte Solution versus Saline in Critically Ill Adults. *N Engl J Med*. 2022;386(9):815-826. doi:10.1056/NEJMoa2114464.
13. Bunn F, Roberts I, Tasker R, Akpa E. Hypertonic versus near isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;2004(3):CD002045. doi:10.1002/14651858.CD002045.pub2
14. de la Mata-Navazo S, Fernández SN, Slöcker-Barrio M, Rodríguez-Martínez A, Torres L, Rodríguez-Tubio S, et al. Fluid bolus resuscitation with hypertonic saline albumin solution in critically ill children: a prospective observational pilot study. *Sci Rep*. 2024;14(1):22763. doi:10.1038/s41598-024-73588-1.
15. van Haren FM, Sleigh J, Boerma EC, La Pine M, Bahr M, Pickkers P, et al. Hypertonic fluid administration in patients with septic shock: a prospective randomized controlled pilot study. *Shock*. 2012; 37:268-75.
16. Malbrain MLNG, Van Regenmortel N, Saugel B, De Tavernier B, Van Gaal PJ, Joannes-Boyau O, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four D's and the four phases of fluid therapy. *Ann Intensive Care*. 2018;8(1):66. doi:10.1186/s13613-018-0402-x.
17. Aya HD, Rhodes A, Chis Ster I, Fletcher N, Grounds RM, Cecconi M. Hemodynamic Effect of Different Doses of Fluids for a Fluid Challenge: A Quasi-Randomized Controlled Study. *Crit Care Med*. 2017;45(2):e161-e168. doi:10.1097/CCM.0000000000002067.
18. Hippensteel JA, Uchimido R, Tyler PD, Burke RC, Han X, Zhang F, et al. Intravenous fluid resuscitation is associated with septic endothelial glycocalyx degradation. *Crit Care*. 2019;23(1):259. doi:10.1186/s13054-019-2534-2.
19. Maitland K, Iguli S, Opoka RO, Engoru C, Olupot-Olupot P, Akech SO, et al. Mortality

- after fluid bolus in African children with severe infection. *N Engl J Med.* 2011;364(26):2483-2495. doi:10.1056/NEJMoa1101549.
20. The SAFE Stud Investigators: A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med.* 2004;350(22):2247-56. doi:10.1056/nejmoa040232.
21. Caironi P, Tognoni G, Masson S, Fumagalli R, Pesenti A, Romero M, et al. Albumin replacement in patients with severe sepsis or septic shock. *N Engl J Med.* 2014;370(15):1412-1421. doi:10.1056/NEJMoa1305727.
22. Maiwall R, Kumar A, Pasupuleti SSR, Hidam AK, Tevethia H, Kumar G, et al. A randomized-controlled trial comparing 20% albumin to plasmalyte in patients with cirrhosis and sepsis-induced hypotension [ALPS trial]. *J Hepatol.* 2022;77(3):670-682. doi:10.1016/j.jhep.2022.03.043.
23. China L, Freemantle N, Forrest E, Kallis Y, Ryder SD, Wright G, et al. A Randomized Trial of Albumin Infusions in Hospitalized Patients with Cirrhosis. *N Engl J Med.* 2021;384(9):808-817. doi:10.1056/NEJMoa2022166.
24. Hartmann AF, Senn MJ. Studies in the metabolism of sodium *r*-lactate. I. Response of normal human subjects to the intravenous injection of sodium *r*-lactate. *J Clin. Invest.* 1932;11(2):327-335.
25. Stewart PA. Independent and dependent variables of acid-base control. *Respir Physiol.* 1978;33:9-26.
26. Florez ID, Sierra J, Pérez-Gaxiola G. Balanced crystalloid solutions versus 0.9% saline for treating acute diarrhoea and severe dehydration in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;5(5):CD013640. doi:10.1002/14651858.CD013640.pub2.
27. Myburgh JA, Mythen MG. Resuscitation fluids. *N Engl J Med.* 2013;369:1243-51. doi:10.1056/NEJMra120862.
28. Ichai C, Payen JF, Orban JC, Quintard H, Roth H, Legrand R, et al. Half-molar sodium lactate infusion to prevent intracranial hypertensive episodes in severe traumatic brain injured patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2013;39(8):1413-1422. doi:10.1007/s00134-013-2978-9.
29. Hilton AK, Bellomo R. Totem and taboo: fluids in sepsis. *Crit Care.* 2011;15(3):164. doi:10.1186/cc10247.
30. Cori CF, Cori GT. Glycogen formation in the liver from d- and l-lactic acid. *J. Biol. Chem.* 1929;81(2):389-403. https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)83822-4.
31. van Hall G. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. *Acta Physiol (Oxf).* 2010;199(4):499-508.
32. Brooks GA. The lactate shuttle during exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 1986;18(3):360-368. doi:10.1249/00005768-198606000-00019.
33. Lopaschuk GD, Ussher JR, Folmes CD, Jaswal JS, Stanley WC. Myocardial fatty acid metabolism in health and disease. *Physiol Rev.* 2010;90(1):207-258. doi:10.1152/physrev.00015.2009.
34. Stanley WC. Myocardial lactate metabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:920-4.
35. Chiolorio RL, Revelly JP, Leverve X, Gersbach P, Cayeux MC, Berger MM, et al. Effects of cardiogenic shock on lactate and glucose metabolism after heart surgery. *Crit Care Med.* 2000;28(12):3784-3791. doi:10.1097/00003246-200012000-00002.
36. Kline JA, Thornton LR, Lopaschuk GD, Barbee RW, Watts JA. Lactate improves cardiac efficiency after hemorrhagic shock. *Shock.* 2000;14(2):215-221. doi:10.1097/00024382-200014020-00023.
37. Miller BF, Fattor JA, Jacobs KA, Horning MA, Navazio F, Lindinger MI, et al. Lactate and glucose interactions during rest and exercise in men: effect of exogenous lactate infusion. *J Physiol.* 2002;544(3):963-975. doi:10.1113/jphysiol.2002.027128.
38. Vanhorebeek I, De Vos R, Mesotten D, Wouters PJ, De Wolf-Peeters C, Van den Berghe G. Protection of hepatocyte mitochondrial ultrastructure and function by strict blood glucose control with insulin in critically ill patients. *Lancet.* 2005;365(9453):53-59. doi:10.1016/S0140-6736(04)17665-4.
39. Gunst J, Debaveye Y, Güiza F, Dubois J, De Bruyn A, Dauwe D, et al. Tight Blood-Glucose Control without Early Parenteral Nutrition in the ICU. *N Engl J Med.* 2023;389(13):1180-1190. doi:10.1056/NEJMoa2304855.
40. Brooks GA. The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. *Cell Metab.* 2018;27(4):757-785. doi:10.1016/j.cmet.2018.03.008.
41. De Backer D, Creteur J, Preiser JC, Dubois MJ, Vincent JL. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):98-104. doi:10.1164/rccm.200109-016oc.
42. Herbertson MJ, Werner HA, Russell JA, Iversen K, Walley KR. Myocardial oxygen extraction ratio is decreased during endotoxemia in pigs. *J Appl Physiol* 1995;79(2):479-486. doi:10.1152/jappl.1995.79.2.479.
43. Merz T, Denoix N, Huber-Lang M, Singer M, Radermacher P, McCook O. Microcirculation vs. Mitochondria-What to Target?. *Front Med (Lausanne).* 2020;7:416. doi:10.3389/fmed.2020.00416.
44. Müller J, Radej J, Horak J, Karvunidis T, Valesova L, Kriz M, et al. Lactate: The Fallacy of Oversimplification. *Biomedicines.* 2023;11(12):3192. doi:10.3390/biomedicines11123192.
45. James JH, Luchette FA, McCarter FD, Fischer JE. Lactate is an unreliable indicator of tissue hypoxia in injury or sepsis. *Lancet.* 1999;354(9177):505-508. doi:10.1016/S0140-6736(98)91132-1.
46. Cluntun AA, Visker JR, Velasco-Silva JN, Lang MJ, Cedeño-Rosario L, Shankar TS, et al. Direct mitochondrial import of lactate supports resilient carbohydrate oxidation. Preprint. bioRxiv. 2024;2024. 10.07617073. doi:10.1101/2024. 10.07617073.
47. McLean AS. Down but not out: myocardial depression in sepsis. *Crit Care.* 2012;16(3):132. doi:10.1186/cc11367.
48. Zakyntinos GE, Giamouzis G, Xanthopoulos A, Oikonomou E, Kalogeris K, Karavidas N, et al. Septic Cardiomyopathy: Difficult Definition, Challenging Diagnosis, Unclear Treatment. *J Clin Med.* 2025;14(3):986. doi:10.3390/jcm14030986.
49. McLellan AC, Phillips SA, Thornalley PJ. Fluorimetric assay of D-lactate. *Anal Biochem.* 1992;206(1):12-6. https://doi.org/10.1016/s0003-2697(05)80004-1.
50. Somasetti DH, Setiati TE, Sjahrodji AM, Idjradinata PS, Setiabudi D, Roth H, et al. Early resuscitation of dengue shock syndrome in children with hyperosmolar sodium-lactate: a randomized single-blind clinical trial of efficacy and safety. *Crit Care.* 2014;18(5):466. doi:10.1186/s13054-014-0466-4.
51. Nalos M, Leverve X, Huang S, Weisbrodt L, Parkin R, Seppelt I, et al. Half-molar sodium lactate infusion improves cardiac performance in acute heart failure: a pilot randomised controlled clinical trial. *Crit Care* 2014;18(2):R48. doi:10.1186/cc13793.
52. Nalos M, Kholodniak E, Smith L, Orde S, Ting I, Slama M, et al. The comparative effects of 3% saline and 0.5M sodium lactate on cardiac function: a randomised, crossover study in volunteers. *Crit Care Resusc.* 2018;20(2):124-130.
53. Leverve XM, Boon C, Hakim T, Anwar M, Siregar E, Mustafa I. Half-molar sodium-lactate solution has a beneficial effect in patients after coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med.* 2008;34(10):1796-1803. doi:10.1007/s00134-008-1165-x.
54. Kálmán J, Palotás A, Kis G, Boda K, Túri P, Bari F, et al. Regional cortical blood flow changes following sodium lactate infusion in Alzheimer's disease. *Eur J Neurosci.* 2005;21(6):1671-1678. doi:10.1111/j.1460-9568.2005.03924.x.
55. Homilius C, Seefeldt JM, Hansen J, Nielsen R, de Paoli FV, Boedtker E. Lactate orchestrates metabolic hemodynamic adaptations through a unique combination of venoconstriction, artery relaxation, and positive inotropy. *Acta Physiol (Oxf).* 2025;241(5):e70037. doi:10.1111/apha.70037.
56. Hørsdal OK, Ellegaard MS, Larsen AM, Guldbrandsen H, Moeslund N, Møller JE, et al. Lactate infusion improves cardiac function in a porcine model of ischemic cardiogenic shock. *Crit Care.* 2025;29(1):113. doi:10.1186/s13054-025-05346-2.
57. Duburcq T, Favory R, Mathieu D, Hubert T, Mangalaboyi J, Gmyr V, et al. Hypertonic sodium lactate improves fluid balance and hemodynamics in porcine endotoxic shock. *Crit Care.* 2014;18(4):467. doi:10.1186/s13054-014-0467-3.
58. Su F, Xie K, He X, Orbegozo D, Hosokawa K, Post EH, et al. The Harmful Effects of Hypertonic Sodium Lactate Administration in Hyperdynamic Septic Shock. *Shock.* 2016;46(6):663-671. doi:10.1097/SHK.0000000000000684.
59. Roosterman D, Meyerhof W, Cottrell GS. Proton Transport Chains in Glucose Metabolism: Mind the Proton. *Front Neurosci.* 2018;12:404. doi:10.3389/fnins.2018.00404.
60. Hippensteel JA, Uchimido R, Tyler PD, Burke RC, Han X, Zhang F, et al. Intravenous fluid resuscitation is associated with septic endothelial glycocalyx degradation. *Crit Care.* 2019;23(1):259. doi:10.1186/s13054-019-2534-2.
61. Besnier E, Coquerel D, Kouadri G, Clavier T, Favory R, Duburcq T, et al. Hypertonic sodium lactate improves microcirculation, cardiac function, and inflammation in a rat model of sepsis. *Crit Care.* 2020;24(1):354. doi:10.1186/s13054-020-03083-2.
62. Duburcq T, Durand A, Tournays A, Gnemmi V, Gmyr V, Pattou F, et al. Sodium lactate improves renal microvascular thrombosis compared to sodium bicarbonate and 0.9% NaCl in a porcine model of endotoxic shock: an experimental randomized open label controlled study. *Ann Intensive Care.* 2018;8(1):24. doi:10.1186/s13613-018-0367-9.
63. Müller J, Chvojka J, Ledvinova L, Benes J, Tuma Z, Grundmanova M, et al. Renal mitochondria response to sepsis: a sequential biopsy evaluation of experimental porcine model. *Intensive Care Med Exp.* 2025;13(1):25. doi:10.1186/s40635-025-00732-0.
64. Berg-Hansen K, Gopalasingam N, Pedersen MGB, Nyvad JT, Rittig N, Søndergaard E, et al. Cardiovascular effects of lactate in healthy adults. *Crit Care.* 2025;29(1):30. doi:10.1186/s13054-025-05259-0.
65. Hørsdal OK, Moeslund N, Berg-Hansen K, Nielsen R, Møller N, Eiskjær H, et al. Lactate infusion elevates cardiac output through increased heart rate and decreased vascular resistance: a randomised, blinded, crossover trial in a healthy porcine model. *J Transl Med.* 2024;22(1):285. doi:10.1186/s12967-024-05064-3.
66. Aramendi I, Stolovas A, Mendaña S, Barindelli A, Manzanares W, Biestro A. Effect of half-molar sodium lactate infusion on biochemical parameters in critically ill patients. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2021;45(7):421-430. doi:10.1016/j.medic.2020.04.002

Současné možnosti monitorace srdečního výdeje

Klimovič A.¹⁻³, Smékalová O.¹⁻⁴, Kletečka J.¹⁻², Beneš J.^{1-3, 5}, Zatloukal J.¹⁻³

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

²Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Plzeň

³Simulační centrum Plzeň, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

⁴Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

⁵Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

Monitorace srdečního výdeje a dalších parametrů jako součást rozšířené hemodynamické monitorace představuje pokročilý nástroj pro včasnou detekci oběhových poruch, které nejsou zjistitelné pomocí běžného sledování vitálních funkcí. Takové poruchy mohou vést k nedostatečné dodávce kyslíku do tkání a k následné deterioraci stavu pacienta. Rozšířená monitorace je indikována u pacientů, kteří nereagují na iniciační terapii, a v perioperačním kontextu pak u rizikových pacientů podstupujících vysoce rizikové chirurgické výkony. Volba způsobu monitorace srdečního výdeje může představovat výzvu vzhledem k počtu dostupných technologií, které se liší invazivitou i spektrem poskytovaných parametrů. Cílem tohoto článku je přinést přehled dostupných kontinuálních metod rozšířené monitorace hemodynamiky, zhodnotit jejich výhody, limitace, a ulehčit jejich adekvátní indikaci dle klinického stavu pacienta.

Klíčová slova: intenzivní medicína, perioperační medicína, kardiovaskulární systém, srdeční výdej.

Current methods of cardiac output monitoring

Cardiac output monitoring and other parameters as part of extended hemodynamic monitoring represent an advanced tool for the early detection of circulatory disturbances that cannot be identified through standard vital sign monitoring. Such disturbances may lead to inadequate tissue oxygen delivery and subsequent clinical deterioration. Extended hemodynamic monitoring is indicated in patients who do not respond to initial therapy, and in the perioperative setting, it is recommended for high-risk patients undergoing high-risk surgical procedures. The choice of cardiac output monitoring modality may be challenging due to the wide range of available technologies, which differ in their invasiveness and the spectrum of parameters provided. The aim of this article is to provide an overview of available continuous methods of advanced hemodynamic monitoring, assess their benefits and limitations, and support appropriate indication based on the patient's clinical condition.

Key words: intensive care medicine, perioperative medicine, cardiovascular system, cardiac output.

Úvod

Rozšířená hemodynamická monitorace, zahrnující kromě srdečního výdeje (CO) i další parametry cirkulace, rozšiřuje naše možnosti při diagnostice a terapii oběhových poruch. Tyto nelze na základě základních parametrů, jako jsou krevní tlak, srdeční frekvence či saturace, často odhalit a mohou být závažné, zejména u pacientů s kompenzovanými nebo komplexními stavy.

V perioperační péči u rizikových (nekardiologických) výkonů umožňuje rozšířená monitorace cílený, tzv. goal-directed hemodynamický management [1]. To zahrnuje optimalizaci cirkulujícího

objemu, zajištění adekvátní dodávky kyslíku do tkání, prevenci hypotenze a hypoperfuze. Podle metaanalýz randomizovaných studií [2–6] tento přístup snižuje pooperační morbiditu i mortalitu u vysoce rizikových pacientů a je doporučen Evropskou společností anesteziologie a intenzivní medicíny (ESAIC) a Evropskou kardiologickou společností (ESC) [1]. V praxi bývá identifikace rizikových pacientů obtížná, neboť skórovací systémy pro predikci pooperační mortality často selhávají ve stratifikaci individuálního rizika [7]. Současné studie se však shodují, že hlavní rizikové faktory představují vysoký věk pacienta, křehkost, nízkou kardiorespirační rezervu

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Adam Klimovič, klimovica@fnplzen.cz

Článek přijat redakcí: 28. 7. 2025; Článek přijat k tisku: 13. 10. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):262-271

a chronické renální selhání. Z pohledu typu výkonu hraje roli jeho rozsah a urgence [7, 8].

V intenzivní péči je rozšířená monitorace indikovaná u pacientů s rozvíjejícím se či existujícím šokem, pokud nereagují na iniciační terapii [9]. Nová doporučení Evropské společnosti intenzivní medicíny (ESICM) [10] ohledně diagnostiky šokových stavů a hemodynamického monitoringu pacientů v intenzivní péči jsou ve fázi přípravy. Podle dostupných dat tvoří pacienti splňující kritéria šoku až třetinu pacientů přijímaných do intenzivní péče, přičemž až ze dvou třetin se jedná o pacienty se septickým šokem [9].

Cílem tohoto nesystematického přehledového článku je sumarizovat současné metody rozšířené monitorace hemodynamiky, jejich výhody, limitace, a tím usnadnit čtenáři jejich výběr v klinické praxi, hlavně v oblasti nekardiologické anestezie a intenzivní péče.

Metodika

S ohledem na rozsah potenciálně dostupné literatury k problematice – při vyhledávání *hemodynamic OR monitoring OR cardiac output* poskytuje databáze PubMed více než 500 tisíc publikací za posledních 5 let – jsme omezili zdroje pro sepsání tohoto nesystematického přehledového článku na cíleně vyhledanou literaturu popisující příslušné metody a z nich navazující odkazy. Pro detailnější informace např. o přesnosti měření a jejich vzájemném porovnání odkazujeme čtenáře na námi citované recentní přehledové články v příslušných pasážích.

Monitorace hemodynamiky „včera a dnes“

První metoda měření srdečního výdeje byla do klinické praxe zavedena v 70. letech minulého století, kdy Swan a Ganz (mj. košícký rodák, který medicínu vystudoval na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy a od roku 1966 působil v USA) představili plicnicový katetr (PAC) [11] umožňující měření CO na základě termodiluční metody. Přestože od jeho zavedení uplynulo více než půl století, PAC nadále zůstává „zlatým standardem“ monitorace CO, zejména díky své schopnosti poskytovat unikátní informace o plicní cirkulaci, plicních tlacích levé komory a funkci pravé komory, které jiné metody neposkytují. V posledních desetiletích došlo k významnému posunu směrem k méně invazivním či zcela neinvazivním metodám [12], které snižují riziko komplikací a zároveň jsou pro pacienty méně zatěžující.

Současné s nástupem méně invazivních metod se na jednotky intenzivní péče rozšířila i sonografie. Tzv. critical care ultrasound představuje rychlou a neinvazivní metodu zhodnocení hemodynamického stavu a je v současnosti doporučena jako preferovaná iniciační metoda v rámci diagnostiky typu šoku [9]. Point-of-care ultrasonografie (POCUS) umožňuje posouzení funkce srdce i dalších orgánů, hodnocení volemie, detekci volné tekutiny a také identifikaci zásadních komplikací, jako je srdeční tamponáda nebo masivní plicní embolie. Základní kompetence v ultrazvukovém vyšetření pro intenzivisty sumarizovala v roce 2021 ESICM [13]. Pro snadnou dostupnost a rychlost detekovat reverzibilní příčiny zástavy oběhu má POCUS místo i v rámci rozšířené kardiopulmonální resuscitace [14].

Echokardiografie má ale při vyšetření hemodynamiky jisté limity – měření srdečního výdeje není kontinuální a je značně závislé na

vyšetřujícím. U části pacientů není transthorakální vyšetření technicky možné a jícnová echokardiografie je mimo specializované kardiologické/kardiokirurgické jednotky omezeně dostupná. Rovněž není reálné provádět vyšetření opakovaně při každé změně klinického stavu. Proto je vhodné echokardiografii v indikovaných případech doplnit o invazivní nebo minimálně invazivní kontinuální monitoraci, která umožňuje sledovat vývoj v čase nezávisle na vyšetřujícím. Volba konkrétní technologie by měla vycházet z klinického kontextu, stavu pacienta a dostupnosti přístrojového vybavení.

V současnosti používané metody rozšířené monitorace lze rozdělit na kalibrované, které jsou přesnější, ale většinou více invazivní, protože vyžadují podání indikátoru do krevního řečiště. Druhou skupinu tvoří nekalibrované metody, které podání indikátoru nevyžadují – proto mohou být méně až plně neinvazivní a jsou i jednodušší na obsluhu. Současné většinou umožní i rychlejší zahájení monitorace. Daní za tyto výhody je nižší přesnost. Z časového pohledu nabízí naprostá většina dnešních přístrojů monitoraci kontinuální, a to buď plně, nebo v podobě frekventního intermitentního měření.

Kalibrované metody měření srdečního výdeje

Kalibrované metody měření srdečního výdeje jsou v současnosti považovány za nejpreciznější dostupné techniky pro rozšířenou hemodynamickou monitoraci. Na základě modifikace Stewart-Hamiltonovy rovnice je srdeční výdej kalkulován z plochy pod křivkou změny koncentrace indikátoru v krevním řečišti. Jako indikátor se dnes používá prakticky výhradně chladný roztok (případně roztok pokojové teploty) definovaného objemu a jím ovlivněná změna teploty krve (termodiluce). V minulosti využívané alternativní látky (indocyaninová zeleň, lithium) [15, 16] se dnes již rutinně neuplatňují. Výhodou tohoto přístupu je vysoká přesnost měření, nevýhodou naopak absence kontinuální monitorace a složitější provedení termodiluce. Ke stanovení validní hodnoty CO je třeba provést alespoň tři aplikace bolusu (10–20 ml) fyziologického roztoku, což v závislosti na počtu opakování může představovat významný objem tekutin. Problém s intermitentní kalibrací se jednotliví výrobci snaží vyřešit různými způsoby – např. využitím vyhřívacího elementu v PAC nebo kontinuální analýzou pulsově křivky mezi kalibracemi.

Plicnicový katetr

Plicnicový katetr představuje nejinvazivnější, ale zároveň nejkomplexnější metodu měření srdečního výdeje. Umožňuje kromě CO také měření tlaků v plicní arterii, plicních tlacích levé komory (při inflaci balonku na konci katetru – tedy tlak v zaklínění, pulmonary capillary wedge pressure, PCWP) a parametrů funkce pravé komory. V současnosti je jeho použití indikováno především u pacientů s kardiogenním šokem nebo při významné dysfunkci pravé komory, například u těžkých forem syndromu akutní dechové tísně (acute/adult respiratory distress syndrome, ARDS) [9]. Vzhledem ke krátké vzdálenosti mezi místem aplikace bolusu roztoku k termistoru je možné k termodiluci použít roztok pokojové teploty bez ztráty přesnosti.

S významným poklesem rutinního využívání PAC [12] klesá i zkušenost personálu s interpretací získaných dat, což může vést k nesprávným

klinickým rozhodnutím [17]. PAC přináší i specifická rizika daná délkou katetru a jeho umístěním [1] – od komorových arytmií až po závažné stavy (ruptura plicnice, plicní infarkt), nicméně incidence fatálních komplikací je velmi nízká (0,02–1,5 %).

Přesnost měření CO může být ovlivněna zejména při přítomnosti zkratových nebo chlopenních vad (např. trikuspidální či pulmonální regurgitace) [18], případně přítomností V-V ECMO (veno-venózní extrakorporální membránová oxygenace), při klasickém mimotělním oběhu a centrálně zavedeném V-A ECMO nemá smysl CO měřit, neboť srdce se na CO podílí marginálně a CO je určen nastavením pumpy přístroje. Při periferním V-A ECMO (veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace) získáme pomocí termodiluce hodnotu CO, kterou generuje srdce pacienta. Při zavádění katetru, při již běžícím ECMO, je nutné použít skiaskopickou kontrolu a nenafouknout balonek, v opačném případě hrozí nasátí balonku do nasávací ECMO kanyly. Roli hraje i správná technika aplikace bolusu roztoku – důležité je nejen přesné odměření jeho objemu, ale i synchronizace s dechovým cyklem, aby podání probíhalo vždy na konci expirace [18].

Alternativu k opakovanému manuálnímu podávání bolusů studeného roztoku představuje použití tzv. kontinuálních PAC (Swan-Ganz IQ™ Catheter) s integrovaným vyhřívacím prvkem v oblasti pravé komory firmy BD (Franklin Lakes, NJ, USA, původně Edwards Lifesciences Corp), která recentně produktovou řadu „Critical Care“ od společnosti Edwards koupila. Vyhřívací element generuje krátké pulsy nárůstu teploty, které jsou snímány ultrasenzitivním termistorem na špičce katetru v plicním řečišti. Výhodou je snížení objemové zátěže (není potřeba aplikovat studený roztok), pohodlnější obsluha a kontinuita měření. I přesto však nejde o plně kontinuální metodu – jedná se o intermitentní měření s vysokou četností, což v klinické praxi plně postačuje. Vedle měření srdečního výdeje a průtokových parametrů katetr dále monitoruje hodnoty ejekční frakce pravé komory a její end-diastolický objem, katetr je též vybaven fiberoptickým vláknem měřícím saturaci smíšené žilní krve. Software je také schopen predikovat pokles saturace pod 60 % (trvající alespoň jednu minutu) až 15 minut předem (výrobce pojmenovává jako Global Hypoperfusion Index – GHI). V současnosti jsou tyto katetry bohužel hůře dostupné kvůli nedostatku vyhřívacích elementů (osobní komunikace autorů s producenty). Výrobce proto přichází s další alternativou založenou na kombinaci kalibrace CO zvyklým způsobem (tzn. studeným bolusem) s analýzou tlakové křivky pravé komory. Tou je nový design monitoru HemoSphere Alta, validace této technologie ovšem zatím nejsou veřejně dostupné.

Doporučené použití: Pacienti s kardiogenním šokem, perioperační zajištění některých kardiokirurgických výkonů, dále šokové stavy spojené s rizikem poškození plicní cirkulace a přetížením pravé komory (např. ARDS) vyjma pacientů na V-V ECMO [9].

Transpulmonální termodiluce

Metoda transpulmonální termodiluce (TPTD) využívá stejného principu měření CO pomocí termistoru, měření ale probíhá v systémové cirkulaci – v některé z proximálních větví aorty. Proti plicnicovému katetru je naopak nutné používat studený roztok (nejlépe s teplotou pod 10 °C), aby bylo dosaženo adekvátního ovlivnění teploty krve. U pacientů

Obr. 1. Getinge PulsioCare, publikováno se souhlasem společnosti Getinge AB



vyžadujících vysoké dávky vazopresorů zavádíme speciální arteriální katetr s termistorem preferenčně do a. femoralis [19], alternativně je možné jej zavést cestou arteria brachialis či radialis. TPTD vyžaduje ke kalibraci pro aplikaci studeného indikátoru centrální žilní katetr (CVK) obvykle zavedený ve vena subclavia nebo jugularis, případně i vena femoralis. Při současném zavedení CVK a arteriálního katetru do stejnostranné vena a arteria femoralis je nezbytné, aby konec CVK ležel proximálněji než konec arteriálního katetru – jinak může arteriální katetr zaregistrovat pokles teploty již při aplikaci bolusu chladného roztoku. Shoda ve stanovení srdečního výdeje metodou TPTD s klasickou termodilucí pomocí PAC byla dostatečně prokázána [20–22]. Výhodou TPTD oproti PAC je nezávislost TPD na dechovém cyklu [23] a nižší invazivita.

V současnosti je metoda dostupná ve dvou modalitách: PiCCO (Getinge AB, Göteborg, Sweden) (Obr. 1) a systém VolumeView (BD, Franklin Lakes, NJ, USA). Bohužel, monitory typu HemoSphere obsahující VolumeView algoritmus již aktuálně nejsou podle interních informací ve výrobě. Obě platformy kombinují bolusovou transpulmonální termodiluci s kontinuální analýzou arteriální tlakové křivky pro „beat-to-beat“ monitoraci tepového objemu (SV), který je pravidelně kalibrován daty z termodiluce. Kalibrace by měla být prováděna minimálně třikrát denně, ideálně vždy při významných změnách klinického stavu/hemodynamických parametrů pacienta. Obecně platí, že pokud od poslední kalibrace uplynula více než hodina, je vhodné data získaná kontinuální metodou interpretovat s opatrností a lépe je provést rekaliibraci.

Kontinuální analýza arteriální křivky umožňuje kromě kalkulace hodnot CO/srdečního indexu (CI) a systémové vaskulární rezistence (SVR) a její indexované hodnoty (SVRI) (při znalosti centrálního žilního tlaku – CVP) získání dynamických parametrů preloadu – variace pulzového tlaku (PPV) a variace tepového objemu (SVV), dále dPmx (sklon systolické části arteriální křivky) a cardiac power index (CPI) jako parametry kontraktility. Unikátní přínos TPTD spočívá v možnosti kvantifikace tzv. volumetrických parametrů – global end-diastolic volume index (GEDI), global ejection fraction (GEF), cardiac function index (CFI) – poslední dva jmenované jsou získány kombinací volumetrických parametrů a kontraktility. Významný přínos představují pulmonary vascular permeability index (PVPI) a zejména extravascular lung water index (ELWI) sloužící k velmi přesné kvantifikaci plicního edému a případně jeho etiologie [24]. Vyšší ELWI je současně asociované s mortalitou [25]

a je také prediktorem weaning-induced pulmonary oedema (WIPO) [26]. Výhodou systému PiCCO je jeho použitelnost u větších dětských pacientů, kde velikost PAC katetru použití znemožňuje [27].

Mezi hlavní limitace TPTD patří přítomnost chlopenních vad a zkratů, které ovlivňují měření výrazněji než u PAC, protože bolus musí projít všemi srdečními oddíly. Zkreslené hodnoty způsobí také dialyzační katetr v „cestě bolusu“ (dialyzační katetr zavedený do jugulární žíly a klasický CVK, přes který se podává bolus, zavedený do femorální žíly). Stejně jako u všech metod, které využívají analýzu arteriálního tlaku, je klíčová kvalita získané křivky během kontinuálního monitorování – nedostatečně tlumená (underdamped) křivka povede k významnému nadhodnocení CO a naopak přetlumená (overdamped) křivka může měření znemožnit, pokud systém nerozezná dikrotický zářez [28, 29]. Významné arytmie pak představují další faktor ovlivňující stanovení CO pomocí analýzy arteriální křivky.

Doporučené použití: Pacienti v šoku, kteří nereagují na iniciální terapii – vyjma specifických situací, kdy je indikován PAC a pacientů na ECMO [9].

Minimálně invazivní metody měření srdečního výdeje

Do skupiny minimálně invazivních metod monitorace CO zahrnujeme především techniky využívající analýzu arteriální křivky (pulse wave analysis – PWA) a Dopplerovského měření. Zmiňované metody zpravidla nevyžadují kalibraci externím indikátorem. Výpočet SV a dalších parametrů je založen na matematicko-statistických modelech využívajících tvar tlakové křivky nebo analýzu pulzního Doppleru, demografická data pacienta a další proměnné.

Analýza arteriální křivky

Základní princip stanovení tepového objemu na základě analýzy arteriální tlakové křivky vychází z myšlenky Otto Franka (1899), který popsal tzv. Windkessel model [30]. Skutečný rozmach metody však nastal až s příchodem výkonných výpočetních technologií a miniaturizace v novém tisíciletí. Tvar arteriální tlakové křivky je dán velikostí tepového objemu, poddajností velkých elastických arterií a SVR. Významnou úlohu hraje také lokalizace katetru, kdy je tvar křivky ovlivněn odraženými pulzovými vlnami [28, 31], a samozřejmě technickými parametry převodníkového systému. To představuje kritickou limitaci, která bývá někdy v běžné praxi opomíjena. Jak bylo zmíněno, správné nulování tlakového převodníku, ale hlavně adekvátní míra tlumení (damping) je zásadní pro přesné stanovení hodnoty CO [28–29].

Výpočet SV vychází z různých matematických algoritmů PWA. Většina systémů pro PWA využívá automatickou (vnitřní) kalibraci, kdy příslušný algoritmus vypočítává převod mezi tlakem a objemem na podkladě dalších dat (zejména demografické údaje pacienta, případně nomogramy a jiné). Právě to představuje limitující faktor pro přesnost metody. K dalším limitacím patří přítomnost arytmií, nízká systémová rezistence nebo chlopenní vady (zejména aortální regurgitace).

Kalibrovatelné metody umožňují zadání aktuální hodnoty CO/SV (např. z echokardiografie nebo PAC) a tím zpřesní výpočetní algoritmus [32]. Obdobně jako u TPTD se hodnota CO/SV postupně odklání od

Obr. 2. BD HemoSphere Alta, publikováno se souhlasem společnosti BD



reálné situace a s odstupem cca 60 minut nebo při klinické změně je nutno provést rekalibraci.

Výhodou PWA je její nízká invazivita a rychlejší zahájení monitorace – většina systémů je kompatibilní se standardním arteriálním katetrem. Na rozdíl od termodiluce při TPTD či u PAC není PWA ovlivněna přítomností V-V ECMO [33]. PWA také provádí „beat-to-beat“ analýzu SV (jakkoli většinou v plujícím okně 15 až 20 sekund), což umožňuje sledování i jemných změn SV. To na rozdíl od robustních intermitentních metod umožňuje provádění dynamických testů funkční hemodynamické monitorace (např. testy tekutinové reaktivity).

Dostupné systémy

- **FloTrac/FloTracIQ** pro monitory HemoSphere, HemoSphere Alta (Obr. 2), historicky EV1000 a Vigileo (BD, Franklin Lakes, NJ, USA) využívá PWA založenou na matematicko-statistickém zpracování arteriální křivky. Vnitřní kalibrace je založena na demografických údajích pacienta (výška, hmotnost, věk a pohlaví). Systém analyzuje SV ve 20sekundovém plovoucím okně a kalkuluje další odvozené parametry – CO, SVV, PPV, dynamickou arteriální elastanci ($E_{a,dyn}$) a umožňuje predikovat případný vzestup tlaku po podání tekutin, sklon systolické části arteriální křivky dp/dt (jako parametr kontraktility) a při znalosti CVP i SVRI. Nadstavbový modul Acumen IQ pomocí multiparametrického algoritmu strojového učení předpovídá pravděpodobnost rozvoje hypotenze v následujících 15 minutách – index predikce hypotenze (HPI). V současné době je HPI omezen na práh středního arteriálního tlaku (MAP) 65 mm Hg. V novějších verzích se plánuje využití individualizovaného hypotenzního prahu. Validace HPI proběhla v intraoperačních podmínkách i na jednotkách intenzivní péče s velmi uspokojivými výsledky – metaanalýza 43 studií [34] v rámci intraoperační péče ukázala AUC 0,89 pro predikci hypotenze během následujících 5 až 15 minut s tím, že senzitivita stoupá až na AUC 0,92 pro predikci hypotenze v následujících 5 minutách. V podmínkách intenzivní péče pak AUC dosahovala hodnotu 0,95 u pacientů s covidem-19 vyžadujících umělou plicní ventilaci (UPV) [35]. Nevýhodou systému je vysoká cena spotřebního materiálu (specifický proplachový set).
- **Algoritmus ProAQT** pro monitory PulsioFlex/PulsioCare (Getinge AB, Göteborg, Sweden) sdílí stejnou metodu PWA jako systém PiCCO

(od stejného výrobce) založenou na klasické matematické analýze plochy pod systolickou částí křivky a vícekompartmentovém Windkessel modelu. Vnitřní kalibrace je založena na nomogramu na podkladě hmotnosti, výšky, věku a pohlaví. Výhodou ProAQT je možnost provedení externí kalibrace – při stanovení CO pomocí echokardiografie nebo lépe termodilucí z PAC se v podstatě mění na kalibrovanou metodu. Frekvence provádění kalibrací (ať interní či externí) podléhá totožným pravidlům jako u systému PiCCO (minimálně 3x denně, optimálně při každé významné změně hemodynamiky nebo před provedením léčebné intervence, pokud od kalibrace uplynulo období delší než 60 minut). Kalkulované parametry zde jsou kromě CO i SV, SVV, PPV, SVRI (při znalosti CVP), CPI (parametr srdeční výkonnosti), dPmx (parametr kontraktility, ekvivalent dP/dt). Specifický spotřební materiál (monitorovací komůrka) lze připojit do jakéhokoli proplachového setu pro invazivní monitoraci krevního tlaku.

- Monitor **MostCare Up** (Obr. 3) (Vygon, Ecouen, France) využívá alternativní typ PWA na základě Pressure Analytical Method (PRAM). Tlaková křivka je systémem snímána s vysokou frekvencí (1000 Hz) v průběhu celého srdečního cyklu, analýza zohledňuje ke kalkulaci převodního koeficientu mezi tlakem a objemem i charakteristiky diastolické části křivky. Délka průměrovacího okna je nastavitelná od jednoho stahu (skutečná „beat-to-beat“, která ale v praxi znesnadňuje interpretaci svojí vysokou variabilitou) po jednu minutu. Monitor vedle zvyklých hemodynamických parametrů kalkuluje i řadu dalších odvozených a běžně nedostupných ukazatelů – cardiac power output (CPO), cardiac cycle efficiency (CCE), a arteriální elastanci (Ea) jako parametr afterloadu. Výhodou je vedle možnosti uživatelského upřesnění polohy dikrotického zářezu a tlumení křivky (damping) také možnost použití u pacientů s intraaortální balonkovou kontrapulzací (IABP) [36]. Přístroj pracuje bez vlastního spotřebního materiálu – je schopen paralelního připojení do libovolného monitorovacího setu krevního tlaku, dokonce je schopen zpracovat i analogová data předaná z jiného monitoru.
- Pro úplnost je nutno zmínit ještě algoritmus **PulseCO** (pulse power analýzu), který byl součástí monitorovacích systémů LiDCO (poslední výrobce Masimo, Irvine, CA, USA), který již není na našem trhu dostupný. Na rozdíl od předchozích PWA byla PulseCO založena na

převodu tlakové křivky na křivku vektorů síly a následně na průtokové parametry. Podle validačních studií měla poskytovat výhodu vyšší přesnosti a možnosti práce s křivkou libovolné lokalizace.

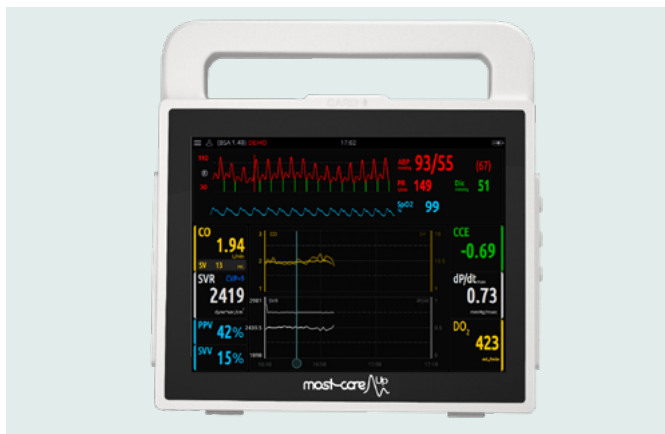
Doporučení použití: Perioperačně jsou PWA metody indikovány u pacientů podstupujících vysoce rizikové (nekardiokirurické) operační výkony [1] hlavně díky nízké invazivitě a snadnému a rychlému zahájení monitorace. Benefit představuje možnost využívání derivovaných parametrů (SVV, PPV) a validace nových parametrů typu HPI na této populaci. V intenzivní péči je rutinní využití nekalibrovaných PWA nevhodné, zejména u pacientů v šokovém stavu nereagujících na iniciační terapii, kdy kalibrované metody poskytují přesnější hodnoty [32, 37, 38]. Výjimku představují pacienti na V-V ECMO nebo situace, kdy je k dispozici přesné stanovení CO jinou metodou a PWA slouží pouze k průběžnému sledování trendu.

Přístroje využívající USG a Doppler

Metody na bázi ultrazvuku (USG) využívají ke stanovení SV Dopplerovskou analýzu průtoku buď na některé z dostupných částí srdce (nejčastěji aortální výtokový trakt), nebo v descendentní aortě (při jícnovém zavedení). V širším kontextu je možné sem řadit i vlastní transthorakální/transesofageální echokardiografii, jejímž hlavním účelem je komplexní zhodnocení srdečních parametrů a diagnostika typu šoku. Pro kontinuální monitoraci hemodynamiky bývají využívány spíše zjednodušené sonografické aparáty, jejichž cílem je poskytnout přibližný odhad SV nebo CO bez nutnosti invazivního cévního přístupu. Specifickou nevýhodou Dopplerovské a USG metody monitorace CO je hodnocení průtokových parametrů bez současné znalosti tlakových charakteristik. Krevní tlak je pak nutné monitorovat jiným způsobem a případné vzájemné vztahy (např. kalkulace SVR) řešit externě, nebo s využitím specifických propojení. Základním principem stanovení SV je výpočet plochy pod křivkou průtokového signálu (velocity-time integral, VTI), který se násobí průřezem (cross-sectional area, CSA) příslušné cévy.

V perioperační a intenzivní péči je u dospělých pacientů spíše využívána kontinuální monitorace pomocí tenké jícnové sondy, která snímá signál z descendentní aorty. Výpočet srdečního výdeje vychází z předpokladu, že přibližně 70 % CO proudí právě do descendentní aorty [39]. CSA tepny je odvozena na základě demografických údajů pacienta. Starší, nyní již nedostupné verze přístrojů, umožňovaly přesnější měření CSA v M-módu, což činilo monitoraci přesnější, ovšem reálně významně komplikovalo provádění. Z výše uvedeného vyplývají i limitace metody – předpoklad fixního poměru CO proudícího do descendentní aorty, fixní hodnota CSA a závislost na přesnosti nomogramu. Jako u všech Dopplerovských metod je klíčové umístění sondy – incidenční úhel by neměl překročit 20° [40]. Vzájemná poloha jícnu a aorty určující incidenční úhel v praxi není příliš ovlivnitelná uživatelem. Významnou limitací je i poměrně snadná ztráta kvalitního signálu změnou polohy sondy při pohybu. V neposlední řadě potom metodu nelze použít při nutnosti zavedení nazogastrické sondy (NGS) a tedy omezuje jiné aspekty intenzivní péče. Proto je metoda vhodnější pro perioperační využití.

Obr. 3. Vygon MostCare Up, publikováno se souhlasem společnosti Vygon



Dostupné systémy

- Pro transthorakální měření se zejména v dětské populaci využívá monitor **USCOM 1 A** (Uscom Ltd, Sydney, Australia) umožňující stanovení VTI z prekordia. Jedná se o intermitentní metodu vyžadující přiložení specifické simplifikované USG sondy přístroje do jugulárního zářezu.
- **Esophageal Doppler Monitoring (EDM+)** spolu s TrueVue monitorem (Deltex Medical, Greenville, SC, USA) představuje kombinaci jícnového Dopplerovského měření a PWA (analýza pulzového tlaku dle Liljestrand-Zander) při současně zavedeném arteriálním katetru. Systém poskytuje hodnoty SV, CO, SVV, PPV a další kalkulované parametry hemodynamiky. Výhodou je možnost kalibrace PWA pomocí dat z Dopplerovského měření. Doppler i PWA pracují v režimu „beat-to-beat“. Kromě základních výstupů jsou dostupné i další parametry derivované z Dopplerovského signálu – korigovaný průtokový čas (flow time corrected, FTc) jako marker preloadu a parametry kontraktility – akcelerace toku (mean acceleration, MA) a špičková rychlost (peak velocity, PV). Esofageální sondy mohou být zavedeny nasálně i orálně. Výhodou systému je možnost jeho použití u pediatrických pacientů s hmotností od 3 kg a výšky od 50 cm.

Doporučené použití: Vzhledem k výše uvedeným limitacím [9] je metoda alternativou především pro použití v perioperační péči, zejména u pacientů podstupujících vysoce rizikové, nekardiochirurgické výkony v situacích, kde je důraz kladen na rychlost zahájení monitorace, jednoduchost obsluhy a minimalizaci invazivity.

Neinvazivní metody měření srdečního výdeje

Neinvazivní metody měření srdečního výdeje se díky rozvoji výpočetní techniky a miniaturizace stávají stále dostupnější alternativou zejména v perioperační a ambulantní praxi. V principu se jedná o techniky, které nevyžadují žádný cévní vstup – většinou pracují s daty získanými z povrchových senzorů nebo neinvazivních manžet. V klinické praxi se nejčastěji uplatňují metody založené na PWA pomocí volume clampu a propagaci pulzové vlny podle Moens-Kortewega. Další skupinu tvoří metody využívající změny elektrických vlastností hrudníku během srdečního cyklu – bioimpedance, bioreaktance a tzv. elektrická kardiometrie. Formálně bychom mezi tyto techniky měli řadit i transthorakální sonografické metody a aplikaci Fickova principu prostřednictvím tzv. parciálního rebreathingu, těm se ale článek nevěnuje.

Volume clamp/vascular unloading

Základem metody jsou experimenty profesora Peňáze na Lékařské fakultě Masarykovy univerzity v 70. letech 20. století [41]. Princip spočívá v použití prstové manžety vybavené fotopletysmografickým senzorem, která rychle mění tlak aplikovaný na prst tak, aby udržela konstantní objem arteriálního kompartmentu během celého srdečního cyklu (princip objemového zámku, volume clamp). Metoda dále využívá Mareyho princip, podle něhož je přenos oscilací mezi pulzujícími arterií a tlakovou manžetou nejučinnější ve stavu shodného tlaku intraarteriálně a extravaskulárně (tzv. vascular unloading). Kombinací těchto principů je dosaženo kontinuálně derivované arteriální křivky na úrovni

prstu na základě určitého tlaku v manžetě, který je potřebný pro udržení konstantního arteriálního průměru. Ta je následně převedena na křivku odpovídající brachiální arterii a může být analyzována podobně jako v invazivních metodách – pomocí PWA algoritmů lze kalkulovat SV, CO a další parametry (např. SVV, PPV, Ea_{dyn} , dP/dt).

Díky neinvazivnímu charakteru je metoda vhodná především pro perioperační nebo intraoperační monitoraci. Kontinuální neinvazivní měření krevního tlaku prokazatelně snižuje výskyt intraoperační hypotenze až o polovinu proti intermitentnímu měření [42]. Další výhodou je rychlé zahájení monitorace bez nutnosti arteriální kanylace.

Dostupné systémy

- Systém **ClearSight** dostupný pro monitorovou řadu firmy BD (Franklin Lakes, NJ, USA) je jedním z dostupných zařízení využívajících výše popsany princip. Umožňuje kontinuální stanovení SV, CO a odvozené parametry (SVV, PPV, SVRI, Ea_{dyn} , dP/dt) ve formátu průměrovaného „beat-to-beat“. ClearSight využívá ke kalibraci na úroveň brachiální arterie algoritmus (tzv. reverse function) založený na demografických parametrech a informacích z vnitřní kalibrace systému. Poloha senzoru je také korigována vůči flebostatické ose pomocí pozičního čidla, které umožňuje přesné „nulování“ hodnot vůči atmosférickému tlaku. Validace metody ukázala, že přestože ClearSight nedosahuje požadované zaměnitelnosti s invazivními metodami, poskytuje relevantní odhad CO a velmi dobrou korelaci parametrů SVV a PPV, včetně jejich změn. Novější verze označená Acumen IQ cuff (Obr. 4) navíc obsahuje predikční algoritmus pro rozvoj hypotenze (HPI).
- **CNAP Monitor** (CNSystems Medizintechnik GmbH, Graz, Austria) představuje další systém na bázi volume clamp/vascular unloading metody. I tento monitor poskytuje „beat-to-beat“ parametry CO, SV, SVV, PPV, SVR. Na rozdíl od předchozího systému však systém CNAP HD využívá ke kalibraci hodnot arteriálního tlaku klasickou neinvazivní tlakovou manžetu (NIBP). Srovnání CNAP a PiCCO přináší obdobné výsledky jako u systému ClearSight [43].

Doporučené použití: Metoda je indikována především v rámci perioperační péče u pacientů, u nichž je požadováno kontinuální sledování krevního tlaku a objemových parametrů, ale současně není

Obr. 4. BD Acumen IQ cuff, publikováno se souhlasem společnosti BD



nezbytné invazivní měření. Může se jednat například o případy, kdy není žádoucí arteriální kanylace (kvůli riziku komplikací či nezbytnosti rychlého zahájení operace), nebo není potřeba krevních odběrů. Indikace ke kontinuální monitoraci je vhodné zvážit zejména u rozsáhlejších výkonů a pacientů se zvýšeným rizikem rozvoje hypotenze. Studie ukazují, že každá minuta s MAP < 65 mm Hg má nepříznivý dopad na pacienty [44–47], přičemž právě s pomocí kontinuálního měření lze těmto propadům účinněji předcházet.

Elektrická bioimpedance, bioreaktance a kardiometrie

Tyto metody využívají změny charakteristik vysokofrekvenčního proudu při průchodu hrudníkem pacienta, které vznikají v důsledku pulzatilních změn intrathorakálního objemu krve během srdečního cyklu. Signál je snímán pomocí několika elektrod umístěných v oblasti hrudníku (obvykle dvou párů elektrod v oblasti krku nebo horního hrudníku a epigastria), což umožňuje kalkulovat SV a CO. Bioimpedance pracuje se změnou elektrického odporu (impedance) tkání, která mění amplitudu procházejícího proudu. Bioreaktance naproti tomu vyhodnocuje fázový posun signálu, který vzniká při průchodu proudu hrudníkem v důsledku změn v krevním objemu. Elektrická kardiometrie sleduje pokles impedance způsobený orientací erytrocytů rovnoběžně s proudem krve během systoly (v diastole se erytrocyty opět chaoticky uspořádají a impedance stoupá).

Všechny metody jsou do značné míry limitovány při pohybu pacienta, arytmiích, plicním edémem, fluidothoraxu/fluidoperikardu, přítomností kovového materiálu v hrudníku a také při elektrokauterizaci během operačních výkonů [48–50]. Bioreaktance byla vyvinuta jako reakce na limitace klasické bioimpedance, neboť měření fázového posunu umožňuje selektivně zachytit změny spojené výhradně s pulzatilním prouděním krve. V několika studiích bylo prokázáno zlepšení bioreaktance oproti bioimpedanci, zejména intraoperačně [51]. V rámci intenzivní péče zůstávají výsledky stále neuspokojivé [38, 52].

Dostupné systémy

- **High Definition Impedance CardioGraphy** ve spojení s monitorem TrueVue (Deltex Medical, Greenville, SC, USA) využívá bioimpedanci k měření CO, SV a také k hodnocení kontraktility. Do výpočtu musí být externě zadána hodnota krevního tlaku, protože pulzový tlak je součástí algoritmu pro výpočet CO. Monitor umožňuje monitoraci CO také esophageálním Dopplerem a PWA, jak je zmíněno výše.
- **Starling Monitor** (Baxter, Deerfield, IL, USA) využívá bioreaktanci k měření CO a dalších parametrů: SVI, SVV, dále total peripheral resistance index (TPRI – odpovídá SVRI a k jeho stanovení je potřeba externího zadání MAP), cardiac power index (CPI), thoracic fluid content (TFC) – jako neinvazivní a méně přesná obdoba ELWI. Všechny tyto parametry jsou v režimu „beat-to-beat“. Mezi kontraindikace pro užití monitoru patří významná insuficience aortální chlopně, výrazné anatomické abnormality hrudní aorty (disekce, aneurysma, cévní náhrady), přítomnost starších unipolárních typů kardiostimulátorů a zevní stimulace.

- Monitory **ICON** od společnosti Osypka Medical (Berlin, Germany) využívají elektrickou kardiometrii. Výhodou tohoto systému je možnost jeho využití u všech věkových kategorií včetně novorozenců. Monitor umožňuje stanovení dalších parametrů kromě SV a CO v režimu „beat-to-beat“ (případně v plujícím okně) – corrected flow time (FTc) a variation in contractility (VIC) k hodnocení volemie, thoracic fluid content (TFC) – opět jako neinvazivní a méně přesná obdoba ELWI. Dále pak contractility index (ICON), pre-ejection period (PEP), left ventricular ejection time (LVET) a systolic time ratio (STR) k hodnocení kontraktility.

Doporučené použití: Shodné s indikacemi pro neinvazivní metody s vědomím pravděpodobně nižší přesnosti měření a ovlivnění pohyby či kauterizací. Limitující faktor může představovat poloha elektrod v oblasti hrudníku a epigastria při hrudní nebo břišní chirurgii (lze obejít umístěním na záda). Zmíněné metody také neumožňují kontinuální monitoraci krevního tlaku a je tedy nezbytné využít kombinaci s jinou technikou. Přes omezenou přesnost mají tyto technologie své místo v kontextu individualizované péče.

Shrnutí

Současné možnosti rozšířené hemodynamické monitorace poskytují široké spektrum technologií. Optimální techniku pro konkrétního pacienta je třeba volit s ohledem na potřebnou přesnost a rozsah získaných dat na jedné straně a stupněm invazivity a zátěže pro pacienta na straně druhé, ale též na jejich dostupnosti a erudici zdravotnického personálu. Pro nestabilního pacienta vždy platí, že iniciální metodu v rámci diagnostiky představuje echokardiografie [9, 10].

Zlatým standardem přesného monitorování hemodynamiky zůstávají metody založené na termodiluci – plicnicový katetr a transpulmonální termodiluce [32, 37]. Toto potvrzuje recentně publikovaná metaanalýza u pacientů v septickém šoku [38], která předkládá důkazy, že by u těchto pacientů měly být využívány pouze zmíněné kalibrované metody. Indikace PAC jsou dnes vyhrazeny hlavně pro pacienty s kardiologickou/kardiochirurgickou problematikou nebo pravostranným srdečním selháním při těžkém ARDS [9]. Trend monitorace se v rámci intenzivní péče posunul k TPTD. Díky nižší invazivitě je její použití častější, zkušenost a expozice metodě zdravotnickým personálem větší a rizika pro pacienta tedy menší ve srovnání s PAC.

V rámci perioperační péče vede rozšířená monitorace hemodynamiky ke snížení pooperační morbidit a mortality vysoce rizikových pacientů. Důležité je, aby zvolená technika umožňovala sledování tepového objemu a ideálně i kontinuální měření krevního tlaku. Některé práce naznačují, že udržování CO během výkonu alespoň na úrovni klidového předoperačního CO snižuje morbiditu a mortalitu u rizikových pacientů [53]. Naopak není doporučeno rutinně maximalizovat CO pacienta v rámci perioperační péče – hodnotu cílového CO bychom měli určit individuálně pro každého pacienta [54].

Významné je také včasné rozpoznání a léčba hypotenze. Data ukazují, že každá minuta s MAP < 65 mm Hg zvyšuje riziko komplikací [44–47]. Při použití metod, které neumožňují kontinuální měření tlaku, může dojít k opožděné detekci hypotenze. Proto je vhodné upřednostnit systémy

s „beat-to-beat“ měřením tlaku, zejména u rizikových pacientů. S ohledem na demografický vývoj populace, rostoucí počet polymorbidních pacientů a zvyšující se nároky na bezpečnost péče lze očekávat, že potřeba cíleného, efektivního a individualizovaného sledování hemodynamiky bude dále narůstat jak v rámci intenzivní, tak i perioperační péče. Znalost dostupných metod a schopnost jejich správné indikace je proto klíčovým prvkem moderní anesteziologické a intenzivní péče.

Seznam použitých zkratk

- ARDS – syndrom akutní dechové tísně (acute/adult respiratory distress syndrome)
- AUC – plocha pod křivkou (the area under the curve)
- CCE – cardiac cycle efficiency
- CFI – cardiac function index
- CO – minutový srdeční výdej (cardiac output)
- CPI – cardiac power index
- CPO – cardiac power output
- CSA – průřez (cross-sectional area)
- CVK – centrální venózní katetr (central venous catheter)
- CVP – centrální žilní tlak (central venous pressure)
- dP/dt – sklon systolické části arteriální křivky
- dP_{mx} – sklon systolické části arteriální křivky
- E_a – arteriální elastance (arterial elastance)
- $E_{a_{dyn}}$ – dynamická arteriální elastance (dynamic arterial elastance)
- ELWI – extravascular lung water index
- ESAIC – Evropská společnost anesteziologie a intenzivní medicíny (European Society of Anaesthesiology and Intensive Care)
- ESC – Evropská kardiologická společnost (European Society of Cardiology)
- ESICM – Evropská společnost intenzivní medicíny (European Society of Intensive Care Medicine)
- FTc – flow time corrected
- GEDI – global end-diastolic volume index
- GEF – global ejection fraction
- GHI – global hypoperfusion index
- HPI – index predikce hypotenze (hypotension prediction index)
- IABP – intraaortální balonková kontrapulzace (intra-aortic balloon pump)
- ICON – contractility index
- LVET – left ventricular ejection time
- MA – mean acceleration
- MAP – střední arteriální tlak (mean arterial pressure)
- NGS – nasogastrická sonda
- NIBP – neinvazivní krevní tlak (non-invasive blood pressure)
- PAC – plicnicový katetr (pulmonary artery catheter)
- PCWP – tlak v zaklínění (pulmonary capillary wedge pressure)
- PEP – pre-ejection period
- POCUS – point-of-care ultrasonografie
- PPV – variace pulzového tlaku (pulse pressure variation)
- PRAM – PPressure Analytical Method
- PV – peak velocity
- PVPI – pulmonary vascular permeability index
- PWA – pulse wave analysis
- STR – systolic time ratio
- SV – tepový objem (stroke volume)
- SVR – systémová vaskulární rezistence (systemic vascular resistance)
- SVRI – indexovaná hodnota SVR (na povrch těla) (systemic vascular resistance index)
- SVV – variace tepového objemu (stroke volume variation)
- TFC – thoracic fluid content
- TPRI – total peripheral resistance index
- TPTD – transpulmonální termodiluce (transpulmonary thermodilution)
- UPV – umělá plicní ventilace
- USG – ultrasonografie
- V-A ECMO – veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace (veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation)
- V-V ECMO – veno-venózní extrakorporální membránová oxygenace (veno-venous extracorporeal membrane oxygenation)
- VIC – variation in contractility
- VTI – velocity-time integral
- WIPO – weaning-induced pulmonary oedema

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři prohlašují, že při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Prohlášení o původnosti:** Práce je původní a nebyla publikována ani není zasílána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** JB dlouhodobě spolupracuje s BD, CNSystems a Getinge, JZ spolupracuje s Getinge. AK a OS spolupracují s BD. **Podíl autorů:** Všichni autoři se podíleli na provedení literární rešerše, návrhu rukopisu. Finální verzi rukopisu všichni autoři četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Financování:** Práce podpořena programem rozvoje vědních oborů Karlovy univerzity (COOPERACIO Anesteziologie a intenzivní medicína) a grantem Ministerstva zdravotnictví České republiky – Rozvoj vědeckovýzkumných organizací (Fakultní nemocnice Plzeň – FNPI, 00669806). **Poděkování:** N/A **Registrace v databázích:** N/A **Projednání etickou komisí:** N/A

LITERATURA

1. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *European Heart Journal*. 2022;43(39):3826-3924. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac270>.
2. Giglio M, Manca F, Dalfino L, Brienza N. Perioperative hemodynamic goal-directed therapy and mortality: a systematic review and meta-analysis with meta-regression. *Minerva Anestesiologica*. 2016 Nov;82(11):1199-1213. Epub 2016 Apr 13. PMID: 27075210.
3. Sun Y, Chai F, Pan C, Romeiser JL, Gan TJ. Effect of perioperative goal-directed hemodynamic therapy on postoperative recovery following major abdominal surgery - a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care*. 2017;21(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1728-8>.
4. Chong MA, Wang Y, Berbenetz NM, McConachie I. Does goal-directed haemodynamic and fluid therapy improve peri-operative outcomes? *European Journal of Anaesthesiology*. 2018;35(7):469-483. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000778>.

5. Dushianthan A, Knight M, Russell P, Grocott MP. Goal-directed haemodynamic therapy (GDHT) in surgical patients: systematic review and meta-analysis of the impact of GDHT on post-operative pulmonary complications. *Perioperative Medicine*. 2020;9(1). <https://doi.org/10.1186/s13741-020-00161-5>.
6. Giglio M, Biancofiore G, Corriero A, Romagnoli S, Tritapepe L, Brienza N, et al. Perioperative goal-directed therapy and postoperative complications in different kind of surgical procedures: an updated meta-analysis. *Journal of Anesthesia Analgesia and Critical Care*. 2021;1(1). <https://doi.org/10.1186/s44158-021-00026-3>.
7. Talmor D, Kelly B. How to better identify patients at high risk of postoperative complications? *Current Opinion in Critical Care*. 2017;23(5):417-423. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000445>.
8. POSE-Study group. Peri-interventional outcome study in the elderly in Europe. *European Journal of Anaesthesiology*. 2021;39(3):198-209. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001639>.
9. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Medicine*. 2014;40(12):1795-1815. <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3525-z>.
10. ESICM Consensus Conference on shock diagnosis and haemodynamic monitoring in the ICU. The co-chairs are Michel Chew (University of Lund, Sweden) and Xavier Monnet (University of Paris Saclay, France).
11. Swan HJC, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. Catheterization of the Heart in Man with Use of a Flow-Directed Balloon-Tipped Catheter. *New England Journal of Medicine*. 1970;283(9):447-451. <https://doi.org/10.1056/nejm197008272830902>.
12. Gershengorn HB, Wunsch H. Understanding changes in established practice. *Critical Care Medicine*. 2013;41(12):2667-2676. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e318298a41e>.
13. Robba C, Wong A, Poole D, Tayar AA, Arntfield RT, Chew MS, et al. Basic ultrasound head-to-toe skills for intensivists in the general and neuro intensive care unit population: consensus and expert recommendations of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Medicine*. 2021;47(12):1347-1367. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06486-z>.
14. Perkins GD, Gräsner J, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021;161:1-60. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.003>.
15. Stewart GN. Researches on the Circulation Time in Organs and on the Influences which affect it. *Journal of Physiology*. 1893;15(1-2):1-89. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1893.sp000462>.
16. Hamilton WF, Moore JW, Kinsman JM, Spurling RG. Studies on the circulation. IV. Further analysis of the injection method, and of changes in hemodynamics under physiological and pathological conditions. *Am J Physiol*. 1932;99:534-51.
17. Jain M, Canham M, Upadhyay D, Corbridge T. Variability in interventions with pulmonary artery catheter data. *Intensive Care Medicine*. 2003;29(11):2059-2062. <https://doi.org/10.1007/s00134-003-1924-7>.
18. Nishikawa T, Dohi S. Errors in the measurement of cardiac output by thermodilution. *Canadian Journal of Anaesthesia/Canadian Journal of Anesthesia*. 1993;40(2):142-153. <https://doi.org/10.1007/bf03011312>.
19. Galluccio ST, Chapman MJ, Finnis ME. Femoral-radial arterial pressure gradients in critically ill patients. *Critical Care and Resuscitation*. 2009;11(1):34-38. [https://doi.org/10.1016/s1441-2772\(23\)01830-6](https://doi.org/10.1016/s1441-2772(23)01830-6).
20. Goedje O, Hoeke K, Lichtwarck-Aschoff M, Faltchauser A, Lamm P, Reichart B. Continuous cardiac output by femoral arterial thermodilution calibrated pulse contour analysis: Comparison with pulmonary arterial thermodilution. *Critical Care Medicine*. 1999;27(11):2407-2412. <https://doi.org/10.1097/00003246-199911000-00014>.
21. Marx G, Schuerholz T, Sumpelmann R, Simon T, Leuwer M. Comparison of cardiac output measurements by arterial trans-cardiopulmonary and pulmonary arterial thermodilution with direct Fick in septic shock. *European Journal of Anaesthesiology*. 2005;22(2):129-134. <https://doi.org/10.1017/s0265021505000244>.
22. Della Rocca G, Costa MG, Coccia C, Pompei L, Di Marco P, Vilardi V, et al. Cardiac output monitoring: aortic transpulmonary thermodilution and pulse contour analysis agree with standard thermodilution methods in patients undergoing lung transplantation. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2003;50(7):707-711. <https://doi.org/10.1007/bf03018714>.
23. Sangkum L, Liu GL, Yu L, Yan H, Kaye AD, Liu H. Minimally invasive or noninvasive cardiac output measurement: an update. *Journal of Anesthesia*. 2016;30(3):461-480. <https://doi.org/10.1007/s00540-016-2154-9>.
24. Kushimoto S, Taira Y, Kitazawa Y, Okuchi K, Sakamoto T, Ishikura H, et al. The clinical usefulness of extravascular lung water and pulmonary vascular permeability index to diagnose and characterize pulmonary edema: a prospective multicenter study on the quantitative differential diagnostic definition for acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*. 2012;16(6). <https://doi.org/10.1186/cc11898>.
25. Gavelli F, Shi R, Teboul F, Azzolina D, Mercado P, Jozwiak M, et al. Extravascular lung water levels are associated with mortality: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2022;26(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04061-6>.
26. Shi R, Ayed S, Beuzelin M, Persichini R, Legouge M, Vita N, et al. Incidence and risk factors of weaning-induced pulmonary oedema: results from a multicentre, observational study. *Critical Care*. 2025;29(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05350-6>.
27. López-Herce J, Bustinza A, Sancho L, Mencía S, Carrillo A, Moral R, et al. Cardiac output and blood volume parameters using femoral arterial thermodilution. *Pediatrics International*. 2009;51(1):59-65. <https://doi.org/10.1111/j.1442-200x.2008.02654.x>.
28. Saugel B, Kouz K, Meidert AS, Schulte-Uentrop L, Romagnoli S. How to measure blood pressure using an arterial catheter: a systematic 5-step approach. *Critical Care*. 2020;24(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02859-w>.
29. Foti L, Michard F, Villa G, Ricci Z, Romagnoli S. The impact of arterial pressure waveform underdamping and resonance filters on cardiac output measurements with pulse wave analysis. *British Journal of Anaesthesia*. 2022;129(1):e6-e8. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.03.024>.
30. Sagawa K. Translation of Otto Frank's paper "Die Grundform des arteriellen Pulses" zeitschrift für biologie 37:483-526 (1899). *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 1990;22(3):253-254. [https://doi.org/10.1016/0022-2828\(90\)91459-k](https://doi.org/10.1016/0022-2828(90)91459-k).
31. Latham RD, Westerhof N, Sipkema P, Rubal BJ, Reuderink P, Murgo JP. Regional wave travel and reflections along the human aorta: a study with six simultaneous micromanometric pressures. *Circulation*. 1985;72(6):1257-1269. <https://doi.org/10.1161/01.cir.72.6.1257>.
32. Lee AJ, Cohn JH, Ranasinghe JS. Cardiac output assessed by invasive and minimally invasive techniques. *Anesthesiology Research and Practice*. 2011;1-17. <https://doi.org/10.1155/2011/475151>.
33. Saugel B, Kouz K, Scheeren TW, Greiwe G, Hoppe P, Romagnoli S, et al. Cardiac output estimation using pulse wave analysis – physiology, algorithms, and technologies: a narrative review. *British Journal of Anaesthesia*. 2021;126(1):67-76. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.09.049>.
34. Mohammadi I, Firouzabadi SR, Hosseinpour M, Akhlaghpasand M, Hajikarimloo B, Tavanaei R, et al. Predictive ability of hypotension prediction index and machine learning methods in intraoperative hypotension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Translational Medicine*. 2024;22(1). <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05481-4>.
35. an Der Ven WH, Terwindt LE, Risvanoglu N, le ELK, Wijnberge M, Veelo DP, et al. Performance of a machine-learning algorithm to predict hypotension in mechanically ventilated patients with COVID-19 admitted to the intensive care unit: a cohort study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2021;36(5):1397-1405. <https://doi.org/10.1007/s10877-021-00778-x>.
36. Barile L, Landoni G, Pieri M, Ruggeri L, Maj G, Neto C, et al. Cardiac index assessment by the Pressure Recording Analytic Method in critically ill unstable patients after cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2013;27(6):1108-1113. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.02.016>.
37. Joosten A, Desebbe O, Suehiro K, Murphy L, Essiet M, Alexander B, et al. Accuracy and precision of non-invasive cardiac output monitoring devices in perioperative medicine: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia*. 2016;118(3):298-310. <https://doi.org/10.1093/bja/aew461>.
38. Lamarche-Fontaneto R, Oud L, Howell KD, Ganerwal SA, Manek GU, Schleicher MC, et al. Cardiac output monitors in septic shock: do they deliver what matters? A systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2025;29(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05547-9>.
39. Kobe J, Mishra N, Arya VK, Al-Moustadi W, Nates W, Kumar B. Cardiac output monitoring: Technology and choice. *Annals of Cardiac Anaesthesia/Annals of Cardiac Anaesthesia*. 2019;22(1):6-17. https://doi.org/10.4103/aca.aca_41_18.
40. Lefrant JY, Bruelle P, Aya AGM, Saïssi G, Dauzat M, De La Coussaye JE, et al. Training is required to improve the reliability of esophageal doppler to measure cardiac output in critically ill patients. *Intensive Care Medicine*. 1998;24(4):347-352. <https://doi.org/10.1007/s001340050578>.
41. Penáz J, Voigt A, Teichmann W. Beitrag zur fortlaufenden indirekten Blutdruckmessung [Contribution to the continuous indirect blood pressure measurement]. *Z Gesamte Inn Med*. 1976 Dec 15;31(24):1030-3. German. PMID: 1020409.
42. Maheshwari K, Khanna S, Bajracharya GR, Makarova N, Riter Q, Raza S, et al. A randomized trial of continuous noninvasive blood pressure monitoring during noncardiac surgery. *Anesthesia and Analgesia*. 2018;127(2):424-431. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000003482>.
43. Wagner JY, Grond J, Fortin J, Negulescu I, Schöfthaler M, Saugel B. Continuous noninvasive cardiac output determination using the CNAP system: evaluation of a cardiac output algorithm for the analysis of volume clamp method-derived pulse contour. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2015;30(4):487-493. <https://doi.org/10.1007/s10877-015-9744-1>.
44. Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, Kurz A, Turan A, Rodseth RN, et al. Relationship between Intraoperative Mean Arterial Pressure and Clinical Outcomes after Noncardiac Surgery. *Anesthesiology*. 2013;119(3):507-515. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3182a10e26>.
45. Wesslink E, Kappen T, Torn H, Slooter A, Van Klei W. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review. *British Journal of Anaesthesia*. 2018;121(4):706-721. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.04.036>.
46. Maleczek M, Laxar D, Geroldinger A, Gleiss A, Lichtenegger P, Kimberger O. Definition of clinically relevant intraoperative hypotension: A data-driven approach. *PLoS ONE*. 2024;19(11):e0312966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312966>.
47. Gregory A, Stapelfeldt WH, Khanna AK, Smischney NJ, Boero IJ, Chen Q, et al. Intraoperative hypotension is associated with adverse clinical outcomes after noncardiac surgery. *An-*

esthesia & Analgesia 2020;132(6):1654-1665. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000005250>.

48. Peyton PJ, Chong SW. Minimally Invasive Measurement of Cardiac Output during Surgery and Critical Care. *Anesthesiology* 2010;113(5):1220-1235. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181ee3130>.

49. De Waal EEC, Konings MK, Kalkman CJ, Buhre WF. Assessment of stroke volume index with three different bioimpedance algorithms: lack of agreement compared to thermodilution. *Intensive Care Medicine* 2008;34(4):735-739. <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0938-y>.

50. Gujjar AR, Muralidhar K, Banakal S, Gupta R, Sathyaprabha TN, Jairaj PS. Non-invasive Cardiac Output by Transthoracic Electrical Bioimpedance in Post-cardiac Surgery Patients: Comparison with Thermodilution Method. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2008;22(3):175-180. <https://doi.org/10.1007/s10877-008-9119-y>.

51. Raval NY, Squara P, Cleman M, Yalamanchili K, Winklmaier M, Burkhoff D. Multicenter evaluation of noninvasive cardiac output measurement by bioreactance technique. *Journal of Clinical Monitoring and Computing* 2008;22(2):113-119. <https://doi.org/10.1007/s10877-008-9112-5>.

s10877-008-9112-5.

52. Kupersztich-Hagege E, Teboul J, Artigas A, Talbot A, Sabatier C, Richard C, et al. Bioreactance is not reliable for estimating cardiac output and the effects of passive leg raising in critically ill patients. *British Journal of Anaesthesia* 2013;111(6):961-966. <https://doi.org/10.1093/bja/aet282>.

53. Nicklas JY, Diener O, Leistenschneider M, Sellhorn C, Schön G, Winkler M, et al. Personalised haemodynamic management targeting baseline cardiac index in high-risk patients undergoing major abdominal surgery: a randomised single-centre clinical trial. *British Journal of Anaesthesia* 2020;125(2):122-132. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.04.094>.

54. Saugel B, Annecke T, Bein B, Flick M, Goepfert M, Gruenewald M, et al. Intraoperative haemodynamic monitoring and management of adults having non-cardiac surgery: Guidelines of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine in collaboration with the German Association of the Scientific Medical Societies. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2024;38(5):945-959. <https://doi.org/10.1007/s10877-024-01132-7>.

Specifika psychiatrických pacientů v kontextu anesteziologické péče

Apjarová T.*¹, Bönischová T.*^{2,3}, Kosinová M.^{2,3}, Štourač P.^{2,3}

*Autoři se podíleli na tvorbě stejným dílem

¹Anesteziologicko-resuscitační oddělení Nemocnice Vyškov, p. o.

²Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

³Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Prevalence psychiatrických onemocnění celosvětově stoupá, nyní jimi trpí každý pátý člověk. Proto se můžeme setkávat s pacienty užívajícími psychiatrickou medikaci v naší klinické praxi téměř denně. Tento článek se detailně věnuje specifickým anesteziologické péče u psychiatrických pacientů, se zaměřením na farmakologické interakce psychofarmak a jejich rizika spojená s kombinací léčiv podávaných v rámci anestezie. Taktéž je věnována pozornost možnostem minimalizace potenciálních komplikací v průběhu perioperačního období.

Klíčová slova: anestezie, psychiatrický pacient, antidepresiva, antipsychotika, perioperační péče.

The specifics of psychiatric patients in the context of anaesthesia

The prevalence of psychiatric disorders is rising globally, with one in five individuals now affected. As a result, patients taking psychotropic medications are encountered frequently in clinical practice. This article explores the specific considerations in providing anaesthetic care to psychiatric patients, with a focus on pharmacological interactions between psychotropic and anaesthetic drugs, as well as on the risks associated with their combined use. Additionally, the article discusses strategies to minimize potential complications during the perioperative period.

Key words: anesthesiology, psychiatric patient, antidepressants, antipsychotics, perioperative care.

Úvod

Psychiatrická onemocnění představují významnou část spektra zdravotnických diagnóz, přičemž jejich výskyt přesahuje hranice oboru psychiatrie a běžně se s nimi setkáváme napříč všemi obory medicíny [1]. Dle současných dat roste prevalence psychiatrických onemocnění, trpí jimi téměř každý pátý člověk na světě [2, 3]. Od začátku nového tisíciletí výrazně vzrůstá četnost užívání psychofarmak, a taktéž se snižuje věk jejich uživatelů [1]. Tento trend tudíž vede k častějšímu výskytu pacientů s psychiatrickými diagnózami v rámci perioperační péče, přičemž lze předpokládat, že jejich zastoupení bude i nadále narůstat. Psychiatrické onemocnění tak představuje významný faktor, který může ovlivňovat perioperační péči [1].

Anestezie u psychiatrických pacientů představuje výzvu nejen pro jejich primární psychiatrickou diagnózu, ale zejména pro možnou interakci psychiatrické medikace s léčivými přípravky užívanými v perioperačním období.

Tento článek shrnuje současné poznatky v oblasti perioperační péče o pacienty s nejčastějšími psychiatrickými diagnózami včetně

přípravy na anestezii, managementu anestezie a pooperačního sledování. Pozornost je také věnována rizikovým faktorům, interakcím psychofarmak s anestetiky a analgetiky a praktickým přístupům, které mohou pomoci minimalizovat rizika a optimalizovat výsledky péče.

Obecné informace

Efektivní management psychiatrických pacientů vyžaduje multidisciplinární spolupráci mezi anesteziology, psychiatry, chirurgickým týmem a dalšími specialisty.

Pro hladký průběh perioperačního procesu je klíčové předoperační zhodnocení psychiatrického stavu pacienta. Kromě důrazu na identifikaci a management interakcí užívaných psychofarmak je nezbytné zaměřit se také na specifika a rizika konkrétního psychiatrického onemocnění a v součinnosti s chirurgickými obory správně posoudit risk vs. benefit ratio výkonu [1].

V rámci přípravy na operační výkon je nutné minimalizovat stres a úzkost před výkonem pro riziko exacerbace onemocnění [4].

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORKY:

MUDr. Tereza Bönischová, bonischovat@gmail.com

Článek přijat redakcí: 6. 7. 2025; Článek přijat k tisku: 25. 9. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):272-279

Jedním z prvních problémů, se kterým se anesteziolog může setkat u psychiatrického pacienta, je obtížnější předanestetické vyšetření kvůli ztížené komunikaci nebo zhoršené spolupráci [1, 5]. Mnoho příznaků, se kterými pacient přichází, může být spojeno s jeho psychiatrickou diagnózou a zkreslovat tak závažnost stavu. Pacienti mohou udávat falešné informace nebo může být komplikované získat informovaný souhlas z různých důvodů (nespolupráce, omezená svéprávnost, validita při změně mentálního stavu) [5].

U pacientů s psychiatrickým onemocněním může být riziko komplikací v průběhu anestezie vyšší, mimo jiné v důsledku změněné fyziologické stresové odpovědi [5, 6]. Tito pacienti mají také perioperačně vyšší mortalitu [5, 6]. Je to dáno zejména vlivem farmak a samotného onemocnění na endokrinní, imunitní a kardiovaskulární systém [5]. Pooperačně mají vyšší riziko změn chování, psychomotorického neklidu či rozvoje pooperačního deliria nebo opožděného neurokognitivního zotavení (dNCR), dříve známého jako postoperační kognitivní deficit (POCD). Tyto stavy výrazně komplikují rekonvalescenci [1].

U pacientů s vysokým rizikem rozvoje dNCR – zejména u pacientů vyššího věku, s neurologickou komorbiditou, závislostmi, nebo u těch, kteří podstupují kardiovaskulární, ortopedický, urologický výkon či velkou břišní operaci – je doporučeno vyšetřit kognitivní funkce [1]. Pro tento účel jsou doporučeny krátké, objektivní a validované screeningové testy.

V českém prostředí se osvědčil například Mini-Cog, validovaný i pro perioperační péči. Z novějších možností jsou k dispozici české testy ALBA a POBAV [1, 7], případně lze zvážit konzultaci s psychiatrem [1]. Vzhledem k vlivu na rekonvalescenci je u psychiatrických pacientů ambulantní chirurgie výzvou. Je nutné důkladně zvážit rizika a provést předoperační psychologickou přípravu [8].

Specifika nejčastějších psychiatrických diagnóz

Deprese

Deprese je velmi časté psychiatrické onemocnění, které se vyskytuje u 5 % populace [9]. Nejvyšší incidence v populaci je mezi pozdními dvacátými a brzkými třicátými roky. Je charakterizovaná horší náladou, ztrátou zájmu a potěšení z běžně příjemných činností, ztrátou energie, potížemi s myšlením a rozhodováním, poruchami chuti k jídlu a spánku, psychomotorickými poruchami a sebevražednými myšlenkami [10]. Úzkost je často přidružená. Ačkoliv ovlivňuje všechny orgánové systémy, patofyziologie deprese stále není přesně objasněna [11]. Předpokládá se, že je způsobena nerovnováhou monoaminů v CNS nebo dysregulací hypotalamo-hypofyzární osy a prozánětlivých mediátorů stresové odpovědi, což může ovlivnit reakci pacientů na operační stres [12]. Vyskytující se kognitivní porucha se po operaci může zhoršit [13].

Deprese může být nezávislý rizikový faktor pro rozvoj pooperačního deliria [11]. Oslabení imunitního systému u depresivních poruch může pacienty vystavit ve zvýšené míře rozvoji pooperačních infekcí [12]. Taenzer a kol. [14] zjistili, že deprese před operací významně korelovala s pooperační bolestí a potřebou analgetik.

De Cosmo a kol. [15] popsali, že pacienti s předoperační úzkostí a depresí měli vyšší intenzitu bolesti po operaci a větší spotřebu tramadolu [5]. U elektivních výkonů se doporučuje odložit operaci, dokud pacient nedosáhne stabilizace stavu, kterou je možné posoudit klinicky, například absencí akutních depresivních symptomů, nebo na základě doporučení ošetřujícího psychiatra. Pokud pacient nereaguje na léčbu či má dlouhou historii neúspěšné terapie, je nutné individuálně zvážit rizika a benefity plánovaného výkonu [10]. Komunikace s pacientem trpícím depresí může být obtížná. Pacient bývá málomluvný až apatický, někdy plačtivý, v závažných případech agresivní. Pooperačně mají tito pacienti riziko exacerbace depresivních obtíží [10, 16].

Bipolární afektivní porucha

Bipolární afektivní porucha je onemocnění projevující se opakovanými epizodami mánie, hypománie a deprese [17]. Podobně jako u deprese je jedním z etiologických faktorů dysfunkce hypotalamo-hypofyzární osy, což může ovlivnit schopnost reagovat na perioperační stres [17]. Taktéž jsou tito pacienti velmi náchylní k exacerbaci onemocnění po operaci [5].

V terapii bipolární afektivní poruchy se uplatňují zejména stabilizátory nálad, mezi které patří antikonvulziva a lithium, dále také antidepresiva a některá atypická antipsychotika [2, 18].

Úzkostná porucha

Úzkost je častým pocitem v předoperačním období postihující 48 % chirurgických pacientů [19]. Úzkost může být snížena nebo eliminována rozhovorem s pacientem a podáním premedikace. V perioperačním období zvyšuje spotřebu anestetik a analgetik [4].

Samotná diagnóza úzkostné poruchy, kam patří například panická porucha nebo generalizovaná úzkostná porucha [20], může ovlivnit pacienta v rámci perioperační péče. Extrémní stres před operací může vyvolat rozvoj panických atak a obtížnou spolupráci s pacientem. V rámci předoperační přípravy může být problematické zajištění žilního vstupu [21].

Léčbou volby u úzkostných poruch je dlouhodobé podávání serotoninergních antidepresiv, buspironu nebo psychoterapie [20]. Pro zvládnutí panické ataky mohou být podány benzodiazepiny [1], dlouhodobé podávání však není vhodné pro možný vznik návyku [20].

Schizofrenie

Jedná se o závažné psychiatrické onemocnění postihující zhruba 1 % populace [22]. Projevuje se pozitivními (např. halucinace, přeludy, katatonie) a negativními (snížení kognitivních funkcí, hypomotivace) psychotickými symptomy [22].

Etiologie je multifaktoriální, pravděpodobně souvisí s nadměrnou dopaminergní aktivitou v centrální nervové soustavě (CNS), ačkoli přesný mechanismus nebyl dosud objasněn [5, 6].

Pacienti s diagnózou schizofrenie představují z hlediska perioperační péče vysoce rizikovou skupinu. Vzhledem k užívání antipsychotik jsou náchylnější k hypotenznímu účinku anestetik [5, 23]. Navzdory tomu se doporučuje antipsychotickou medikaci před

operací nevysazovat, aby nedošlo k rozvoji psychotických komplikací nebo exacerbaci onemocnění [1, 2, 5]. Pacienti jsou také zvýšeně náchylní na rozvoj perioperační hypotermie kvůli přímému účinku na termoregulační centrum v hypotalamu. Proto je důležitý důsledný termomanagement [5, 24].

Velmi často se u těchto pacientů objevuje dNCR, pneumonie a paralytický ileus kvůli anticholinergnímu a noradrenergnímu účinku antipsychotik [2]. Méně častými, ale za to závažnějšími komplikacemi, je plicní embolie, komorové arytmie, anasarka nebo rhabdomyolýza, jejichž výskyt je v porovnání s běžnou populací vyšší [1].

Chronické užívání antipsychotik může snížit vnímání bolesti, jelikož většina antipsychotik má analgetické účinky [5, 25].

Fentanyl, propofol a ketamin v perioperačním období mohou snižovat riziko rozvoje pooperační zmatenosti a dNCR u schizofrenických pacientů [1, 26]. Přestože se ketamin v poslední době využívá terapeuticky u některých jiných psychiatrických onemocnění [27], ketamin u pacientů dlouhodobě léčených antipsychotiky vyžaduje opatrnost, protože tato kombinace může snižovat práh pro vznik epileptiformních záchvatů [5]. Volba jiné formy anestezie než celkové redukuje riziko rozvoje dalších organických komplikací. Například při kombinaci epidurální anestezie a regionální blokády u břišních operací je významně nižší riziko rozvoje pooperačního ileu [1].

Demence

Demence je charakterizována významným poklesem kognitivních funkcí oproti předchozí úrovni, což narušuje soběstačnost v každodenním životě. Často chybí náhled na vlastní onemocnění [28].

V procesu rozhodování o péči je třeba vycházet z vůle pacienta nebo jeho zákonného zástupce. Názory rodinných příslušníků a pečovateli mohou být v rámci komunikace zohledněny [18].

V pooperačním období jsou pacienti s demencí vystaveni vyššímu riziku rozvoje deliria a dNCR. Je nutné dbát na prevenci jejich vzniku volbou vhodného typu anestezie a důslednou léčbou bolesti. V průběhu výkonu může být přínosná monitorace hloubky anestezie [18].

Pacienti s demencí často užívají inhibitory cholinesterázy již v raných stádiích onemocnění. Tyto léky mohou ovlivnit účinek depolarizujících i nedepolarizujících myorelaxancií – některé studie popisují prodloužený účinek [29], jiné naopak snížený [30]. Dále se inhibitory cholinesterázy podílejí na zvýšeném vagovém tonu, což může ovlivnit perioperační hemodynamiku [29]. Otázka vysazení inhibitorů cholinesterázy před operací je komplikovaná a kontroverzní. Některé přístupy vysazení doporučují, jiné proti němu silně varují, všechny se však shodují, že je nutné jej individuálně zvážit s přihlédnutím k efektivnosti léčby, rizikům pro pacienta, nutnosti výkonu a poločas eliminace léčiv [29, 32]. Zajímavý pohled na toto téma nabízí britská asociace anesteziologů v doporučení z roku 2019, které jako jediné uvádí přesné časové doporučení. U rivastigminu a galantaminu, které mají krátký poločas, lze dle článku zvážit vysazení den před výkonem, zatímco u donepezilu s poločasem 2–3 týdny není vysazení vhodné [31]. U pacientů užívajících memantin může vést současné podání ketaminu k aditivním účinkům na CNS, je nutné tedy dbát zvýšené opatrnosti a monitorovat nežádoucí účinky, jako je sedace či psychóza [18, 33].

Psychofarmaka a anestezie

Pacienti užívající psychofarmaka mohou být perioperačně vystaveni specifickým rizikům souvisejícím s jejich medikací [1]. Psychofarmaka jsou nejen látky se širokou škálou nežádoucích účinků, ale většina z nich interaguje jak s anestetiky, tak s dalšími léčivy v perioperačním období [2]. Léčiva užívaná během anestezie jsou často psychotropní, proto kromě chronické medikace mají vliv i na samotné základní onemocnění [1]. Psychiatrická medikace by v perioperačním období neměla být vysazována s výjimkou specifických případů. Pokud není možný perorální příjem, je vhodné zajistit adekvátní intravenózní substituci. Náhlé přerušení léčby může vést k abstinenčním příznakům nebo dekompenzaci základního psychiatrického onemocnění. Zvýšené riziko perioperačních komplikací a lékových interakcí je pozorováno zejména u lithia, tricyklických antidepresiv (TCA) a inhibitorů monoaminoxidázy (IMAO) [1]. Pacienti s psychiatrickým onemocněním mohou být vzhledem k potenciálním komorbiditám a farmakoterapii zařazení do vyšší kategorie ASA, obvykle ASA III. U dlouhodobě dobře kompenzovaných pacientů bez závažných nežádoucích účinků léčby lze uvažovat o zařazení do ASA II [1].

Vzhledem ke vzrůstající spotřebě psychofarmak probíhá intenzivní výzkum jejich vlivu na všechny aspekty pacientova života a další onemocnění. Velká část psychiatrické medikace má samostatný analgetický účinek nebo ovlivňuje efekt analgetik, proto je zkoumán zejména vliv medikace na akutní i chronickou pooperační bolest [4].

Antidepresiva

Selektivní inhibitory zpětného vychytávání serotoninu (SSRI)

SSRI patří mezi nejvíce předepisovaná antidepresiva [1]. Mechanismus jejich účinku spočívá v blokování zpětného vychytávání serotoninu neurony ze synaptické štěrbiny [1, 2, 5].

Nejzávažnějším rizikem je život ohrožující hypermetabolický serotoninový syndrom při jejich kombinaci s dalšími serotoninergními léčivy, v rámci perioperační péče se jedná zejména o jejich kombinaci s tramadolem [1, 2, 5, 34, 35]. Dalšími rizikovými léčivy jsou inhibitory monoaminoxidázy, fentanyl, petidin, dextrometorfan, tapentadol, metadon, linezolid, tricyklická antidepresiva, SARI a SNRI (viz níže), 5HT3 antagonisté (setrony) a triptany [36].

Vzhledem k serotoninergnímu mechanismu účinku mohou SSRI snížit agregaci krevních destiček a mohou zvýšit riziko perioperačního krvácení, zejména v kombinaci s kyselinou acetylsalicylovou, nesteroidními protizánětlivými léky (NSAID) nebo při užívání perorálních antikoagulancií [1]. Stejně jako tricyklická (TCA) a tetracyklická antidepresiva (TeCA) mohou prodlužovat QT interval [2].

V současné době probíhá rozsáhlý výzkum vlivu SSRI na pooperační analgezii [4]. Ačkoliv jsou často off-label předepisovány na chronickou bolest, jejíž vnímání snižují, jejich vliv na akutní pooperační bolest je kontroverzní [37]. SSRI jsou inhibitory určitých izoform jaderného enzymu P450, zejména CYP 2D6 a 3A4, proto mohou zvýšit plazmatickou koncentraci léčiv se stejnou cestou metabolisme, jako jsou například warfarin či benzodiazepiny [1]. Z tohoto důvodu je důležité myslet na

potenciálně možné prodloužení účinku benzodiazepinů [2]. Tento enzym také metabolizuje některé opioidy na jejich aktivní formu, je tedy vhodné aplikovat opioidy, které metabolizaci tímto isoenzymem nevyžadují, jako je morfin nebo fentanyl [2].

Celkově jsou považovány SSRI za bezpečná léčiva v rámci perioperační péče, pro riziko možného syndromu z odnětí je doporučeno předoperačně je nevysazovat a pokračovat v léčbě během celého perioperačního období [2, 5].

Inhibitory zpětného vychytávání serotoninu a noradrenalinu (SNRI)

Podobně jako u SSRI, i u SNRI existuje riziko lékových interakcí s dalšími serotoninergními látkami, jež mohou vést k rozvoji serotoninového syndromu. Rovněž může být zvýšeno riziko krvácení při současném podávání antikoagulancií nebo antiagregační léčby.

SNRI obecně nevykazují významné interakce s anestetiky a mohou se tedy bezpečně podávat i v perioperačním období [2].

Antagonista a inhibitor zpětného vychytávání serotoninu (SARI)

K představitelům této skupiny patří trazodon a nefazodon. Riziko rozvoje serotoninového syndromu je menší než u předchozích skupin antidepresiv, taktéž riziko krvácení v kombinaci s antikoagulancii a antiagregancii je nižší [38, 39]. Trazodon může zvýšit účinek myorelaxancií a inhalačních anestetik [40].

Inhibitory monoaminoxidázy (IMAO)

Ve srovnání s jinými skupinami antidepresiv jsou v současné době podávány méně vzhledem k jejich četným farmakologickým interakcím. Pacienti léčení IMAO vyžadují pečlivé plánování anesteziologického postupu s důrazem na volbu bezpečných anestetik a analgetik [2].

Inhibitory monoaminoxidázy inhibují enzym odpovědný za degradaci neurotransmiterů, jako je serotonin, noradrenalin a dopamin. Dělí se na ireverzibilní, neselektivní (např. fenelzin, tranylcypromin) a reverzibilní (např. moklobemid). Zvláště ireverzibilní IMAO mají vysoký potenciál pro závažné perioperační interakce [41].

Závažným nežádoucím účinkem může být potenciálně fatální hypertenzní krize při podání nepřímých sympatomimetik (efedrin, pseudoefedrin, amfetaminy), která jsou proto přísně kontraindikována [2, 5, 34]. Přímá sympatomimetika (např. noradrenalin, adrenalin, dobutamin, isoprenalin, fenylefrin, betamimetika) je nutno titrovat, jelikož mohou mít zvýšený účinek v důsledku vyšší senzitivity receptorů [5].

Významné reakce vykazují IMAO také v kombinaci s opioidy [1, 2, 5]. Současné podání s tramadolem a petidinem je kontraindikováno pro možný rozvoj serotoninového syndromu [5, 26, 42]. Vzácnou reakcí je zesílení účinků všech opioidů při inhibici jaterních enzymů [2, 5, 13], reakce je zvrátitelná naloxonem. Tímto mechanismem může docházet také ke snížení jaterního metabolismu barbiturátů. Ketaminu je vhodné se vyhnout pro jeho stimulaci sympatiku. Propofol a etomidát lze podávat bezpečně stejně jako benzodiazepiny, inhalační anestetika, anticholinergika a nesteroidní antirevmatika [2, 5, 42].

Rozhodnutí o ukončení léčby IMAO kvůli plánované operaci by mělo být učiněno předem na základě diskuze mezi ošetřujícím psychiatrem, anesteziologem a pacientem. Pokračování v podávání IMAO je spojeno zejména s riziky hypertenzní krize, serotoninového syndromu a posílení účinku opioidů, pečlivě zvolená anestetická strategie je však může minimalizovat. Při vysazení IMAO naopak hrozí relaps onemocnění a syndrom z odnětí [5, 42].

Je doporučeno buď pokračování v podávání IMAO v perioperačním období při dodržení všech bezpečnostních opatření, nebo jejich postupné vysazení a náhrada moklobemidem 10–14 dní před operací pod psychiatrickým dohledem. Moklobemid se vysazuje 24 hodin před výkonem [1, 2, 4, 5, 13].

Tricyklická antidepresiva (TCA)

Před dostupností SSRI byla TCA nejčastěji předepisovanými léčivy k léčbě depresí [5]. Chronické užívání TCA vede k depleci centrálních katecholaminů, což může potencovat výskyt perioperační hypotenze [2, 5, 13, 43]. TCA mohou také způsobit změny na EKG [5] a zpomalují vyprazdňování žaludku [34]. Zvýšená dostupnost noradrenalinu v postsynaptickém nervovém systému může být zodpovědná za vznik hypertenzní krize po podání efedrinu [1, 5, 13]. Stejně tak může být hypertenzní krize vyvolána intenzivní stimulací sympatiku, z toho důvodu je vhodné se vyvarovat ketaminu [5, 13].

TCA prodlužují QT interval [1, 2]. Mohou také zvyšovat odpověď na perioperačně podávaná anticholinergika, zejména ta, která přecházejí hematoencefalickou bariérou, jako je například atropin. To může způsobit rozvoj perioperační zmatenosti [1, 5].

Současné užití TCA a tramadolu může zvýšit potenciál pro vznik křečí [6], také je riziko rozvoje serotoninového syndromu. Tramadol zvyšuje neurotoxicitu TCA, jeho podání může vyústit v agitaci, delirium, respirační depresi a koma [1]. I přes závažné nežádoucí účinky a interakce je vhodné v perioperačním období v léčbě TCA pokračovat, včetně podání v den operace [2, 5, 34, 44].

Tetracyklická antidepresiva (TeCA)

Mezi nejčastěji předepisovaná tetracyklická antidepresiva patří mirtazapin, který není spojen s kardiotoxicitou. Mirtazapin se řadí mezi noradrenergní a specifická serotoninergní antidepresiva (NASSA) [39]. Stejně jako SSRI může jeho kombinace se serotoninergními léčivy vyvolat rozvoj serotoninového syndromu, avšak riziko výskytu je nižší [2, 39]. Může zvýšit sedativní účinky benzodiazepinů a opioidů [45]. Taktéž může prodlužovat QT interval [39]. Dalším představitelem této skupiny je maprotilin, který nevykazuje signifikantní interakce s anestetiky [2].

Ostatní atypická antidepresiva

Bupropion zvyšuje hladiny noradrenalinu a dopaminu selektivní inhibicí zpětného vychytávání. Nemá významné anestetické interakce, ale je potřeba dbát opatrnosti při současném podání ketaminu, jelikož obě léčiva snižují práh pro vznik křečí [46].

Nedávno schváleným atypickým antidepresivem, určeným pro léčbu zejména farmakorezistentní depresivní poruchy, je esketamin, levotočivý izomer ketaminu [47–49]. Při jednorázovém podání potlačí

depresivní symptomatologii na minimálně 72 hodin [50]. K NMDA receptoru má cca 3–4× vyšší aktivitu než racemický ketamin [50, 51]. V kombinaci s ostatními tlumícími léčivými, zejména benzodiazepiny a opioidy, potencuje depresi CNS, proto je nutné dbát zvýšené opatrnosti [2, 51]. Je vhodné jej nekombinovat s ketaminem [2, 13, 51]. Atypická antidepresiva je taktéž doporučeno předoperačně nevysazovat a pokračovat v podávání i v den operace [2].

Stabilizátory nálady

Jedná se o léčiva určená k léčbě bipolární afektivní poruchy, a řadí se mezi ně antiepileptika stabilizující náladu a lithium.

Antiepileptika

Antiepileptika mají různé méně či více významné interakce nejen s anestetiky. I když jsou užívána jako prevence křečových stavů, rychlé vysazení může snížit práh pro vznik záchvatů. Doporučuje se je předoperačně nevysazovat [2, 4, 52].

Karbamazepin je silný induktor enzymů cytochromu P450, zejména izoenzymu CYP3A4 a CYP3A5, proto snižuje plazmatické hladiny mnoha léčiv užívaných v anestezii včetně benzodiazepinů [2, 53]. Karbamazepin indukuje metabolismus tramadolu, a proto současné podávání obou léků vede ke snížení jeho účinnosti [5, 54]. Další důležitou interakcí v perioperačním období je snížení doby účinku až rezistence k nedepolarizujícím relaxancím jejich zrychleným odbouráváním v játrech [2, 52]. Karbamazepin také patří mezi léčiva, která se mohou podílet na rozvoji hyponatremie a SIADH (syndrom nepřiměřené sekrece anti-diuretického hormonu) [55].

Další antikonvulzivum, sloužící jako stabilizátor nálady, je lamotrigin, který není induktorem cytochromu P450 a nemá výrazné interakce s anestetiky [2, 52].

Naopak významným inhibítorem cytochromu P450, zejména CYP2D6, je valproát. Při současném podání s barbituráty a benzodiazepiny zvyšuje jejich koncentraci a účinnost, což vede k intenzivnější sedaci. Zároveň zesiluje sedativní a tlumivé účinky propofolu na kardiovaskulární a respirační systém a prodlužuje dobu, po kterou se pacient probouzí z celkové anestezie. Stejně jako karbamazepin způsobuje zkrácení doby účinku až rezistenci k nedepolarizujícím relaxancím [2, 52]. Vzácným, ale závažným nežádoucím účinkem může být trombocytopenie [56, 57], proto je vhodné zkontrolovat předoperačně počet trombocytů. Valproát je hepatotoxický, proto by měla být u pacientů, kteří jej užívají předoperačně, zkontrolována aktivita jaterních enzymů [56].

Lithium

Lithium je lékem volby pro prevenci nestability nálady a léčbu mánie [58]. Jeho mechanismus působení není dosud zcela objasněn [2, 59, 60]. Vzhledem k iontové povaze léčiva je jeho účinek silně ovlivněn renálními funkcemi pacienta [1, 2]. Má velmi úzké terapeutické okno a dlouhý a vysoce variabilní poločas (v rozmezí od 12 do 60 hodin) [2, 59, 60], proto je nutné pravidelně monitorovat jeho hladinu v séru [58]. Zároveň vykazuje řadu lékových interakcí, což vyžaduje opatrnost při jeho kombinaci s dalšími léčivými [1, 2, 5].

Chronická léčba lithiem může vést ke zvýšení tělesné hmotnosti, renální insuficienci a hypotyreóze [1, 60].

V rámci perioperační péče je důležité vzít v potaz vliv lithia na účinnost anestetik a myorelaxancií. Vlivem lithia jsou díky nižšímu uvolňování dopaminu a noradrenalinu v mozkovém kmeni ke stejnému účinku potřeba nižší dávky anestetik [1, 5, 13]. Stejným mechanismem dochází ke snížení minimální alveolární koncentrace (MAC) volatilních anestetik [4, 13]. Lithium také prodlužuje délku trvání nervosvalové blokády [1, 5, 13].

Významnou lékovou interakcí v perioperačním období je možné zvýšení hladiny lithia v séru a tím potenciace jeho toxicity při současném podávání nesteroidních protizánětlivých léků [2, 61], které mohou jeho hladinu v séru zvýšit až o 40 % [1, 62]. Při jeho kombinaci se serotonergními léčivými existuje riziko vzniku serotoninového syndromu [2, 61]. Vzácnou, ale možnou komplikací léčby lithiem je rozvoj diabetes insipidus, který může být demaskován ve chvíli, kdy jej pacient není schopen polydipsií kompenzovat, zejména při sedaci, hladovění nebo deliriu [2]. Vzácně může způsobit změny na EKG, jako je oploštění nebo inverze T vln [1].

Užívání lithia perioperačně představuje riziko zejména tehdy, když dochází k hemodynamické nestabilitě, větší krevní ztrátě a velkým tekutinovým přesunům během výkonu. Pacient je následně ohrožen perioperačním selháním ledvin a poruchou renální exkrece lithia. Proto je doporučeno u velkých výkonů lithium vysadit 72 hodin před operací. Lze vysadit najednou, jelikož se neobjevují žádné abstinenční příznaky [5]. V pooperačním období, kdy má pacient normální hodnoty draslíku, sodíku a kreatininu, je hemodynamicky stabilní a je schopen pít, by měla být léčba lithiem znovu zahájena s kontrolou hladin v séru do 1 týdne [5, 42]. Některé zdroje uvádí nasazení lithia do 24 hodin po operaci [1]. U malých výkonů, kde je riziko exacerbace psychiatrického onemocnění větší než riziko spojené s podáváním lithia, lze léčbu ponechat [1, 2]. Předoperační vyšetření u pacienta užívajícího lithium by mělo zahrnovat stanovení elektrolytů, renálních funkcí, a vzhledem k častému výskytu hypotyreózy i funkce štítné žlázy a EKG [2].

Benzodiazepiny

Vzhledem k svému mechanismu účinku zhoršují v kombinaci s intravenózními anestetiky a opioidy depresi CNS. Dříve byly asociovány s vyšším rizikem deliria u seniorů, aktuální studie však tuto souvislost vyvrací [63, 64]. Při chronické léčbě benzodiazepiny pacienti často vyžadují zvýšenou koncentraci inhalačních anestetik. V případě náhlého vysazení dochází k rozvoji syndromu z odnětí, proto se vysazení nedoporučuje a je vhodné je podávat i v den operace. Při nemožnosti per os příjmu lze nahradit intravenózní formou [2].

Antipsychotika

Antipsychotika mají mnoho vedlejších účinků a důležitých interakcí. Ovlivňováním dopaminergních drah mohou způsobit rozvoj extrapyramidových příznaků a narušení termoregulace. Alfa adrenergní blokáda způsobuje náchylnost k hypotenzi a tachykardii, zatímco blokáda histaminových receptorů má za následek nadměrné sedativní účinky, taktéž může zesílit účinky souběžně podávaných léků tlumících

CNS. Anticholinergní účinky antipsychotik mohou přispět k rozvoji paralytického ileu [2].

Některá antipsychotika mohou způsobovat změny na EKG, zejména oploštění T vln a depresi ST segmentu [2, 5]. Současně mohou prodlužovat QT interval, což v kombinaci s jinými stejně působícími léčivy může zapříčinit vznik torsades de pointes [2, 5, 65]. Hypokalemie a hypomagnezemie tento potenciál dále umocňují

[2]. Typická i atypická antipsychotika jsou spojována s vyšším rizikem náhlé srdeční smrti [34].

Zajímavostí je, že pacienti užívající antipsychotika mohou lépe tolerovat pooperační bolesti díky dysregulaci NMDA receptorů. Některá antipsychotika (metotrimeprizin, butyrofenony, fenothiaziny) vykazují dle nekontrolovaných studií analgetický potenciál [2, 5, 25]. Validita těchto studií je ale kontroverzní.

Tab. 1. Psychiatrická léčiva, nejvýznamnější rizika, komplikace, významné interakce a preventivní opatření

Skupina	Zástupci	Rizika a komplikace	Léčiva s významnou interakcí	Opatření
Antidepresiva				
SSRI	fluvoxamin, fluoxetin, sertralin, paroxetin, citalopram, escitalopram	Serotoninový syndrom, zvýšení krvácivosti, prodloužení QT, inhibice CYP450	Tramadol, NSAID, antikoagulancia (zejména warfarin) a antiagregancia, benzodiazepiny, ondansetron a ostatní serotoninergní medikace	Podávat i v den výkonu
SNRI	venlafaxin	Stejně jako SSRI		Podávat i v den výkonu
SARI	trazodon, nefazodon	Nižší riziko krvácení a serotoninového syndromu než SSRI, zesílení účinku myorelaxancií a inhalačních anestetik	Serotoninergní medikace	Podávat i v den výkonu
IMAO	fenelzin, tranylcypromin, moklobemid	Hypertenzní krize, serotoninový syndrom	Serotoninergní medikace, sympatomimetika, opioidy, ketamin	Specifická opatření (viz výše v textu), přísná kontraindikace nepřímých sympatomimetik
TCA	dosulepin, amitryptilin, imipramin, nortryptilin, norimipramin, klomipramin	Hypotenze, arytmie, hypertenzní krize, serotoninový syndrom, zpomalené vyprazdňování žaludku	Ketamin, efedrin, tramadol, serotoninergní medikace, atropin	Podávat i v den výkonu
TeCA	mirtazapin, maprotilin	Serotoninový syndrom, sedace, prodloužení QT	Serotoninergní medikace, benzodiazepiny	Podávat i v den výkonu
Atypická antidepresiva	bupropion, esketamin	Bupropion riziko křečí, esketamin útlum CNS	Ketamin, benzodiazepiny, opioidy	Podávat i v den výkonu
Stabilizátory nálad				
Antiepileptika	karbamazepin, valproát, lamotrigin	Karbamazepin – indukce CYP, snížení účinku až rezistence k nedepolarizujícím myorelaxanciím, riziko hyponatremie a SIADH, Valproát – inhibice CYP450, sedace a hepatotoxicita, snížení účinku až rezistence k nedepolarizujícím myorelaxanciím, trombocytopenie Lamotrigin – bez významných interakcí	Ketamin, tramadol, benzodiazepiny, propofol, nedepolarizující myorelaxancia	Podávat i v den výkonu, Valproát – před výkonem laboratorní kontrola jaterních testů a hladiny trombocytů
Lithium		Závislé na renálních funkcích, prodloužení nervosvalové blokády, snížení potřeby anestetik, snížení MAC, serotoninový syndrom, diabetes insipidus, změny na EKG	NSAID	U velkých výkonů vysadit 72 hodin předem, u malých podávat i v den výkonu, před výkonem kontrola renálních funkcí, funkce štítné žlázy a EKG
Antipsychotika				
	chlorpromazin, levomepromazin, haloperidol, melprenon, flufenazin, flupentixol	Hypotenze, arytmie, prodloužení QT, sedace, maligní neuroleptický syndrom, riziko syndromu z odnětí a zhoršení psychotických příznaků a agitovanosti, vyšší riziko náhlé srdeční smrti	Anticholinergika	Podávat i v den výkonu, CAVE poruchy termoregulace
Ostatní farmaka				
Benzodiazepiny	midazolam, alprazolam, diazepam, bromazepam, klonazepam, oxazepam aj.	Útlum CNS, riziko syndromu z odnětí, zvýšená potřeba inhalačních anestetik		Podávat i v den výkonu

Vysazení antipsychotik před operací může vést k náhlému rozvoji psychotických symptomů a zvýšenému výskytu pooperační zmatenosti a agitovanosti [2, 5, 26].

Vzácný, ale život ohrožující nežádoucí účinek antipsychotik je rozvoj maligního neuroleptického syndromu. Projevuje se podobnými příznaky jako maligní hypertermie. Úmrtnost je až 20 % [1, 4, 66].

Závěr

Pacienti s přidruženým psychiatrickým onemocněním představují specifickou skupinu s výrazně vyšším rizikem perioperačních komplikací, a proto vyžadují zvláštní pozornost již při předoperační přípravě. Psychiatrická onemocnění jsou častá, postihují okolo 20 % populace, proto se s nimi ve své praxi jistě potká každý anesteziolog. Nejvýznamnějšími komplikacemi je riziko dekompenzace psychického stavu, somatické obtíže způsobené základním onemocněním a lékové interakce. Pacienti užívají řadu léků, které mají s peroperačně podávanými farmaky četné interakce. Spektrum těchto interakcí je

od téměř nevýznamných až po potenciálně fatální. Hlavní problémy představují kardiotoxicita (hypotenze, hypertenze, arytmie), serotoninový syndrom, neuroleptický maligní syndrom a změna metabolismu léčiv. Mezi nejvíce riziková farmaka patří IMAO, TCA a lithium. I přes tato rizika je doporučeno většinu psychiatrické medikace před operačním výkonem nevysazovat pro riziko vzniku syndromu z odnětí či exacerbaci základního onemocnění. U lithia a IMAO je vhodné zvážit specifická opatření.

Klíčovým prvkem péče je individuální přístup a důkladná znalost interakcí mezi psychiatrickou medikací a anestetiky, jejich prevence a minimalizace závažnosti. Anesteziolog by měl včas identifikovat potenciální rizika, a tím předejít jak dekompenzaci psychického stavu a zrušení plánované operace, tak i závažným komplikacím plynoucím z interakcí léčiv. Přizpůsobením anesteziologického plánu specifickým potřebám těchto pacientů lze významně zvýšit bezpečnost a kvalitu poskytované péče. V případech jakýchkoli nejasností je vhodné konzultovat stav pacienta s psychiatrem.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři prohlašují, že při psaní tohoto odborného článku použili umělou inteligenci pouze ke korektuře překladu abstraktu do anglického jazyka. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **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. **Financování:** Tato práce byla podpořena Specifickým univerzitním výzkumem poskytovaným MŠMT (MUNI/A/1771/2024, MUNI/A/1733/2024) a MH CZ – DRO (FNBr, 65269705). **Poděkování:** N/A **Registrace v databázích:** N/A **Projednání etickou komisí název komise:** N/A

LITERATURA

- Milenovic M, Kalezic N, Simic D, Dimitrijevic D, Markovic D, Dimitrijevic I. Preoperative assessment and management of patient with psychiatric comorbidity. *Acta chirurgica lugoslavica*. 2011;58(2):143-9.
- Oprea AD, Keshock MC, O'Glasser AY, Cummings KC, Edwards AF, Zimbrian PC, et al. Preoperative Management of Medications for Psychiatric Diseases. *Mayo Clinic Proceedings*. 2022;97(2):397-416.
- Steel Z, Marnane C, Iranpour C, Chey T, Jackson JW, Patel V, et al. The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980–2013. *Int J Epidemiol*. 2014;43(2):476-93.
- Catalani B, Hamilton CS, Herron EW, Urman RD, Fox CJ, Kaye AD. Psychiatric agents and implications for perioperative analgesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2014;28(2):167-81.
- Attri JP, Bala N, Chatrath V. Psychiatric patient and anaesthesia. *Indian J Anaesth*. 2012;56(1):8-13.
- Michailidou EM. Anesthesia in Psychiatric Patients. *Clinical Medicine and Health Research Journal*. 2023;3(3):424-7.
- Matějovská Kubešová H, Býma S. Demence. Doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře. Novelizace 2018. Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP; 2018. Dostupné z <https://www.svl.cz/svl-docs/doprocene-postupy/17/dp-demence-2024.pdf>.
- Joshi GP, Vetter T. Ambulatory Anesthesia: Current State and Future Considerations. *Anesthesia & Analgesia*. 2024;139(3):453-7.
- WHO. Newsroom. WHO.int. [Internet]. ©2023 [cited 2025 Aug 22]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>.
- Ghoneim MM, O'Hara MW. Depression and postoperative complications: an overview. *BMC Surg*. 2016;16(1):5.
- Hasler G. Pathophysiology of depression: Do we have any solid evidence of interest to clinicians? *World Psychiatry*. 2010;9(3):155-61.
- Pollak Y, Yirmiya R. Cytokine-induced changes in mood and behaviour: implications for „depression due to a general medical condition“, immunotherapy and antidepressive treatment. *Int J Neuropsychopharmacol*. 2002;5(4):389-99.
- Aroke EN, Robinson AN, Wilbanks BA. Perioperative Considerations for Patients With Major Depressive Disorder Undergoing Surgery. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. 2020;35(2):112-9.
- Taenzer P, Melzack R, Jeans ME. Influence of psychological factors on postoperative pain, mood and analgesic requirements. *Pain*. 1986;24(3):331.
- De Cosmo G, Congedo E, Lai C, Primieri P, Dottarelli A, Aceto P. Preoperative Psychologic and Demographic Predictors of Pain Perception and Tramadol Consumption Using Intravenous Patient-controlled Analgesia. *The Clinical Journal of Pain*. 2008;24(5):399.
- Auerbach AD, Vittinghoff E, Maselli J, Pekow PS, Young JQ, Lindenauer PK. Perioperative Use of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors and Risks for Adverse Outcomes of Surgery. *JAMA Internal Medicine*. 2013;173(12):1075-81.
- Jain A, Mitra P. Bipolar Disorder. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
- White S, Griffiths R, Baxter M, Beanland T, Cross J, Dhese J, et al. Guidelines for the peri-operative care of people with dementia. *Anaesthesia*. 2019;74(3):357-72.
- Friedrich S, Reis S, Meybohm P, Kranke P. Preoperative anxiety. *Current Opinion in Anaesthesiology*. 2022;35(6):674-8.
- Praško J. Úzkostné poruchy. *Interní Med*. 2004;6(10):500-3.
- Freedman R, Herbert L, O'Donnell A, Ross N. Oxford Handbook of Anaesthesia. 5th ed. Oxford University Press; 2022. ISBN 978-0-19-885305-3.
- Manassa H, Rizvi A. Schizophrenia. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
- Kudoh A. Perioperative Management for Chronic Schizophrenic Patients. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;101(6):1867.
- Young DM. Risk Factors for Hypothermia in Psychiatric Patients. *Annals of Clinical Psychiatry*. 1996;8(2):93-7.
- Patt RB, Proper G, Reddy S. The neuroleptics as adjuvant analgesics. *Journal of Pain and Symptom Management*. 1994;9(7):446-53.
- Kudoh A. Preoperative assessment, preparation and prospect of prognosis in schizophrenic patients. Masui: the japanese journal of anesthesiology. 2010;59(9):1105-15.
- Hashimoto K. Arketamine for cognitive impairment in psychiatric disorders. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2023;273(7):1513-25.
- World Health Organization. Clinical descriptions and diagnostic requirements for ICD-11: mental, behavioural and neurodevelopmental disorders [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 [cited 2025 Aug 18]. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375767/978924007263-eng.pdf>.
- Renn BN, Asghar-Ali AA, Thielke S, Catic A, Martini SR, Mitchell BG, et al. A Systematic Review of Practice Guidelines and Recommendations for Discontinuation of Cholinesterase Inhibitors in Dementia. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2018;26(2):134-47.
- Yang X, Wang Y, Qian F, Lu L, Bi D, Tung T-H. Risk of dementia in older patients with

different anesthesia: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *BMC Geriatr.* 2025;25(1):493.

31. White S, Griffiths R, Baxter M, Beanland T, Cross J, Dhese J, et al. Guidelines for the peri-operative care of people with dementia. *Anaesthesia* 2019;74(3):357-372. doi: <https://doi.org/10.1111/anae.14530>.

32. Howes LG. Cardiovascular Effects of Drugs Used to Treat Alzheimer's Disease. *Drug Saf.* 2014;37(6):391-5.

33. Drugs. Ketamine and memantine interactions. *Drugs.com* [Internet]. © 2025 [cited 2025 Aug 25]. Available from: <https://www.drugs.com/drug-interactions/ketamine-with-memantine-1411-0-1551-0.html>.

34. Harbell MW, Dumitrascu C, Bettini L, Yu S, Thiele CM, Koyyalamudi V. Anesthetic Considerations for Patients on Psychotropic Drug Therapies. *Neurol Int.* 2021;13(4):640-58.

35. Spies PE, Pot JLW, Willems RPJ, Bos JM, Kramers C. Interaction between tramadol and selective serotonin reuptake inhibitors: are doctors aware of potential risks in their prescription practice? *Eur J Hosp Pharm.* 2017;24(2):124-7.

36. Novella A, Elli C, Pasina L. Selective Serotonin Reuptake Inhibitors and Risk of Serotonin Syndrome as Consequence of Drug-Drug Interactions: Analysis of the FDA Adverse Event Reporting System. *Med Princ Pract.* 2025;25:1-8.

37. Wang L, Tobe J, Au E, Tran C, Jomy J, Oparin Y. Selective serotonin reuptake inhibitors and serotonin norepinephrine reuptake inhibitors as adjuncts for postoperative pain management: systematic review and metaanalysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth.* 2021;128(1):118-134.

38. Trazodon Pohledem praktického lékaře [Internet]. *www.MedDitorial.cz*. 2021 [cited 2025 Feb 22]. Available from: <https://www.prolekare.cz/tema/deprese-uzkost/detail/trazodon-pohledem-praktickeho-lekare-128314>.

39. Srovnání antidepresiv SSRI, mirtazapinu a trazodonu z hlediska nežádoucích účinků. [Internet]. *www.MedDitorial.cz*. 2022 [cited 2025 Feb 22] Available from: <https://www.prolekare.cz/tema/deprese-uzkost/detail/srovnani-antidepresiv-ssri-mirtazapinu-a-trazodonu-z-hlediska-nezadoucich-ucinku-129395>.

40. Mediatly [Internet]. TRITTICO AC: SPC, Složení, Cena. Available from: <https://mediately.co/cz/drugs/V4jhsAemYI39zrBSZjrFWoYTmsq/trittico-ac>. [cited 2025 Feb 22].

41. Lincová D, Farghali H, Kršák M, Martinková J, Mišková D, Nyč O, et al. Základní a aplikovaná farmakologie. 2nd ed. Galén. 2007

42. Huyse FJ, Touw DJ, Van Schijndel RS, de Lange JJ, Slaets JPI. Psychotropic Drugs and the Peri-operative Period: A Proposal for a Guideline in Elective Surgery. *Psychosomatics.* 2006;47(1):8-22.

43. Lodsgaard M, Melchior BB, Krøigaard M, Garvey LH. Hypotension after anesthesia induction in patients taking tricyclic antidepressants-A case series. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2025;69(3):e70001.

44. Gollapudy S, Kumar V, Dhamee MS. A case of serotonin syndrome precipitated by fentanyl and ondansetron in a patient receiving paroxetine, duloxetine, and bupropion. *Journal of Clinical Anesthesia.* 2012;24(3):251-2.

45. Mediatly [Internet]. MIRTAZAPIN SANDOZ: SPC, Složení, Cena. Available from: <https://mediately.co/cz/drugs/1aOIFVHmICTJKOL8t9SGWeKWnwl/mirtazapin-sandoz>. [cited 2025 Feb 22].

46. Žourková A. Bupropion v ambulantní praxi. *Psychiatr. praxi.* 2008;9(3):140-142.

47. Málková V. Esketamin. *Psychiatr. praxi.* 2023;24(3):194-8.

48. Trujillo KA, Iñiguez DS. Ketamine beyond anesthesia: Antidepressant effects and abuse potential. *Behav Brain Res.* 2020;394:112841.

49. Hashimoto K. Ketamine: anesthetic, psychotomimetic, antidepressant, or anthelmintic? *Mol Psychiatry.* 2022;27:3116-18.

50. Wang Y, Chang S, Chen D. Research trends and hotspots of ketamine from 2014 to 2023: a bibliometric analysis. *Front Neurosci.* 2024;14:181.

51. Mediatly [Internet]. SPRAVATO: SPC, Složení, Cena. Available from: <https://mediately.co/cz/drugs/4OWIS6qoRLTRJ9onblAQdXclitO/spravato>. [cited 2025 Feb 22]

52. Bloor M, Nandi R, Thomas M. Antiepileptic drugs and anesthesia. *Pediatric Anesthesia.* 2017;27(3):248-50.

53. LaRoche SM, Helmers SL. The New Antiepileptic Drugs Scientific Review. *JAMA.* 2004;291(5):605-14.

54. Klotz U. Tramadol - the Impact of its Pharmacokinetic and Pharmacodynamic Properties on the Clinical Management of Pain. *Arzneimittelforschung.* 2011;53:681-7.

55. Halačová M, Černý D, Sadilová K. Léky indukované dysnatremie. I. Polékové hyponatremie. *Klin Farmakol Farm.* 2020;34(3):130-4.

56. Jak správně dávkovat valproát u pacientů s bipolární poruchou? [Internet]. *www.MedDitorial.cz*. 2019 [cited 2025 Feb 22]. Available from: <https://www.prolekare.cz/tema/bipolar-ni-porucha/detail/jak-spravne-davkovat-valproat-u-pacientu-s-bipolar-ni-poruchou-113534>.

57. Bachmann T, Bertheussen KH, Svalheim S, Rauchenzauner M, Luef G, Gjerstad L, et al. Haematological side effects of antiepileptic drug treatment in patients with epilepsy. *Acta Neurologica Scandinavica.* 2011;124(suppl.191):23-7.

58. Valproát a lithium v udržovací terapii bipolární afektivní poruchy [Internet]. *www.MedDitorial.cz*. 2020 [cited 2025 Feb 22]. Available from: <https://www.prolekare.cz/tema/bipolar-ni-porucha/detail/valproat-a-lithium-v-udrzovaci-terapii-bipolar-ni-afektiv-ni-poruchy-122707>.

59. Grandjean EM, Aubry JM. Lithium: Updated Human Knowledge Using an Evidence-Based Approach. *CNS Drugs.* 2009;23(5):397-418.

60. Collins N, Barnes TR, Shingleton-Smith A, Gerrett D, Paton C. Standards of lithium monitoring in mental health trusts in the UK. *BMC Psychiatry.* 2010;10(1):80.

61. Mediatly [Internet]. LITHIUM CARBONICUM SLOVAKOFARMA: SPC, Složení, Cena. [cited 2025 Feb 22]. Available from: <https://mediately.co/cz/drugs/4QqtQMhD5MlevIXvydY-BdSjXpzw/lithium-carbonicum-slovakofarma-300mg-tableta>.

62. Slørdal L, Samstad S, Bathen J, Spigset O. A life-threatening interaction between lithium and celecoxib. *Br J Clin Pharmacol.* 2003;55(4):413-4.

63. Wang E, Belley-Côté E, Young J, He H, Saud H, D'Aragon F, et al. Effect of perioperative benzodiazepine use on intraoperative awareness and postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and observational studies. *Br J Anaesth.* 2023;131(2):302-313.

64. Evered L, Pryor K. Benzodiazepines and postoperative delirium: should we be as cautious as we are? *Br J Anaesth.* 2023;131(4):629-631.

65. Scarff JR, Casey DA. Newer Oral Atypical Antipsychotic Agents: A Review. *P T.* 2011;36(12):832-8.

66. Ladds B, Thomas P, Mejia C, Hauser D. Extreme Elevation of Creatinine Phosphokinase Levels in Neuroleptic Malignant Syndrome Associated With Atypical Antipsychotics. *American Journal of Psychiatry.* 2009;166(1):114-5.

Zhodnocení rizika před plicním resekcčním výkonem – co je nového? Nesystematický přehledový článek

Bartoš Š.^{1,2*}, Predáč A.^{1,2*}, Čundrle I.^{1,2}

**Oba autoři se na finální verzi rukopisu podíleli ve stejné míře*

¹Anesteziologicko-resuscitační klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny, Brno

²Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Chirurgická léčba je primární modalitou u pacientů s časnou fází karcinomu plic. Nejčastějšími příčinami perioperační morbidita a mortality u těchto pacientů jsou pooperační plicní komplikace. Zlatým standardem pro predikci těchto komplikací zůstává již dlouhá léta vrcholová spotřeba kyslíku (VO_2). V poslední době však byly validovány nové parametry, které rovněž umožňují odhadnout riziko komplikací. Mezi ně patří ventilační efektivita (sklon V_E/VCO_2) a analýza vydechovaného CO_2 . Oba parametry prokázaly vynikající schopnost predikovat vznik pooperačních plicních komplikací, a to i v případech, kdy vrcholový VO_2 selhal. V tomto článku shrnujeme současný stav poznání v oblasti predikce rizika plicních komplikací, s důrazem na nejnovější zjištění.

Klíčová slova: hrudní chirurgie, pooperační plicní komplikace, spiroergometrie, ventilační efektivita.

Risk-assesment before lung surgery – what's new? Narrative review article

Surgical treatment is the primary therapeutic option for patients with early-stage lung cancer. The most common causes of perioperative morbidity and mortality in these patients are postoperative pulmonary complications. Peak oxygen consumption (VO_2) has long been considered the gold standard for predicting these complications. In recent years, several new parameters for risk assessment have been described in peer-reviewed journals, notably ventilatory efficiency (V_E/VCO_2 slope) and end-tidal CO_2 . Both parameters have demonstrated excellent predictive ability for postoperative pulmonary complications, even in patients in whom peak VO_2 failed. This article provides an overview of current recommendations, with a focus on the latest findings in risk assessment for lung surgery.

Key words: thoracic surgery, postoperative pulmonary complications, spiroergometry, ventilatory efficiency.

Úvod

I přes obrovský pokrok v onkologické léčbě zůstává chirurgická resekce nejúčinnější metodou léčby časných stadií (IA–IIIA) karcinomu plic. Podle dat ÚZIS jsou zhoubné novotvary plic, průdušek a průdušnice čtvrté v incidenci nových zhoubných nádorů, nicméně v mortalitě zauímají smutné první místo.

Dne 1. 1. 2022 byl spuštěn program časného zachytu karcinomu plic v rizikové populaci [1], jehož indikačními kritérii jsou: 1) současný či bývalý kuřák, 2) věk 55–74 let, 3) kuřácká anamnéza minimálně 20 balíčkoroků, 4) u současných kuřáků ochota přestat kouřit (součástí programu je i pomoc při odvykání kouření). Od zavedení programu se očekává i zvýšený záchyt pacientů s karcinomem plic v časném stadiu a tím i vyšší

poptávka po chirurgických výkonech. Ačkoli pokrok v operačních technikách (VATS – video-assisted thoracoscopic surgery, RATS – robot-assisted thoracoscopic surgery) byl v poslední dekádě velmi dynamický, morbidita a mortalita po hrudních výkonech zůstává stále vysoká.

Nezanedbatelná morbidita a mortalita plicních resekcí podtrhuje význam zhodnocení předoperačního rizika. Přestože se chirurgické postupy vyvíjejí, doporučení pro predikci perioperačního rizika zůstaly beze změny již více než 10 let. Výzkum v této oblasti však za poslední dekádu přinesl překvapivá zjištění, která dosud nebyla promítnuta do předoperačního hodnocení pacienta.

Cílem tohoto nesystematického přehledového článku je shrnout nejnovější vědecké poznatky a představit algoritmus funkčního

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. Ivan Čundrle, Ph.D., Ivan.Cundrle@seznam.cz

Článek přijat redakcí: 15. 5. 2025; Článek přijat k tisku: 9. 9. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):280-286

vyšetření, který umožní optimalizovat a individualizovat léčbu pro každého pacienta chystaného k plicní resekcí. Zároveň usiluje o zvýšení povědomí o nových možnostech funkční diagnostiky a využití klidových ventilačních parametrů.

Morbidita a mortalita pacientů s plicní resekcí

Hlavním problémem resekcí výkonů zůstávají plicní pooperační komplikace (PPC), které jsou zodpovědné až za 84 % případů mortality. Mezi ně patří hlavně pneumonie, syndrom akutní dechové tísně (ARDS), atelektáza, respirační selhání, prodloužený únik vzduchu hrudním drénem či nutnost tracheostomie [2]. Výskyt těchto komplikací je dobře zdokumentován v mnoha studiích a závisí nejen na komorbiditách pacienta, ale i na typu a rozsahu resekcí výkonu. Incidence plicních pooperačních komplikací se pohybuje mezi 14,5–17 %, některé studie však uvádějí až 25–37,5 % [3–5].

Druhou nejčastější skupinou komplikací jsou kardiovaskulární příhody, jako nově vzniklé arytmie, hypotenze, srdeční selhání, plicní embolie, plicní edém, infarkt myokardu, cévní mozková příhoda či kardiopulmonální resuscitace (KPR). Kardiovaskulární komplikace se vyskytují přibližně ve 22 % případů [6]. Lze je rozdělit na méně či více závažné. K nejčastějším patří supraventrikulární tachykardie (60 %), následované pooperační hypotenzí (58 %). Riziko významné kardiovaskulární příhody včetně úmrtí se pohybuje kolem 4 %.

K predikci rizika vzniku komplikací byly vyvinuty různé indexy, z nichž nejpřesnější se ukazuje ThRCRI (thoracic revised cardiac risk index) [7]. Bez ohledu na závažnost všechny kardiovaskulární komplikace prokazatelně prodlužují hospitalizaci a délku pobytu na jednotce intenzivní péče. Tento efekt je ještě výraznější při současném výskytu plicních komplikací [6].

Současný doporučený postup

V současnosti se předoperační posouzení stavu pacienta provádí dle doporučení Evropské respirační společnosti (ERS) z roku 2029 [8] (Obr. 1). Klíčovou roli zde hrají funkční vyšetření plic a zátěžová vyšetření.

Funkční vyšetření plic (spirometrie)

Mělo by být provedeno u každého pacienta referovaného k plicní resekcí. Mezi nejdůležitější parametry patří FEV_1 (usilovný výdech za 1 s uváděný v procentech náležité hodnoty) a DL_{CO} (difúzní kapacita plic pro oxid uhelnatý uváděna také v procentech náležité hodnoty).

Hlavní význam funkčního vyšetření plic spočívá především v odhalení pacientů s nízkými hodnotami obou parametrů. V praxi se nejčastěji používají predikované pooperační hodnoty (ppo), kdy je daný parametr korigován na poměr plánovaných odstraněných segmentů k celkovému počtu funkčních segmentů plicní tkáně. Metody kalkulace se v evropských a amerických doporučeních mírně odlišují, ale obě společnosti pracují s hodnotami FEV_1 a DL_{CO} jako základními parametry k posouzení funkčního stavu plic pacienta [9].

Pacienti s předpokládanou hodnotou ppo $FEV_1 < 40$ % mají riziko perioperační mortality 16–50 % [10, 11], u hodnot < 30 % se riziko zvyšuje až na 60 % [12]. Naopak u vyšších hodnot se prognostická

relevance těchto ukazatelů vytrácí. Obecně lze říci, že ppo $FEV_1 > 80$ % nemá žádný prognostický význam, což bylo prokázáno i v recentní prospektivní studii z roku 2023 (studie ukázala nezanedbatelný výskyt pooperačních plicních komplikací i u pacientů s FEV_1 nad 80 %) [13].

Podobně ppo $DL_{CO} < 60$ % dobře koreluje s pooperační mortalitou [14]. Tento parametr si navíc zachovává prognostickou hodnotu i u pacientů s ppo $FEV_1 > 80$ %, což by mohlo naznačovat, že DL_{CO} odráží jiné spektrum onemocnění než snížené FEV_1 [15]. Na druhou stranu, i u pacientů s DL_{CO} nad 80 % byl prokázán nezanedbatelný výskyt pooperačních komplikací v již zmíněné recentní studii [13].

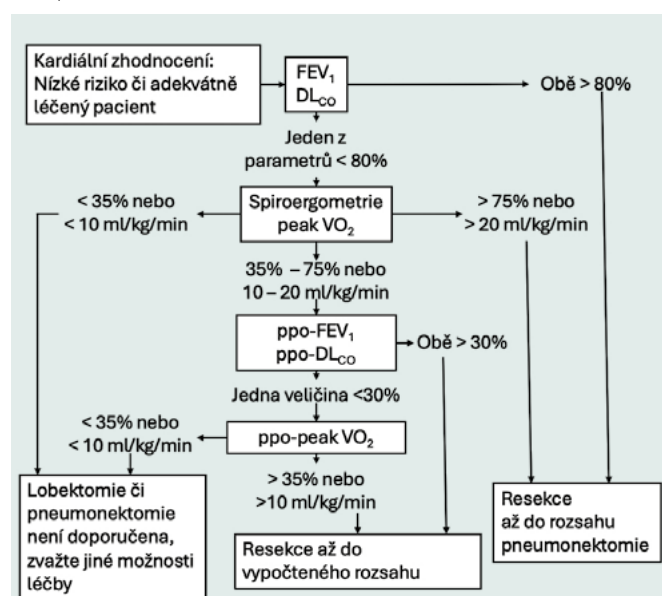
Z výše uvedených dat vyplývá, že z hlediska predikce rozvoje pooperačních komplikací mají funkční vyšetření plic význam jen u jasně patologických výsledků. Hodnoty FEV_1 a DL_{CO} nad 80 % znamenají, že pacient je schopen podstoupit resekcí až do rozsahu pneumonektomie a není potřeba žádné další vyšetření, a pacient je tedy pokládán za málo rizikového. Při hodnotě pod 80 % u jednoho z těchto parametrů je doporučeno zátěžové spiroergometrické vyšetření k podrobnějšímu posouzení kardiopulmonální zdatnosti pacienta. V místech, kde toto vyšetření dostupné není, se doporučuje provést funkční test s nízkou senzitivitou (kyvadlový test chůzí nebo test chůze do schodů).

Zátěžové testy s nízkou senzitivitou

Tyto testy jsou prováděny tam, kde spiroergometrie není dostupná. Jsou jednodušší, levnější, ale zároveň i méně výtěžné. Patří mezi ně:

- Test chůze do schodů (stair climbing test, SCT)
- Kyvadlový test chůzí (shuttle walk test, SWT)
- Šestiminutový test chůzí (6-minute walk test, 6-MWT)

Obr. 1. Algoritmus funkčního předoperačního zhodnocení, volně přeloženo podle Brunelli et al. [8]



Legenda: FEV_1 = usilovný výdech za 1 s (v % náležité hodnoty), DL_{CO} = difúzní kapacita plic pro oxid uhelnatý (v % náležité hodnoty), $Peak VO_2$ = vrcholová spotřeba kyslíku (vyjádřena v ml/kg/min), $Ppo-FEV_1$ = předpokládaná (kalkulovaná) hodnota pooperačního FEV_1 (vyjádřeno v % náležité hodnoty), $Ppo-DL_{CO}$ = předpokládaná (kalkulovaná) hodnota pooperačního DL_{CO} (vyjádřeno v % náležité hodnoty), $Ppo peak VO_2$ = předpokládaná (kalkulovaná) pooperační hodnota vrcholové spotřeby kyslíku (vyjádřeno v ml/min/kg)

Nejlepší výsledky ukázal SCT, při kterém měli pacienti schopní vystoupat 22 m pooperační mortalitu pouze 1 %. Naopak u pacientů, kteří vystoupali méně než 12 m, byla dvakrát vyšší incidence kardiorepiračních komplikací a mortalita dosahovala 13 % [16]. Tyto testy však již nejsou Českou pneumologickou společností (ČPS) doporučovány, především kvůli jejich nízké senzitivitě a specifitě. Jejich výsledky mohou být zkresleny faktory, jako jsou pohybové poruchy či neurologická onemocnění.

Spiroergometrie

Spiroergometrie je zátěžové vyšetření, které umožňuje zhodnocení kardiopulmonální rezervy. Jak již bylo uvedeno výše, dle současných doporučení je vhodné zátěžové vyšetření provádět v případech, že je hodnota FEV₁ nebo DL_{CO} pod 80 % normální hodnoty [8, 9]. Vlastní vyšetření probíhá nejčastěji na bicyklovém ergometru (alternativně lze použít i běžecký pás nebo rumpál). Standardem je kontinuálně zvyšující se zátěž (např. každých 2–15 sekund) nebo postupné navyšování zátěže o 5–30 W/min do dosažení symptomatického maxima [17].

Vyšetření má 4 fáze:

- Klidová fáze (2–3 minuty): Adaptace dýchání na masku nebo náustek, zahrnující měření kapilárních krevních plynů, EKG a krevního tlaku.
- Fáze bez zátěže („aktivní základní linie“; 2–3 minuty): Šlapání bez přidaného odporu (vnitřní zátěž závisí na vybavení: 0–15 wattů), 55–70 RPM (otáček za minutu). Během této zahřívací fáze se obvykle zdvojnásobí spotřeba kyslíku (VO₂).
- Fáze postupného zatížení (10 ± 2 minuty): 55–70 RPM, postupné zvyšování zátěže.
- Fáze zotavení (fáze zklidnění; 3–5 minut): Šlapání bez zátěže.

Mezi nejčastěji měřené/vypočítané parametry spiroergometrie patří:

- **VO₂** – rozhodující parametr pro predikci rizika dle aktuálních doporučení. Ukazuje funkční kapacitu a spotřebu kyslíku na konci testu. Závisí na úsilí pacienta.
 - VO₂ max: nejvyšší možná hodnota příjmu kyslíku, kterou tělo dokáže využít během maximální fyzické zátěže. Jedná se o fyziologický limit.
 - Vrcholový VO₂ (peak VO₂): popisuje nejvyšší dosaženou hodnotu v průběhu vyšetření, která ale nemusí odpovídat skutečnému fyziologickému maximu daného pacienta (například test se ukončí dřív pro nedostatek motivace při svalové únavě).
- **O₂ pulse (VO₂/HR)** označuje množství kyslíku extrahovaného tkáněmi na jeden srdeční tep. Tento ukazatel poskytuje informace o tepovém objemu (SV) a srdečním výdeji (SV × C(a-v)O₂). **Srdeční frekvence (HR)** je obvykle hlavním faktorem, který omezuje cvičební kapacitu u zdravých jedinců.
- **EqO₂ (V_E/VO₂ – ventilační ekvivalent pro kyslík) a EqCO₂ (V_E/VCO₂ – ventilační ekvivalent pro oxid uhličitý)** ukazují, kolik litrů vzduchu musí být ventilováno, aby byl absorbován 1 litr kyslíku nebo vyloučen 1 litr oxidu uhličitého. Tyto hodnoty odrážejí účinnost výměny plynů. Čím nižší jsou tyto hodnoty, tím efektivnější je výměna plynů.

■ **Sklon křivky V_E/VCO₂ (V_E/VCO₂ slope)** představuje míru účinnosti ventilace (výměny plynů) během submaximální – maximální zátěže. **Tyto informace lze najít i v předchozím parametru** (EqCO₂ ≈ V_E/VCO₂), kde jsou však prezentovány nelineárně a hodnoty nejsou totožné.

■ **P_{ET}CO₂ (hodnota parciálního tlaku oxidu uhličitého na konci výdechu)** – nepřímé měření výměny plynů v plicích a V/Q nepoměru. P_{ET}CO₂ ≠ PaCO₂, v klidu je P_{ET}CO₂ asi o 2 mmHg nižší než PaCO₂, během zátěže je pak asi o 4 mmHg vyšší. Významný pokles P_{ET}CO₂ během zátěže může poukazovat na zhoršený poměr ventilace/perfuze (V/Q mismatch) a/nebo hyperventilaci, významné zvýšení P_{ET}CO₂ během zátěže indikuje alveolární hypoventilaci, např. u těžké CHOPN nebo hypoventilaci spojenou s obezitou či neuromuskulárním onemocněním.

■ **RER (respiratory exchange ratio)** popisuje poměr mezi výdejem CO₂ a příjmem O₂ (VCO₂/VO₂) v závislosti na čase a odráží úsilí pacienta (RER by mělo být alespoň ≥ 1). RER závisí na rychlosti zvyšování hladiny laktátu během progresivní zátěže.

■ **Anaerobní práh (AT)** hodnotí aerobní metabolismus při submaximálních úrovních zátěže. Nízký AT naznačuje zhoršenou dodávku či utilizaci kyslíku. Stanovení AT však není vždy možné, jak bylo prokázáno např. u CHOPN či CHSS, kdy ventilace a/nebo perfuze již nemohou být adekvátně zvýšeny v reakci na rostoucí zátěž. Dalšími důvody mohou být příliš mírný či zátěžový protokol nebo jiné faktory, např. artróza, ICHDKK nebo nedostatečné úsilí pacienta.

Novinky v predikci rizika

V další části článku bychom chtěli zmínit nejdůležitější nové poznatky z recentních studií, které máme k dispozici díky výzkumu na poli předoperačního zhodnocení pacientů před plicní resekci. Jako zásadní se ukazuje změna role vrcholového VO₂ jako hlavního predikčního parametru vzniku pooperačních komplikací a jeho nahrazení ventilační efektivitou (sklonem V_E/VCO₂). Zároveň chceme poukázat na možnost využití klidových parametrů ventilace (klidový P_{ET}CO₂) jako alternativy invazivních postupů u indikovaných pacientů.

Vrcholové VO₂ v predikci pooperačních komplikací

Jak již bylo zmíněno, v doporučeních ERS i ACCP (American college of chest physicians) je stále jako hlavní prognostický parametr uváděn vrcholové VO₂. Nicméně data v posledních letech ukazují, že vrcholové VO₂ má nízkou prediktivní hodnotu pro pooperační plicní komplikace [13, 18, 19]. V prospektivní observační studii, kde bylo zařazeno celkem 225 pacientů podstupujících lobectomii nebo pneumonectomii, nebylo vrcholové VO₂ vůbec asociováno se vznikem pooperačních plicních komplikací [19]. Další z observačních studií zkoumala pacienty s CHOPN podstupujících plicní resekci a přišla ke stejnému závěru – že vrcholové VO₂ je špatným prediktorem PPC [20]. V recentní multicentrické práci, kde bylo zkoumáno 188 pacientů s normálními předoperačními hodnotami funkčních plicních vyšetření, vrcholové VO₂ taktéž nepredikovalo vznik pooperačních plicních komplikací [13]. Navíc bylo prokázáno,

že vrcholové VO_2 je špatným prediktorem i kardiovaskulárních komplikací [6].

Tento parametr závisí na vůli pacienta během vyšetření, což může být v některých případech limitující. Někteří pacienti navíc nejsou schopni dosáhnout maximální hodnoty (např. pacienti s CHOPN nebo užívající betablokátory) [21, 22].

Je ovšem pravdou, že všechny výše uvedené studie vyřazovaly pacienty s hodnotou vrcholového $\text{VO}_2 < 10 \text{ ml/min/kg}$. Faktem tedy zůstává, že je tento parametr nenahraditelný při posouzení, zda je vůbec pacient schopný chirurgický resekční výkon podstoupit [8, 9]. Nelze jej tedy zatím zcela opustit.

Ventilační efektivita (V_E/V_{CO_2} sklon) v predikci komplikací

Ventilační efektivita popisuje dynamiku nárůstu minutové ventilace v reakci na rostoucí metabolické nároky organismu během zátěže tak, aby byla zachována acidobazická rovnováha [23]. Při vyšší produkci CO_2 fyziologicky roste i alveolární ventilace (tedy ventilace podílející se na výměně plynů). K optimální ventilační efektivitě je nutné zachování co nejlepších ventilačně-perfuzních poměrů.

Ventilační efektivitu lze matematicky vyjádřit jako: $V_E/V_{CO_2} = 863 / \text{PaCO}_2 \times (1 - V_D/V_T)$, kde PaCO_2 je parciální arteriální tlak oxidu uhličitého a V_D/V_T je poměr fyziologického mrtvého prostoru k dechovému objemu pacienta. Pokud dojde v těchto parametrech k patologii (např. z důvodu hyperventilace, V/Q nepoměru a/nebo rychlého povrchního dýchání), V_E/V_{CO_2} se zvyšuje [24]. Tento parametr tedy úzce souvisí nejen s dýchacím, ale i kardiovaskulárním systémem [25], což vysvětluje jeho výborné prognostické vlastnosti.

Oproti vrcholovému VO_2 je V_E/V_{CO_2} sklon parametrem submaximálním, který nezávisí na vůli pacienta. V hrudní chirurgii se ukázalo, že pacienti, u nichž se rozvinuly pooperační plicní komplikace, měli signifikantně vyšší hodnotu sklonu V_E/V_{CO_2} , a to jak za klidových podmínek, tak při zátěži, a tento parametr byl jejich velmi dobrým prediktorem.

Toto zjištění potvrzuje řada studií [3, 13, 18–20, 26], ze kterých vybíráme:

- Brunelli et al. (2012) – prospektivní observační studie o 225 pacientech, kde byl sklon V_E/V_{CO_2} nejsilnějším prediktorem vzniku pooperačních komplikací [19].
- Brat et al. (2023) – prospektivní multicentrická studie o 353 pacientech. Sklon V_E/V_{CO_2} je výborným prediktorem vzniku pooperačních komplikací [18].
- Čundrle et al. (2023) – Sklon V_E/V_{CO_2} predikuje komplikace i při normálních funkčních plicních testech [13].

U pacientů, u kterých se vyvinuly pooperační komplikace, se na sklonu křivky za klidových podmínek podílejí obě determinanty (PaCO_2 i V_D/V_T) zhruba stejnou měrou. Na vrcholu zátěže je ale příspěvek ke zvýšenému V_E/V_{CO_2} u pacientů s pooperačními komplikacemi významně vyšší u V_D/V_T (84 %) [27]. Mezi možné příčiny zvýšeného V_D/V_T patří ventilačně-perfuzní nepoměr a rychlé povrchní dýchání. Pacienti s pooperačními plicními komplikacemi měli ve výše zmíněné studii významně vyšší dechovou frekvenci jak v klidu, tak i při zátěži,

což naznačuje, že u těchto pacientů je zvýšené V_D/V_T pravděpodobně důsledkem rychlého povrchního dýchání [27].

Klidový $P_{ET}\text{CO}_2$ jako alternativa zátěžových parametrů v predikci pooperačních komplikací

Jako rychlejší, levnější a pro pacienta i zdravotnický systém méně zatěžující varianta zátěžových parametrů se jeví klidové $P_{ET}\text{CO}_2$. Na tento parametr mají vliv stejné faktory jako na sklon V_E/V_{CO_2} , tedy hyperventilace a zvýšená ventilace mrtvého prostoru. Rutinní měření $P_{ET}\text{CO}_2$ by proto mohlo být užitečným nástrojem při stanovení rizika pooperačních plicních komplikací u všech pacientů indikovaných k plicní resekci. Nedávná studie dokonce prokázala, že klidové $P_{ET}\text{CO}_2$ je ve srovnání se sklonem V_E/V_{CO_2} stejně dobrým prediktorem rozvoje komplikací [18].

Jaká jsou nová doporučení?

Vzhledem k množství dat podporujících využití sklon V_E/V_{CO_2} a klidového $P_{ET}\text{CO}_2$, která zároveň upozadila význam hodnoty vrcholového VO_2 , vznikla snaha o vytvoření nových prediktorů rizika a aktualizaci doporučených postupů. Nedávno byla publikována práce kolektivu autorů Svoboda et al. [28], ve které byly na základě těchto poznatků vytvořeny modely rizika rozvoje plicních pooperačních komplikací. Ty, jak již bylo zmíněno, mají největší dopad na morbiditu a mortalitu. V této studii se také ukázalo, že vyšší prediktivní hodnotu než samotná hodnota FEV_1 v % normální hodnoty, která se tradičně používá, má Tiffeneauův index (poměr FEV_1/FVC).

Byly vyvinuty dva modely srovnatelných prediktivních vlastností jak pro odvozené, tak validační kohorty. Každý model zahrnuje pět parametrů:

- pohlaví,
 - FEV_1/FVC ,
 - rozsah resekce (od segmentektomie až po pneumonektomii),
 - chirurgickou techniku (torakoskopie vs. otevřená torakotomie),
 - sklon V_E/V_{CO_2} u pacientů, kteří jsou schopni podstoupit CPET.
- U pacientů, u nichž spiroergometrie není dostupná nebo možná, je místo sklonu V_E/V_{CO_2} použit klidový $P_{ET}\text{CO}_2$.

K přístupu ke komplexním predikčním tabulkám odkazujeme na práci Svoboda et al. [28]. Zde vybíráme několik příkladů:

- Nejvyšší (až neakceptovatelné) riziko komplikací vykazovali pacienti mužského pohlaví podstupující torakotomii s větším rozsahem resekce (minimálně lobektomie), u kterých bylo předoperační $V_E/V_{CO_2} \geq 33$ a Tiffeneauův index ≤ 80 – předpokládané riziko až 72,6 %.
- Za předpokladu stejných ventilačních parametrů i typu výkonu u ženského pohlaví – předpokládané riziko 51,7 % – pohlaví je velmi silný rizikový faktor napříč všemi skupinami.
- V případě stejného rozsahu výkonu (minimálně lobektomie) u stejného pacienta ($V_E/V_{CO_2} \geq 33$ a Tiffeneauův index ≤ 80) by se riziko při provedení VATS/RATS významně snížilo – u mužů na 52,9 %, u žen na 31,3 %.

- U ženského pohlaví a operací cestou VATS/RATS jsou i větší rozsahy výkonů spojené s malým rizikem komplikací (do 16 %). Jedinou výjimkou jsou pacientky s předoperačním $V_E/VCO_2 \geq 33$ a Tiffaneaovým indexem ≤ 80 , kde je predikované riziko 31,3 %.
- U pacientů neschopných podstoupit spiroergometrii je v predikčních tabulkách cut-off hodnota $P_{ET}CO_2$, od které rizikovost stoupá u všech skupin, stanovena na 28 mmHg (menší = rizikovější). Nejrizikovější je tedy pacient s Tiffaneaovým indexem ≤ 80 % a $P_{ET}CO_2 \leq 28$ mmHg podstupující velký resekcční výkon z torakotomie. U mužů je riziko 71 %, u žen 48,6 %.
- Mužský pacient s Tiffaneaovým indexem ≤ 80 % a $P_{ET}CO_2 \leq 28$ mmHg, který podstoupí větší resekcční výkon z VATS/RATS, má riziko přesně 50 %.
- Pacientky ženského pohlaví neschopné podstoupit spiroergometrii se v žádné z kombinací v predikční tabulce nedostanou nad hodnotu 50 % předpokládaného rizika.

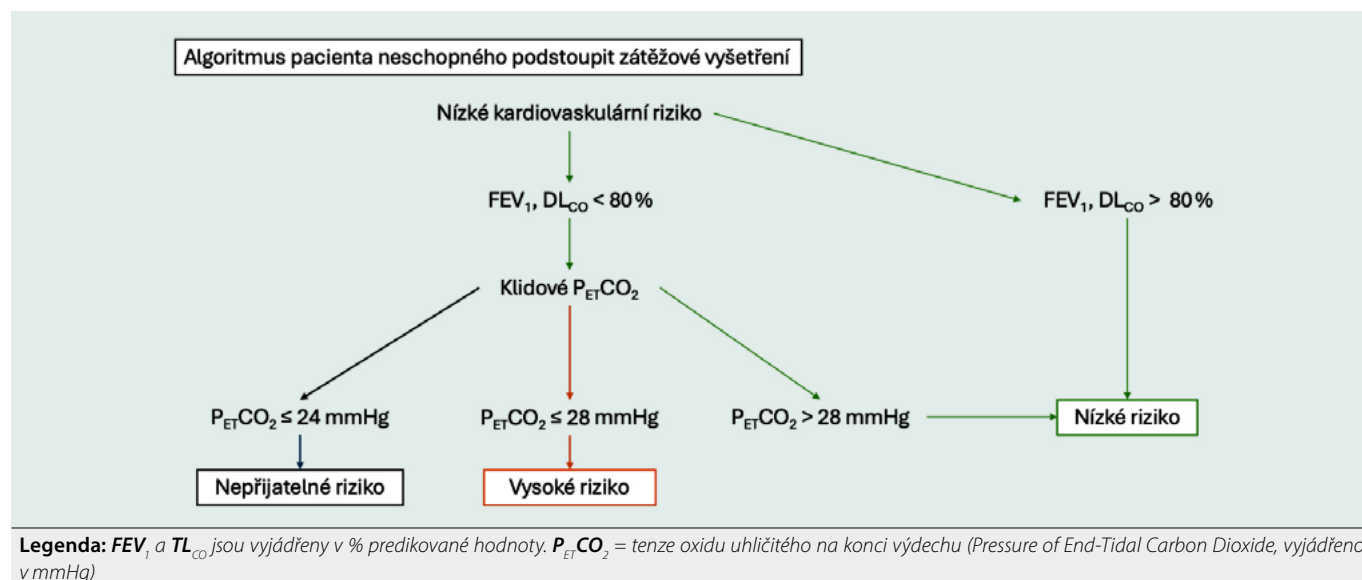
Důležitou otázkou zůstává, jaké riziko na základě výše uvedených modelů je považováno za přípustné, zvýšené či nepřijatelné pro chirurgickou léčbu. V roce 2023 byl vydán doporučený postup České pneumologické a ftizeologické společnosti: „Předoperační funkční vyšetření před plicním resekcčním výkonem“ [29], kde autoři doporučují následující:

- hodnoty 0–30 % můžeme považovat za nízké riziko,
- hodnoty 31–50 % za vysoké riziko,
- hodnoty nad 50 % za nepřijatelné riziko.

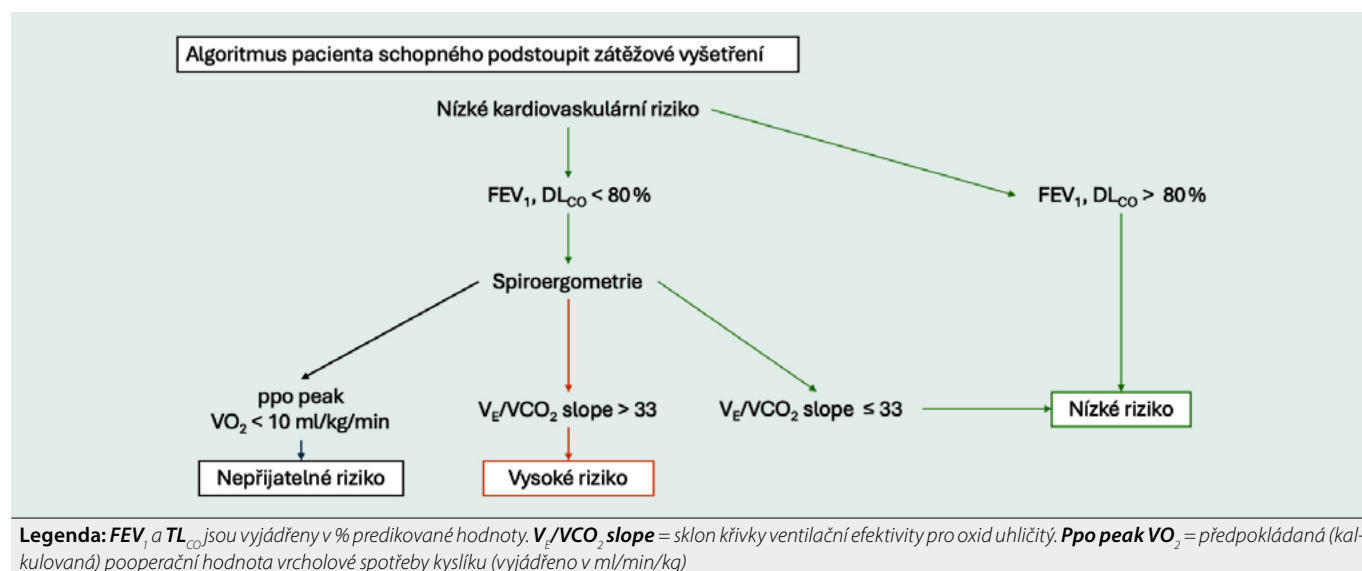
Tyto hodnoty vychází z dat o výskytu plicních pooperačních komplikací po plicní resekcii. Oba kalkulátory byly vytvořeny a následně validovány na prospektivních datech více než 400 pacientů, kteří podstoupili podrobné vyšetření plicních funkcí, zátěžový test a plicní resekcční výkon.

Jak již bylo výše uvedeno, vzhledem k tomu, že sklon V_E/VCO_2 i klidové $P_{ET}CO_2$ mají stejné klíčové determinanty, ukázalo se, že jsou

Obr. 3. Nově doporučený algoritmus funkčního předoperačního vyšetření u pacienta neschopného podstoupit zátěžové vyšetření, volně podle nových doporučených postupů [29]



Obr. 2. Nově doporučený algoritmus funkčního předoperačního vyšetření u pacienta schopného podstoupit zátěžové vyšetření, volně podle nových doporučených postupů [29]



v predikci plicních pooperačních komplikací zaměnitelné. Klidové $P_{ET}CO_2$ by ovšem nemělo být nadřazováno oproti sklonu V_E/VCO_2 , neboť spiroergometrie má stále svoji roli v předoperačním hodnocení (viz výše). Proto se zdá, že nejvhodnější role klidového $P_{ET}CO_2$ je u pacientů, kteří nejsou schopni nebo ochotni podstoupit zátěžové vyšetření, nebo pokud spiroergometrie není k dispozici. Jistě je v této situaci nutné zmínit i časovou, organizační a ekonomickou zátěž vyšetření, kdy naproti tomu lze měření klidového $P_{ET}CO_2$ provádět např. v anesteziologické ambulanci, a to s minimální časovou i finanční zátěží. Nové doporučené postupy ČPS jsou uvedeny na Obr. 2 a 3.

Prehabilitace

Prehabilitace je soubor postupů a opatření cílící na zlepšení funkční rezervy pacienta před vlastním chirurgickým výkonem [30]. Jedná se o komplexní proces, který zahrnuje nejen fyzický trénink s cílem zlepšení kardiopulmonální rezervy, ale i nutriční a psychologickou intervenci a odvykání kouření. U pacientů podstupujících plicní resekci přinesly studie zkoumající potenciální přínosy prehabilitace rozporuplné výsledky [31–35]. Jedna malá randomizovaná studie [32] a dvě nerandomizované studie ukázaly snížení výskytu pooperačních plicních komplikací [33, 34]. Naopak ve velké randomizované kontrolované studii Licker a spol. zjistili, že fyzický trénink sice zlepšil aerobní výkonnost, ale

nesnížil výskyt časných pooperačních komplikací po resekcii plic [35]. Velmi recentní multicentrická randomizovaná studie pak prokázala, že prehabilitace založená na 14denním intenzivním tréninku dýchacích svalů vede k nižšímu výskytu pooperačních plicních komplikací, kratší době hospitalizace a zlepšení kvality života [36]. Zdá se, že prehabilitace funguje, pokud jsou intervence zaměřeny pouze na rizikové pacienty a pokud cílí spíše na zlepšení V_E/VCO_2 než na zlepšení aerobní kapacity v podobě vrcholového VO_2 . Bylo to právě zlepšení V_E/VCO_2 , které bylo nezávisle spojené s nižším počtem komplikací ve studii Brat et al. [36].

Závěr

Rozvoj plicních komplikací po hrudním výkonu je spojen s výrazným nárůstem jak morbiditu, tak mortality pacientů, proto je zcela na místě snaha lékařů pečujících o pacienty predikovat rozvoj PPC pomocí různých parametrů. Své místo stále mají široce užívané a opakovaně verifikované parametry funkčního plicního vyšetření. Nicméně ve světle nejnovějších poznatků je jistě správné dívat se dál, než je vrcholová konzumace kyslíku během zátěžového vyšetření, protože ventilační efektivita i vyšetření vydechovaného CO_2 za klidových podmínek se opakovaně ukazují jako v současnosti nejpřesnější parametry, které máme k dispozici při stratifikaci nemocných chystaných k plicnímu výkonu.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři prohlašují, že při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **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. Autoři ŠB, AP a IČ se podíleli na psaní a finální úpravě článku. **Financování:** Žádné **Registrace:** N/A **Projednání etickou komisí:** N/A

LITERATURA

1. ČR Ú. Prevenceproplice.cz. Prevenceproplice.cz. <https://www.prevenceproplice.cz/>. Accessed 15 Jan 2025.
2. Agostini P, Cieslik H, Rathinam S, Bishay E, Kalkat MS, Rajesh PB, et al. Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery: are there any modifiable risk factors? *Thorax*. 2010;65:815-8.
3. Brat K, Tothova Z, Merta Z, Taskova A, Homolka P, Vasakova M, et al. Resting End-Tidal Carbon Dioxide Predicts Respiratory Complications in Patients Undergoing Thoracic Surgical Procedures. *Ann Thorac Surg*. 2016;102:1725-30.
4. Steéphan F, Boucheseiche S, Hollande J, Flahault A, Cheffi A, Bazelly B, et al. Pulmonary Complications Following Lung Resection: A Comprehensive Analysis of Incidence and Possible Risk Factors. *CHEST*. 2000;118:1263-70.
5. Baser S, Shannon VR, Eapen GA, Jimenez CA, Onn A, Keus L, et al. Pulmonary Dysfunction as a Major Cause of Inoperability Among Patients with Non-Small-Cell Lung Cancer. *Clin Lung Cancer*. 2006;7:344-9.
6. Mazur A, Brat K, Homolka P, Merta Z, Svoboda M, Bratova M, et al. Ventilatory efficiency is superior to peak oxygen uptake for prediction of lung resection cardiovascular complications. *PLOS ONE*. 2022;17:e0272984.
7. Brunelli A, Ferguson MK, Salati M, Vigneswaran WT, Jimenez MF, Varela G. Thoracic Revised Cardiac Risk Index Is Associated With Prognosis After Resection for Stage I Lung Cancer. *Ann Thorac Surg*. 2015;100:195-200.
8. Brunelli A, Charloux A, Bolliger CT, Rocco G, Sculier J-P, Varela G, et al. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur Respir J*. 2009;34:17-41.
9. Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic Evaluation of the Patient With Lung Cancer Being Considered for Resectional Surgery: Diagnosis and Management of Lung Cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *CHEST*. 2013;143:e166S-e190S.
10. Holden DA, Rice TW, Stelmach K, Meeker DP. Exercise Testing, 6-Min Walk, and Stair Climb in the Evaluation of Patients at High Risk for Pulmonary Resection. *CHEST*. 1992;102:1774-9.
11. Wahi R, McMurtrey MJ, DeCaro LF, Mountain CF, Ali MK, Smith TL, et al. Determinants of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy. *Ann Thorac Surg*. 1989;48:33-7.
12. Nakahara K, Ohno K, Hashimoto J, Miyoshi S, Maeda H, Matsumura A, et al. Prediction of Postoperative Respiratory Failure in Patients Undergoing Lung Resection for Lung Cancer. *Ann Thorac Surg*. 1988;46:549-52.
13. Cundrle I, Merta Z, Bratova M, Homolka P, Mitas L, Sramek V, et al. The risk of post-operative pulmonary complications in lung resection candidates with normal forced expiratory volume in 1 s and diffusing capacity of the lung for carbon monoxide: a prospective multicentre study. *ERJ Open Res*. 2023;9:00421-2022.
14. Ferguson MK, Little L, Rizzo L, Popovich KJ, Glonek GF, Leff A, et al. Diffusing capacity predicts morbidity and mortality after pulmonary resection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988;96:894-900.
15. Brunelli A, Refai MA, Salati M, Sabbatini A, Morgan-Hughes NJ, Rocco G. Carbon monoxide lung diffusion capacity improves risk stratification in patients without airflow limitation: evidence for systematic measurement before lung resection. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. 2006;29:567-70.
16. Brunelli A, Xiumé F, Refai M, Salati M, Di Nunzio L, Pompili C, et al. Peak oxygen consumption measured during the stair-climbing test in lung resection candidates. *Respir Int Rev Thorac Dis*. 2010;80:207-11.
17. Glaab T, Taube C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. *Respir Res*. 2022;23:9.
18. Brat K, Homolka P, Merta Z, Chobola M, Heroutova M, Bratova M, et al. Prediction of Postoperative Complications: Ventilatory Efficiency and Rest End-tidal Carbon Dioxide. *Ann Thorac Surg*. 2023;115:1305-11.
19. Brunelli A, Belardinelli R, Pompili C, Xiumé F, Refai M, Salati M, et al. Minute ventilation-to-carbon dioxide output (VE/VCO_2) slope is the strongest predictor of respiratory complications and death after pulmonary resection. *Ann Thorac Surg*. 2012;93:1802-6.
20. Shafiek H, Valera JL, Togores B, Torrecilla JA, Saulea J, Cosío BG. Risk of postoperative

complications in chronic obstructive lung diseases patients considered fit for lung cancer surgery: beyond oxygen consumption. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. 2016;50:772-9.

21. Gitt AK, Wasserman K, Kilkowski C, Kleemann T, Kilkowski A, Bangert M, et al. Exercise anaerobic threshold and ventilatory efficiency identify heart failure patients for high risk of early death. *Circulation*. 2002;106:3079-84.

22. Chase PJ, Kenjale A, Cahalin LP, Arena R, Davis PG, Myers J, et al. Effects of respiratory exchange ratio on the prognostic value of peak oxygen consumption and ventilatory efficiency in patients with systolic heart failure. *JACC Heart Fail*. 2013;1:427-32.

23. Phillips DB, Collins SE, Stickland MK. Measurement and Interpretation of Exercise Ventilatory Efficiency. *Front Physiol*. 2020;11:659.

24. Woods PR, Olson TP, Frantz RP, Johnson BD. Causes of Breathing Inefficiency During Exercise in Heart Failure. *J Card Fail*. 2010;16:835-42.

25. Schwaiblmair M, Faul C, von Scheidt W, Berghaus TM. Ventilatory efficiency testing as prognostic value in patients with pulmonary hypertension. *BMC Pulm Med*. 2012;12:23.

26. Torchio R, Guglielmo M, Giardino R, Ardissoni F, Ciacco C, Gulotta C, et al. Exercise ventilatory inefficiency and mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease undergoing surgery for non-small-cell lung cancer. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. 2010;38:14-9.

27. Bartos S, Svoboda M, Brat K, Lukes M, Predac A, Homolka P, et al. Causes of ventilatory inefficiency in lung resection candidates. *ERJ Open Res*. 2024. <https://doi.org/10.1183/23120541.00792-2024>.

28. Svoboda M, Cundrle I, Plutinsky M, Homolka P, Mitas L, Chovanec Z, et al. New models for prediction of postoperative pulmonary complications in lung resection candidates. *ERJ Open Res*. 2024;10:00978-2023.

29. Doporučený postup pro předoperační funkční vyšetření před plicním resekcčním vý-

konem. Česká pneumologie – plicní lékařství. In: www.plicnikarstvi.cz [internet]. Available from: <https://www.plicnikarstvi.cz/novinka/2308/doporuceny-postup-pro-pre-doperacni-funkcni-vysetreni-pred-plcnim-resekcnim-vykonem/>. Accessed 16 Jan 2025.

30. Dean HF, Carter F, Francis NK. Modern perioperative medicine – past, present, and future. *Innov Surg Sci*. 2019;4:123-31.

31. Sekine Y, Chiyo M, Iwata T, Yasufuku K, Furukawa S, Amada Y, et al. Perioperative rehabilitation and physiotherapy for lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg Off Publ Jpn Assoc Thorac Surg Nihon Kyobu Geka Gakkai Zasshi*. 2005;53:237-43.

32. Benzo R, Wigle D, Novotny P, Wetzstein M, Nichols F, Shen RK, et al. Preoperative pulmonary rehabilitation before lung cancer resection: results from two randomized studies. *Lung Cancer Amst Neth*. 2011;74:441-5.

33. Gao K, Yu P-M, Su J-H, He C-Q, Liu L-X, Zhou Y-B, et al. Cardiopulmonary exercise testing screening and pre-operative pulmonary rehabilitation reduce postoperative complications and improve fast-track recovery after lung cancer surgery: A study for 342 cases. *Thorac Cancer*. 2015;6:443-9.

34. Boujibar F, Bonnevie T, Debeaumont D, Bubenheim M, Cuvellier A, Peillon C, et al. Impact of prehabilitation on morbidity and mortality after pulmonary lobectomy by minimally invasive surgery: a cohort study. *J Thorac Dis*. 2018;10:2240-8.

35. Licker M, Karenovics W, Diaper J, Frésard I, Triponez F, Ellenberger C, et al. Short-Term Preoperative High-Intensity Interval Training in Patients Awaiting Lung Cancer Surgery: A Randomized Controlled Trial. *J Thorac Oncol Off Publ Int Assoc Study Lung Cancer*. 2017;12:323-33.

36. Brat K, Sova M, Homolka P, Plutinsky M, Genzor S, Pokorna A, et al. Multimodal prehabilitation before lung resection surgery: a multicentre randomised controlled trial. *Br J Anaesth*. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2025.03.018>.

Pacient s progredující plicní tuberkulózou na ECMO

Mica P.^{1,2}, Rychlíčková J.^{1,3}, Čundrle I.¹, Pokorná A.²

¹Anesteziologicko-resuscitační klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

²Ústav zdravotnických věd, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

³Farmakologický ústav, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Miliární plicní tuberkulóza je vzácná, ale závažná forma diseminovaného onemocnění, která může vést k akutní respirační tísní a multiorgánovému selhání. Prezентujeme případ 46letého muže, u kterého se tuberkulóza manifestovala těžkým respiračním selháním s nutností umělé plicní ventilace a následně použití extrakorporální membránové oxygenace. Případ poukazuje na diagnostickou náročnost, složitost péče a terapeutické výzvy s důrazem na individualizovanou farmakoterapii v rámci mezioborové spolupráce.

Klíčová slova: tuberkulóza, miliární, extrakorporální membránová oxygenace, intenzivní péče, antituberkulotika.

Patient with progressive pulmonary tuberculosis on ECMO

Miliary pulmonary tuberculosis is a rare but severe form of disseminated disease that can lead to acute respiratory distress and multiorgan failure. We present the case of a 46-year-old man whose tuberculosis manifested as severe respiratory failure requiring artificial pulmonary ventilation and subsequent use of extracorporeal membrane oxygenation. The case highlights the diagnostic difficulty, complexity of care and therapeutic challenges with emphasis on individualized pharmacotherapy in an interdisciplinary collaboration.

Key words: tuberculosis, miliary, extracorporeal membrane oxygenation, intensive care, antituberculosis.

Úvod

Miliární tuberkulóza (TBC) představuje závažnou formu diseminované infekce *Mycobacteria tuberculosis*, charakterizovanou hematogenním nebo lymfatickým rozsevem patogenu s tvorbou četných drobných granulomů v plicích a dalších orgánových systémech [1, 2]. Klinický obraz a průběh onemocnění bývá heterogenní, často se vyznačuje nespecifickým klinickým nálezem, mnohdy s pomalým nástupem. Patrná bývá několik týdnů trvající horečka, se vzestupem ve večerních hodinách, zimnice, nechutenství, slabost, úbytek hmotnosti a kašel. Častým příznakem je noční pocení [1, 3]. Tuberkulóza může v počátečních fázích připomínat pneumonii nebo jinou komunitní infekci, což může vést k pomalé diagnostice a léčbě [4]. Nejčastějším důvodem přijetí pacientů na JIP je progredující respirační selhání a syndrom akutní respirační tísně (ARDS) [5]. Incidence přijatých pacientů k léčbě na JIP je okolo 3 % a jejich úmrtnost je vysoká. U mechanicky ventilovaných pacientů se pohybuje cca od 24 do 81 % [3, 5, 6].

Kazuistika prezentuje klinický průběh pacienta s progredující miliární tuberkulózou, komplikovanou ARDS s nutností napojení na ECMO.

Ilustrujeme složitost diferenciální diagnostiky, stanovení celkové strategie léčby, ošetrovatelské péče a také benefity multidisciplinární spolupráce.

Kazuistika

Anamnéza a nynější onemocnění

Pacient muž, ročník narození 1978, dosud bez známých závažných komorbidit, neužívající žádnou chronickou medikaci. Pacient byl testován na HIV a hepatitidy B a C, všechny testy byly negativní. Pracuje v oboru informačních technologií a manuální výpomocné činnosti. V minulosti abúzus návykových látek, od 17 let abstinence. Alkohol užívá příležitostně, kuřák. Alergologická anamnéza bez pozitivit. Žije se svou matkou.

Pacient byl přijat dne 9. 1. 2025 na oddělení urgentního příjmu (UP) pro 14 dní trvající progredující dušnost. Na místě zásahu záchranné služby, která byla volána matkou nemocného, byla iniciálně zjištěna neměřitelná saturace kyslíkem a vysoký laktát (10 mmol/l). Pacient byl při vědomí, s projevy hypotenze a tachykardie.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

Mgr. Patrik Mica, DiS., patrik.mica@med.muni.cz

Článek přijat redakcí: 16. 6. 2025; Článek přijat k tisku: 6. 10. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):287-291

Objektivní nález při přijetí na UP

Pacient byl při vědomí, dušný, s dechovou frekvencí 50–60/min. Kardiovaskulárně dominovala tachykardie (140/min), na EKG byl patrný SIQT3 vzorec. Echokardiografické vyšetření odhalilo dilataci pravostraných srdečních oddílů a přítomnost D-shape deformity komory, svědčící pro cor pulmonale. Laboratorní vyšetření prokázalo hyponatremii (124 mmol/l), elevaci kreatininu (118 μmol/l) a známky dehydratace (hypotenze, tachykardie, anurie). Vzhledem k oběhové nestabilitě a ECHO nálezů bylo indikováno podání trombolýzy. Po aplikaci trombolýzy došlo k mírné úpravě hemodynamiky, nicméně RTG hrudníku (Obr. 1) odhalil rozsáhlé plicní zastření, a CRP (178 mg/l) s leukocytózou (18x10³/l) nasvědčovaly probíhající infekci. Vedlejším nálezem bylo panaricium palce pravé dolní končetiny, který byl v minulosti opakovaně chirurgicky ošetřován.

Průběh léčby na JIP

Při příjmu na JIP bylo provedeno akutní CT plic (Obr. 2) s nálezem rozsáhlé bilaterální plicní infiltrace, CT angiografie plicní embolie neprokázala. Byla zahájena empirická antibiotická terapie (ampicilin/sulbaktam, klarithromycin, flukonazol) a pro rozvoj respiračního selhání terapie umělou plicní ventilací (UPV).

Vzhledem k rozsahu nálezů byla provedena diagnostická bronchoalveolární laváž (BAL) s pozitivním výsledkem PCR na mykobakterie

(2 900 kopií). Vzniklo tak podezření na probíhající tuberkulózní proces. Výsledek byl konzultován se specializovaným pracovištěm, s Klinikou nemocí plicních a tuberkulózy (KNPT) ve Fakultní nemocnici Brno. Dle konzultace se jednalo o slabou pozitivitu, bez dalšího průkazu mykobakteriové infekce a zahájení terapie antituberkulotiky nebylo v danou chvíli indikováno.

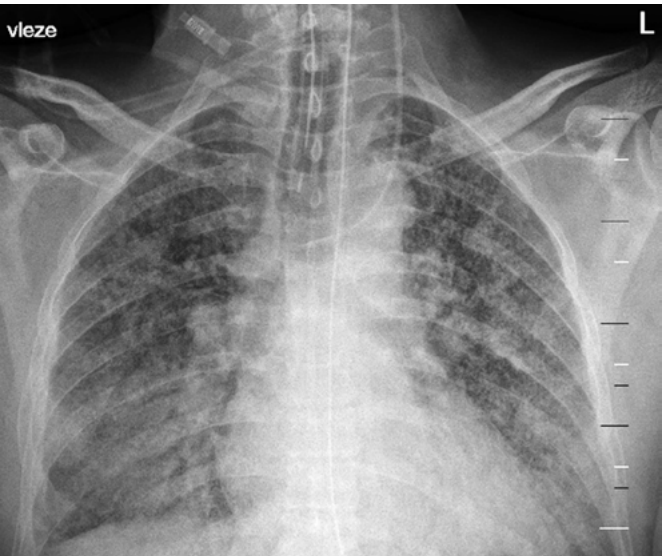
Šestý den hospitalizace došlo k selhání konvenční UPV, s nutností uvedení pacienta do pronační polohy, která ale nebyla s efektem (oxygenační potíže, hyperkapnie s respirační acidózou), a proto byl pacient indikován a napojen na veno-venózní extrakorporální membránovou oxygenaci (ECMO).

Opakovaná BAL s 25% návratností vzorku (Tab. 1) prokázala výraznou pozitivitu PCR na Mycobacterium tuberculosis (iniciálně 2 900 kopií) a další kmeny (Streptococcus spp., Candida tropicalis). Na základě tohoto nálezů byla již zahájena léčba TBC (tzv. RIPE – rifampicin, isoniazid, pyrazinamid a ethambutol), s eskalací antibiotické léčby na meropenem, linezolid a flukonazol.

Limitem kazuistiky je absence výsledku profilu rezistence. Klinický průběh a odpověď na zavedený režim však nepřímo svědčila pro pravděpodobně senzitivní formu.

Postupně docházelo ke stabilizaci stavu a poklesu zánětlivých markerů. Redukce ECMO podpory byla zpočátku úspěšná, plicní compliance se zlepšovala.

Obr. 1. RTG srdce a plic, 1. den hospitalizace (Zdroj: dokumentace FN u sv. Anny)



Obr. 2. CT plic při příjmu (Zdroj: dokumentace FN u sv. Anny)



Tab. 1. Vývoj PCR výsledků BAL (Zdroj: dokumentace FNUSA)

Metoda	Pořadí, datum					
	1) 10. 1.	NÁLEZ*	2) 14. 1.	NÁLEZ	3) 24. 1.	NÁLEZ
HHV-6	neg.		neg.		poz.	6 300
Mycobacterium tuberculosis com.	poz.	2 900	poz.	233 150	poz.	950
Staphylococcus spp.	poz.	2 450	poz.	1 050	poz.	1 250
Streptococcus spp.	poz.	446 750	poz.	1 300	neg.	
Enterococcus spp.	poz.	2 700	neg.		neg.	
Enterobacteriaceae	neg.		neg.		poz.	< 800
Escherichia coli	neg.		neg.		poz.	1 000
Candida glabrata & krusei	poz.	1 800	neg.		neg.	
Candida tropicalis & albicans	poz.	20 250	poz.	14 650	poz.	1 500

*počet kopií NK/ml vzorku; Pozn. Kvantifikace nálezů: < 800 velmi slabě pozitivní, 801–10 000 slabě pozitivní, 10 001–500 000 pozitivní, > 500 000 silně pozitivní

V dalším průběhu hospitalizace se nedařilo pacienta odtlumiť a při pokusech o odpojení od ECMO reagoval pouze neklidem a velkým ventilačním úsilím s rizikem vzniku P-SILI (Patient-self inflicted lung injury). Vzhledem k dysfunkci gastrointestinálního traktu a nutnosti podávání většiny antituberkulotik do NGS byly opakovaně sledovány jejich hladiny a dávky titrovány. Pro podezření na heparinem indukovanou trombocytopenii (HIT), kdy nejnižší zjištěný počet trombocytů byl $43 \times 10^9/l$, byla změněna antikoagulační terapie z kontinuálně podávaného nefrakcionovaného heparinu na argatroban. Čekalo se na verifikaci odběrů (specifické protilátky a test uvolňování serotoninu – SRA) z Ústavu hematologie a krevní transfuze (ÚHKT) v Praze.

Po protražovaném weaningu byl pacient 15. den hospitalizace odpojen od ECMO. V dalším průběhu však došlo k opětovnému zhoršení stavu, pravděpodobně v souvislosti s novou septickou atakou. U pacienta byla 16. den hospitalizace provedena punkční tracheostomie. V opakovaně provedené BAL byly pouze slabě pozitivní nálezy *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* a *Enterobacter spp.* (Tab. 1). Byla ponechána stávající antibiotická kombinace, spolu s pokračující RİPE antituberkulózní terapií.

S progresí stavu se opět zhoršila mechanika dýchání, bez reakce na eskalaci sedativní medikace, proto byla nutná relaxace pacienta. Následně došlo k problematické eliminaci CO_2 , což vedlo k navyšování agresivity ventilační podpory. Pro přetrvávající těžkou respirační acidózu a neefektivitu pronační polohy bylo 20. den hospitalizace, pět dní po odpojení od ECMO, rozhodnuto o jeho znovuzavedení.

Následující, 21. den hospitalizace, druhý den od znovunapojení ECMO, došlo k vzestupu hodnot volného hemoglobinu (opakovaně nad 5,0 mg/l) a zhoršení renálních funkcí, což vedlo k podezření na trombózu pumpy ECMO. Následovala výměna ECMO setu a zahájení kontinuální venovenózní hemodialýzy (CVVHD) pro akutní poškození ledvin s elevací dusíkatých látek a hyperkalemie. Vysoká hypertriacylglycerolemie vedla k zastavení podávání Propofolu a parenterální výživy. Výživa byla zajištěna alternativně přípravkem Aminoven v kombinaci s 20% glukózou. V sedaci bylo pokračováno midazolamem, dexmedetomidinem a sufentanilem. Hematologické vyšetření nepotvrdilo intravaskulární hemolýzu, vysoké hodnoty volného hemoglobinu byly připisovány silné chylózitě vzorku.

Jedenadvacátý den hospitalizace došlo k poklesu hladiny triacylglycerolů i volného hemoglobinu a klesly i zánětlivé markery. Byla dokončena antibiotická terapie meropenemem a vankomycinem, pokračovala RİPE antituberkulózní léčba.

Po přechodné stabilizaci došlo dvacátý devátý den hospitalizace k rozvoji nové septické epizody se vzestupem potřeby katecholaminů a nutností podpory oběhu vazopresinem. Mikrobiologicky nebyl zachyt žádného patogenu, proto byla zahájena empirická antibiotická léčba (meropenem, linezolid). Ve snaze snížit hepatotoxicitu byla přechodně vysazena antituberkulotika ethambutol a pyrazinamid (linezolid byl ponechán jako součást alternativních anti-TBC režimů). Kontrolní CT prokázalo progresi plicního nálezu, hepatosplenomegálii a subileus.

Stav pacienta progredoval do multiorgánového selhání, zahrnujícího selhání oběhu, plic, ledvin, GIT včetně jater, koagulopatii a leukopenii s absolutní neutropenií. Stav se stal medicínsky neřešitelným.

Konfirmace HIT z Prahy byla negativní (neprokázány protilátky ani SRA test). Rodina pacienta byla opakovaně informována o kritickém stavu. Refrakterní šokový stav vyústil 30. den hospitalizace v exitus letalis. Případ byl nahlášen příslušné krajské hygienické stanici.

Multidisciplinární péče

V péči o pacienta sehrál klíčovou roli multidisciplinární přístup. Z pohledu lékaře intenzivní péče se jednalo o celkovou strategii léčby, a především o indikaci a zahájení ECMO terapie v kontextu progredujícího respiračního selhání nereagujícího na konvenční ventilační podporu. Klíčový byl přístup klinického farmakologa, který optimalizoval léčebný režim v kontextu nutnosti enterálního podání léčiv, CVVHD a ECMO.

Ošetřovatelská péče zahrnovala kromě rutinních intervencí (např. polohování, tracheální odsávání, aplikace léčiv) rovněž péči o ECMO přístroj, s ohledem na prevenci komplikací. Bylo také vyžadováno přísné dodržování bariérového režimu v důsledku primární infekce. Vzhledem ke složitosti farmakologické léčby a nutnosti přesného načasování aplikace léčiv (např. s ohledem na aplikaci enterální výživy) a odběrů krve na terapeutické monitorování léčiv, byla spolupráce s klinickým farmakologem zásadní.

Diskuze

Tuberkulóza je druhou nejčastější příčinou úmrtí na infekční onemocnění ve světě. Po pandemii covidu-19 vzrostl celosvětově její výskyt [7]. Závažné případy TBC často vedou k těžkému respiračnímu selhání, které je hlavní příčinou přijetí těchto pacientů na JIP. Respirační selhání u pacientů s TBC se rozvíjí nejčastěji v důsledku pneumonie nebo ARDS, zejména u diseminovaných forem, jako je miliární TBC, což byl případ našeho pacienta. Jednou z možností terapie těžkých forem ARDS je použití ECMO, která výrazně zlepšuje prognózu, i když je zatížena mnoha riziky [8]. Použití ECMO u pacientů s TBC, nereagujících na konvenční terapii, je využíváno velmi zřídka [9].

Předkládaný případ pacienta ilustruje komplexnost diagnostiky, managementu a dlouhodobé resuscitační péče v kontextu diseminované TBC, komplikované ARDS, opakovanými septickými příhodami a následným multiorgánovým selháváním.

Pacientovi byla při klinickém podezření na masivní plicní embolii, vycházející z hemodynamické nestability, hypoxemie a echokardiografického nálezu známek pravostranného přetížení, aplikována systémová trombolýza alteplázou (Actilyse®). Diagnóza však nebyla následně potvrzena ani zobrazovacími metodami, tudíž lze zpětně tento postup hodnotit jako neopodstatněný. Rozhodnutí o trombolytické léčbě ale v akutní situaci vycházelo z rizika vysoké pravděpodobnosti probíhajícího život ohrožující plicní embolie. Popsaná klinická situace zdůrazňuje komplikovanost zahájení urgentní terapie s rizikem nadbytečné intervence s možnými komplikacemi a poukazuje na limitaci tohoto algoritmu.

K léčbě tuberkulózy byla doporučena standardní čtyřkombinace antituberkulotik, tzv. RİPE – rifampicin, izoniazid, pyrazinamid a etambutol. Vzhledem k častému výskytu lékově indukované hyperurikemie při podávání pyrazinamidu a etambutolu byla preventivně zahájena léčba inhibitory xantinoxidázy (allopurinol, až 600 mg/den). Riziko periferní neuropatie spojené s izoniazidem bylo ošetřeno suplementací

pyridoxinu (40 mg/den). Všechna antituberkulotika byla podávána enterálně prostřednictvím nasogastrické sondy (NGS) v off-label režimu. Intravenózní formy nebyly v době hospitalizace pacienta k dispozici. Tablety byly rozdrceny, rifampicin byl podáván z otevřených tobolek. Aplikace léčiv cestou NGS může ovlivnit absorpci a čas dosažení tzv. peakových koncentrací. O to více při stagnaci žaludečního obsahu a obleněné peristaltice, která se objevila po 6 dnech podávání. Z toho důvodu byly plazmatické koncentrace izoniazidu a pyrazinamidu měřeny ve 2. a 5. hodině po aplikaci. Opožděná absorpce se však nepotvrdila. Plazmatické koncentrace antituberkulotik byly průběžně kontrolovány; úprava dávky se týkala především rifampicinu, ostatní antituberkulotika byla buď v terapeutickém rozmezí, nebo podávána v maximálních dávkách. Použití supratherapeutických dávek limitovala nedostupnost populačního farmakokinetického modelu pro kriticky nemocné umožňující predikci vývoje hladin, obava z toxicity a nejednoznačný přínos tohoto postupu. To vše při omezené dostupnosti metody pro stanovení plazmatických koncentrací. Isoniazid a rifampicin byl podáván nalačno pro optimalizaci absorpce – enterální výživa byla zastavována 2 hodiny před podáním těchto léků a 1 hodinu po aplikaci. S ohledem na dráždivost rifampicinu byl kladen důraz na používání osobních ochranných prostředků během jeho úpravy a podávání.

Je třeba zdůraznit, že i slabá pozitivita PCR na TBC komplex představuje signál, který nelze opomenout a který vyžaduje odbornou konzultaci. Prodleva v zahájení antituberkulotické terapie je spojena se zhoršenou prognózou a zvýšenou mortalitou; rozhodnutí našeho pracoviště však reflektovalo tehdejší klinický stav pacienta, dostupné informace a doporučení specializovaného pracoviště.

V kontextu ECMO terapie byla zvažována možná adsorpce léčiv na okruh, zejména u rifampicinu, kde je tato interakce vzhledem k jeho lipofilite a vysoké vazbě na plazmatické bílkoviny pravděpodobná. Klinických dat o vlivu ECMO na farmakokinetiku antituberkulotik je minimum. Podařilo se nám vyhledat pouze jednu kazuistiku, kde pro dosažení terapeutického rozmezí při ECMO byla třeba titrace dávky rifampicinu až na dvojnásobek doporučené dávky (tj. na 20 mg/kg/den) [10].

Rifampicin navíc vykazuje významné farmakokinetické interakce v důsledku indukce CYP450 a P-glykoproteinu, což může vést ke snížení účinnosti sufentanilu, flukonazolu, linezolidu a quetiapinu s klinickými dopady na léčbu pacienta. V rámci zahájení CVVHD nebyla a priori nutná úprava dávky izoniazidu a pyrazinamidu. V případě rifampicinu jsme dávku dále nenavýšovali kvůli omezené dostupnosti vyšetření jeho plazmatických koncentrací a riziku přesmyku do nelineární farmakokinetiky. U etambutolu bylo doporučeno prodloužení dávkovacího intervalu.

Pro podezření na heparin-indukovanou trombocytopenii (HIT) byla nutná změna antikoagulační terapie z nefrakcionovaného heparinu na aplikaci argatrobanu. Jeho výhodou je eliminace játry, tudíž je jeho použití bezpečné u pacientů s renální insuficiencí. HIT postihuje podle metaanalýzy Song a kol. 4,2 % pacientů na ECMO [11]. HIT ale následně nebyla potvrzena, přesto se v dané době a dle dostupných klinických informací jednalo o urgentní intervenci. Je potřeba zdůraznit, že rapid testy na přítomnost anti-heparin-PF4 protilátek mohou však vykazovat falešně pozitivní výsledky, a proto jejich interpretace musí být vždy podložena dalšími vyšetřeními.

Vzhledem k opakované elevaci volného hemoglobinu až na hodnotu 5,4 mg/l, s rizikem hemolýzy a zhoršením renálních funkcí, byla z preventivních důvodů provedena výměna ECMO okruhu. Retrospektivně se ukázalo, že hodnota volného hemoglobinu, který byl primárně stanoven fotometricky, byla zvýšená v důsledku výrazné chylozity vzorku při těžké hypertriacylglycerolemii. Při zvýšených hodnotách triglyceridů dochází k interferenci s měřením, a tudíž k falešně vysokým hodnotám volného hemoglobinu [12]. V našem případě byla vysoká hladina triglyceridů pravděpodobně způsobena kombinací propofolu a parenterální výživy [13]; podávání obou bylo dočasně zastaveno.

Výživa byla zajištěna alternativně parenterálně kombinací aminokyselin a glukózy. V sedaci bylo pokračováno midazolamem, dexmedetomidinem a sufentanilem, a to i při potenciálně významné lékové interakci s rifampicinem.

Závěr

Závažné případy tuberkulózy často vedou k těžkému respiračnímu selhání, které bývá hlavní příčinou přijetí těchto pacientů na jednotky intenzivní péče. Respirační selhání se nejčastěji rozvíjí v důsledku pneumonie nebo ARDS, zejména u diseminovaných forem, jako je miliární tuberkulóza, což byl i případ našeho pacienta. Jednou z možností řešení těžkých forem ARDS je použití ECMO jako rescue postupu, který může významně zlepšit prognózu, ačkoliv je spojeno s řadou rizik. Farmakoterapie zahrnovala zahájení plného antituberkulotického režimu, upraveného s ohledem na závažné orgánové selhávání a mimotělní podporu. Optimalizace dávkování jednotlivých léčiv byla klíčová pro dosažení terapeutické účinnosti při zachování bezpečnosti. Ideální by jistě bylo časnější zahájení terapie, použití intravenózních forem antituberkulotik a možnost častějšího monitoringu plazmatických koncentrací. Běžná klinická praxe ovšem naplnění těchto aspektů limitovala. Nízká incidence těžkých případů TBC a komplexnost jejich managementu jsou důvodem, proč považujeme sdílení našich zkušeností za zásadní.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři prohlašují, že při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **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. Autoři PM, JR, IČ a AP se podíleli na tvorbě a finální úpravě článku. **Financování:** Tato práce vznikla na Masarykově univerzitě v rámci projektu „Komplexní přístup k hodnocení kvality ošetrovatelské péče II“ číslo MUNI/A/1714/2024, podpořeného z prostředků účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum poskytovaný MŠMT v roce 2025. **Prohlášení o souhlasu s publikací:** Kazuistika je publikována se souhlasem matky pacienta. **Poděkování:** Autoři děkují matce pacienta za poskytnutý souhlas s publikací. **Registrace:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. Sharma SK, Mohan A, Sharma A. Miliary tuberculosis: A new look at an old foe. *J Clin Tuberc Mycobact Dis.* 2016;3:13-27. doi:10.1016/j.jctube.2016.03.003.
2. Wei X, Xie M, Wu S, Bao Y. The clinical features and prognostic factors of miliary tuberculosis in a high tuberculosis burden area. *Ann Med.* 2024;56(1):2356647. doi:10.1080/07853890.2024.2356647.
3. Chaudhry D, Tyagi D. Tuberculosis in Intensive Care Unit. *Indian J Crit Care Med.* 2021;25(S2):S150-S154. doi:10.5005/jp-journals-10071-23872.
4. Cavallazzi R, Maurici R, Ramirez JA. Tuberculosis is always a possibility (even in the intensive care unit). *Rev Bras Ter Intensiva.* 2016;28(2). doi:10.5935/0103-507X.20160021.
5. Galvin J, Tiberi S, Akkerman O, Kerstjens HAM, Kunst H, Kurhasani X, et al. Pulmonary tuberculosis in intensive care setting, with a focus on the use of severity scores, a multinational collaborative systematic review. *Pulmonology.* 2022;28(4):297-309. doi:10.1016/j.pulmoe.2022.01.016.
6. Wang JL, Yin QY, Han C, Liu FL, Wang MS. Risk factors for death in tuberculosis patients requiring ICU care. *Epidemiol Infect.* 2021;149:e22. doi:10.1017/S0950268820003106.
7. Atiya N, Hasan MS, Wong CK, Abdullah A, Lau KS, Cheah EG, et al. Prevalence of Culture-Confirmed Pulmonary Tuberculosis Requiring ICU Admission and the Trend in Prevalence Before and During the COVID-19 Pandemic in a Tertiary Academic Medical Center in Kuala Lumpur, Malaysia: A 7-Year Retrospective Cohort Study. *Asia Pac J Public Health.* 2025;37(2-3):265-271. doi:10.1177/10105395251319923.
8. Ait Hssain A, Petit M, Wiest C, Simon L, Al-Fares AA, Hany A, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for tuberculosis-related acute respiratory distress syndrome: An international multicentre retrospective cohort study. *Crit Care.* 2024;28(1):332. doi:10.1186/s13054-024-05110-y.
9. Kim HS, Lee ES, Cho YJ. Insufficient Serum Levels of Antituberculosis Agents During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation Therapy for Acute Respiratory Distress Syndrome in a Patient with Miliary Tuberculosis. *ASAIO J.* 2014;60(4):484-486. doi:10.1097/MAT.0000000000000096.
10. Deshwal H, Elkhapery A, Ramanathan R, Nair D, Singh I, Sinha A, et al. Patient-Self Inflicted Lung Injury (P-SILI): An Insight into the Pathophysiology of Lung Injury and Management. *J Clin Med.* 2025;14(5):1632. doi:10.3390/jcm14051632.
11. Song D, Jin Y, Zhang Y, Zhou Z. Heparin-induced thrombocytopenia in extracorporeal membrane oxygenation-supported patients: a systematic review and meta-analysis. *Thromb J.* 2024;22(1):55. doi:10.1186/s12959-024-00624-5.
12. Ruiz JD, Armijo-Garcia V. The Effects of Hypertriglyceridemia on Plasma Free Hemoglobin Levels and Extracorporeal Membrane Oxygenation Support. *ICU Dir.* 2012;3(4):176-178. doi:10.1177/1944451612452593.
13. Dickerson RN, Buckley CT. Impact of Propofol Sedation upon Caloric Overfeeding and Protein Inadequacy in Critically Ill Patients Receiving Nutrition Support. *Pharmacy.* 2021;9(3):121. doi:10.3390/pharmacy9030121.

www.aimjournal.cz



Translumbální přístup do dolní duté žíly – záchranná možnost pro zavedení centrálního žilního katetru

Michálek P.^{1,2}, Brožek T.¹, Kaván J.³, Forejtová L.³, Novák M.³, Malík J.⁴

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice Praha

²Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Polsko

³Radiodiagnostická klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice Praha

⁴III. interní klinika endokrinologie a metabolismu, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice Praha

Dlouhodobý centrální žilní přístup je v současnosti nejčastěji indikován u parenterální výživy, dialýzy nebo chemoterapie. Část nemocných potřebuje katetr opakovaně nebo po dobu delší než jeden rok. Při uzávěrech nebo závažných stenózách v oblasti horní duté žíly může být alternativou zavedení katetru přímo do dolní duté žíly s využitím translumbálního přístupu. Tato technika je relativně složitá, vyžaduje navigaci skiaskopii nebo výpočetní tomografií a spolupráci intervenčního radiologa. Přehledový článek popisuje indikace, techniku provedení a komplikace tohoto přístupu.

Klíčová slova: dlouhodobý centrální žilní katetr, translumbální přístup, obtížný žilní přístup, komplikace.

Translumbal access to the inferior vena cava – rescue option for insertion of a central venous catheter

Long-term central venous access is currently indicated mainly in patients receiving parenteral nutrition, dialysis, or chemotherapy. Some patients require the catheter to be inserted repeatedly or for a period longer than one year. A translumbal approach with direct insertion of a central venous catheter into the inferior vena cava can be an alternative in cases of confirmed superior vena cava obstruction or significant stenosis. This technique is relatively difficult; it requires fluoroscopy or computed tomography guidance and cooperation of an interventional radiologist. This review article describes indications, technique of insertion, and complications of the translumbal approach to the inferior vena cava.

Key words: long-term central venous catheter, translumbal approach, difficult venous access, complications.

Úvod

Kvalitní a bezpečný vstup do žilního řečiště je v moderní medicíně standardem u většiny hospitalizovaných a části ambulantních pacientů. V perioperační medicíně u rozsáhlých výkonů, v intenzivní péči, ale i při dlouhodobé nitrožilní léčbě je metodou volby kanylace centrálního žilního řečiště. Někteří jedinci potřebují žilní vstup opakovaně nebo dokonce dlouhodobě. Jedná se především o pacienty, kteří dostávají chemoterapii, jsou na dlouhodobé parenterální výživě, je jim aplikována život zachraňující medikace nebo jsou závislí na chronické hemodialyzační léčbě. Tito nemocní jsou ohroženi vznikem stenóz, trombóz nebo jiných uzávěrů centrálních žil i přes komplexní plánování zavádění centrálních žilních katetrů. Pacienty, kteří mají stenózy nebo

Tab. 1. Doporučený algoritmus pro zavedení dlouhodobého žilního katetru [1, 2]

1. linie	- Vena jugularis interna vpravo - Vena jugularis interna vlevo - Vena subclavia vpravo, vlevo (s výjimkou pacientů s chronickou renální insuficiencí) - Vena jugularis externa vpravo (centrální část) - Vena femoralis vpravo, vlevo
2. linie	- Kolaterální žíly - Translumbální přístup do dolní duté žíly - Jaterní žíly - Renální žíly
3. linie	- Vnitřně-zevní punkce vena jugularis interna (systém Surfacter) - Implantace HeRO graftu - Kardiokirurgická implantace katetru do pravé síně srdeční

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

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

Článek přijat redakcí: 3. 10. 2025; Článek přijat k tisku: 24. 11. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):292-295

uzávěry v oblasti rutinně kanylovaných centrálních žil – vena jugularis interna, vena subclavia a vena femoralis – je možné označit termínem cDIVA (central difficult intravenous access). Pro tyto nemocné existuje algoritmus vstupů do centrálního žilního řečiště, opakovaně popsany v literatuře (Tab. 1) [1, 2]. Translumbální přístup přímo do dolní duté žíly je jednou z posledních záchranných možností při uzavřeném povodí horní duté žíly a nemožnosti použití žil femorálních.

Historie

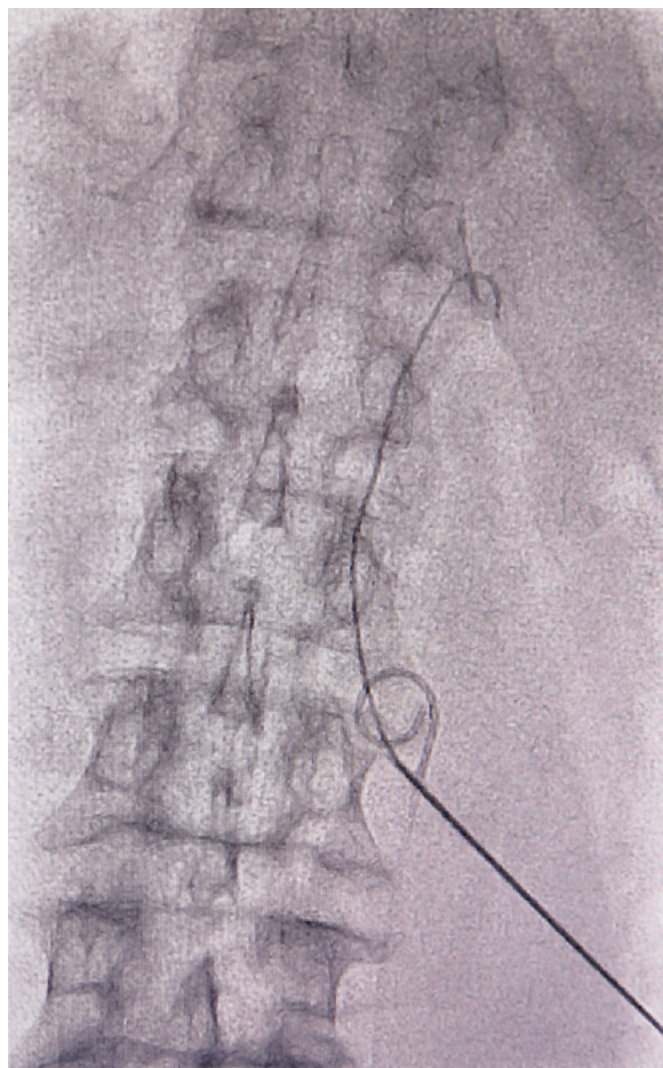
I když se traduje, že tento přístup byl poprvé popsán americkým chirurgem Pardonem R. Kenneym, který v roce 1984 za spolupráce s radiology provedl translumbální punkci dolní duté žíly pod kontrolou perioperační skioskopie se zavedením Hickmannova katetru pro dlouhodobou domácí parenterální výživu [3], ve španělské literatuře bylo sdělení o přímé punkci dolní duté žíly publikováno ještě o 13 let dříve [4]. Pacientem v Providence byl 48letý muž s dlouholetou anamnézou enteritidy, po opakovaných resekcích střeva, s terminální ileostomií a na dlouhodobé parenterální nutrici. Nemocný měl po opakovaných zavedeních centrálního žilního katetru kompletní uzavěry obou brachiocefalických žil. Kanylace femorálních žil nebyla zvážena kvůli nevhodné anatomické situaci a blízkosti ileostomie. Výkon byl proveden pod biplanární skioskopií bez komplikací a hrot katetru byl zaveden do oblasti ústí jaterních žil. Šest měsíců po zavedení byl katetr stále průchodný, s dobrou funkcí a bez známek trombózy v oblasti dolní duté žíly. Tým lékařů ze stejné nemocnice nadále rozvíjel tuto techniku a v dalších letech publikoval dlouhodobé výsledky translumbální katetrizace dolní duté žíly u celkem

šesti pacientů [5, 6]. V roce 1995 byl tento přístup použit k implantaci dlouhodobého dialyzačního katetru [7]. Od začátku 21. století se tento přístup stal celosvětově používaným jako rescue technika při nemožnosti standardního zavedení centrálního žilního katetru [8].

Technika provedení

Translumbální přístup je vhodný pro zavedení jakéhokoliv katetru, tunelizovaného centrálního (Broviac, Groshong) [5], dlouhodobého dialyzačního [9] nebo plně implantovaného port-katetru [10]. Standardní přístup je prováděn pod kontrolou skioskopie (mobilní C-rameno) na hybridním nebo radiologickém sále. Vhodná je přítomnost intervenčního radiologa. Pacient leží na břiše s podloženou pánví. Místo vpichu se nalézá těsně nad úrovní středu pravé lopaty kyčelní, konkrétně spina iliaca posterior superior. Speciální punkční jehla – pro zavedení dlouhodobého dialyzačního katetru se jedná o soupravu Split Cath® III Translumbar Tray (Medical Components Inc., Harleysville, USA), s jehlou 21 G a délkou 15 cm, pro ostatní vstupy typu dlouhodobého tunelizovaného centrálního žilního katetru a port-systému používáme radiologickou jehlu Chiba 20–21 G s délkou 15–20 cm – je z místa vpichu směřována pod úhlem přibližně 45 stupňů mediálně a kranálně před obratlové tělo L3 (Obr. 1). Je výhodné si zobrazit průběh dolní duté žíly, například zavedením pig-tail nebo

Obr. 2. Zavedení vodiče do úrovně L2 cestou vena poplitea



Obr. 1. Zavedení jehly při translumbálním přístupu



J vodiče z vena poplitea nebo vena femoralis do úrovně L2–L3 (Obr. 2) [11] nebo nástřikem dolní duté žíly kontrastní látkou ze stejného přístupu. Používáme koaxiální techniku radiologické navigace, která spočívá v tom, že osa sklonu C-ramene je rovnoběžná se směrem zavedení punkční jehly, která je při svém postupu zobrazena jako bod [12]. Po prostupu podél obratlového těla je poloha hrotu jehly zkontrolována v bočné projekci, vytažen mandrén, a za aspirace proniknuto do dolní duté žíly. Kovový měkký vodič je zaveden skrz punkční jehlu do dolní duté žíly, ideálně s J hrotem až do pravé síně srdeční. Po zavedení vodiče je naměřena potřebná délka katetru od místa vpichu do dolní kavoatriální junkce v úrovni obratlového těla, podél vodiče je provedena kožní incize přibližně 2 cm a tupě vypreparováno podkoží až na zádové svaly. Dalším krokem je vytvoření tunelu podkožím z laterální strany břicha k místu vpichu. Tímto tunelem je poté protažen katetr a vyveden řezem v okolí vodiče [13]. Postupnou dilatací přes vodič je vytvořen prostor pro konečnou dilataci pomocí plastového pouzdra („sheath“), skrze něj je zaveden katetr (Obr. 3) a skiaskopicky potvrzena poloha hrotu v úrovni dolní kavoatriální junkce. Důležité je potvrzení, že katetr není nikde v průběhu zalomený nebo ohnutý v příliš ostrém úhlu.

Alternativní technikou je zavedení translumbálního katetru pod kontrolou výpočetní tomografií (CT) [14, 15], cone-beam CT [16] nebo

kombinovaně s použitím O-ramene. Při této technice je zaměřeno místo vstupu jehly do kůže, punkční kanál (trajektorie jehly) a místo vstupu hrotu jehly do dolní duté žíly v prostoru L2–L3. Výhodou tohoto způsobu punkce je precizní umístění jehly, eliminace poškození okolních struktur, hlavně pravé ledviny. Další výhodou je možnost 3D rekonstrukce obrazu s vytvořením modelu kompletního průběhu katetru (Obr. 4). Naopak nevýhodou je možnost vyšší radiační zátěže, nutnost provádět výkon na speciálním operačním sále i delší čas výkonu.

Jelikož je výkon poměrně technicky komplikovaný a často i relativně dlouhý – 30–60 minut, není jej vždy možné provést pouze v lokální anestezii. Možná je analgosedace pomocí bolusů propofolu, sufentanilu nebo alfentanilu, nebo kontinuální aplikace dexmedetomidinu [17]. Celková anestezie je indikována pouze u nespolupracujících jedinců nebo dětí. Možností je zavedení laryngeální masky nebo i-gel [18], i když část anesteziologické veřejnosti stále preferuje u výkonů na břiše zajištění dýchacích cest pomocí tracheální intubace.

Úspěšnost

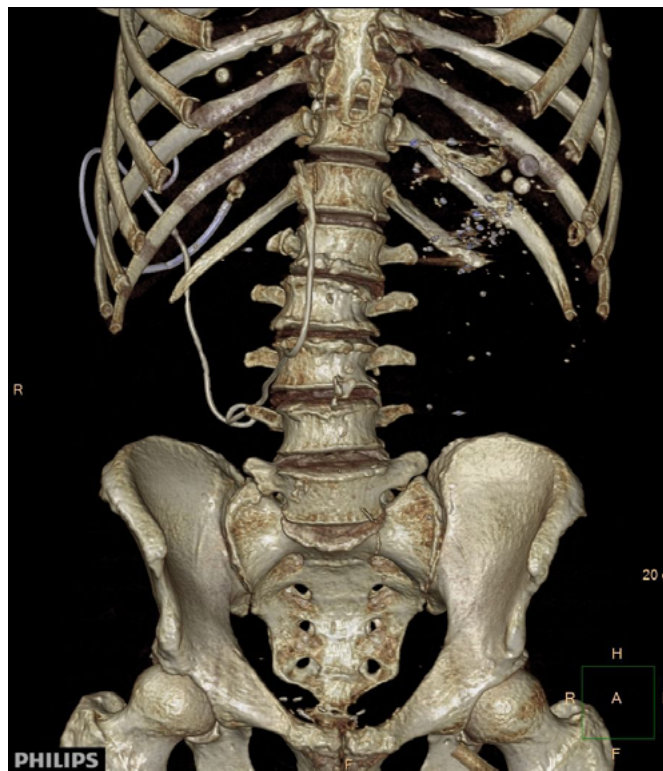
V publikovaných sériích případů i v systematickém přehledu článků týkajících se translumbálního přístupu je úspěšnost zavedení 95–100 % [15, 19]. Výživové katetry obvykle vydrží funkční i déle než 1 rok, tunelizované dialyzační katetry obvykle 6–12 měsíců [20]. Jedním ze základních předpokladů dlouhodobé funkčnosti katetru je kvalitní ošetrovatelská péče [21].

Malfunkce katetru byla popsána s četností 0,26 na 100 dní zavedení, nejčastější příčinou poruchy funkce katetru byla malpozice nebo vycesťování, které se projevilo s incidencí 0,04 případů na 100 dní, četnost zauzlení, zalomení katetru nebo jeho mechanického poškození byla téměř nulová [19].

Obr. 3. Translumbální katetr tunelizovaný na pravý bok



Obr. 4. CT rekonstrukce se zavedeným translumbálním katetrem



Komplikace

Nejzávažnější popsanou komplikací byla tvorba významného retroperitoneálního hematomu, jehož četnost je ve větších souborech odhadována na 3–5 % [19]. Infekční komplikace typu systémové infekce v souvislosti se zavedeným katetrem (CLABSI – Central Line-associated Bloodstream Infection) byly popsány s četností 0,21 na 100 katetrových dní. Les a kol. [22] sledovali časně komplikace po zavedení translumbálního katetru u souboru 27 pacientů. Popsali 1 případ punkce aorty a incidenci tvorby retroperitoneálního hematomu 14,7 %. K dalším komplikacím tohoto přístupu, které jsou popsány v literatuře, patří bolest v místě zavedení nebo v oblasti tunelizace, a také raritně trombóza dolní duté žíly.

Naše zkušenosti

Provedení tohoto výkonu nabízí Kanylační centrum při KARIM 1. LF UK a VFN Praha od roku 2017 a je využíván pro komplikované pacienty z celé České republiky pro zavedení výživových katetrů, tunelizovaných dialyzačních katetrů i případně plně implantovaných portů. Jelikož se

jedná o výkon s potenciálně závažnými komplikacemi, tak je rezervován jako poslední volba při technické nemožnosti zavést jiný centrální žilní přístup. Celkem byl zaveden translumbální přístup 8 pacientům, u 5 byla indikací dlouhodobá parenterální výživa, u zbylých tří chronická dialyzační léčba. Všechny punkce byly úspěšné. Zaznamenali jsme 2 technické komplikace, 1x zalomení katetru v místě tunelizace a 1x vycestování katetru do podkoží. Závažné komplikace typu retroperitoneálního krvácení nebo poranění vnitřních orgánů jsme nezaznamenali.

Závěr

Kanylace dolní duté žíly je specializovaným centrálním žilním přístupem, který je jednou z posledních alternativních metod u pacientů s uzávěry nebo významnými stenózami v oblasti horní duté žíly. Vzhledem k potenciálním komplikacím by měl být tento výkon prováděn pouze ve specializovaných centrech, za přítomnosti intervenčního radiologa a pod kvalitní zobrazovací technikou. Anesteziologové a lékaři kanylačních center by ale měli být obeznámeni s možností tohoto přístupu, aby mohli indikovaným pacientům nabídnout jeho provedení.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Potvrzujeme, že autoři při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Prohlášení o původnosti:** Potvrzujeme, že je práce původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. Předběžné výsledky nebyly prezentovány formou přednášky, posteru ani abstraktu konference. **Střet zájmů:** Autoři nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Souhlas se zněním článku:** Potvrzujeme, že všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Podíl autorů:** Konceptualizace: PM, TB, JK, metodologie: PM, LF, MN, JM, osobní účast při provádění průzkumu nebo experimentu: PM, TB, JK, MN, LF, psaní (originální návrh): PM, psaní (recenze a úpravy): PM, TB, JM, JK, vedení a koordinace: PM, JK, JM, validace: PM, JK, JM, formální analýza: N/A, správa dat: N/A, administrace projektu: N/A, obrazová dokumentace: PM, MN, LF, získávání financí: PM, JM. **Financování:** institucionální podpora MZ ČR – RVO (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze – VFN64165). **Poděkování:** N/A **Registrace:** N/A **Projednání etickou komisí:** N/A

LITERATURA

- Pereira K, Osiason A, Salsamendi J. Vascular access for placement of tunneled dialysis catheters for hemodialysis: a systematic approach and clinical practice algorithm. *J Clin Imaging Sci.* 2015;5:31.
- Michálek P, Kavan J, Lambert L, Malík J, Lainková R, Brožek T. Alternativní a nestandardní žilní přístupy pro dialyzační léčbu. Aktuality v nefrologii. 2023;29:44–51.
- Kenney PR, Dorfman GS, Denny DF jr. Percutaneous inferior vena cava cannulation for long-term parenteral nutrition. *Surgery.* 1985;97:602–605.
- Ortuno Mirete J, Conde Olasagasti J, Ruiz de Salazar D, Sanz Guajardo D, Botella Garcia J. Hemodialysis by using percutaneous catheterization of the vena cava. *Rev Clin Esp.* 1971;121:169–172.
- Denny DF jr., Dorfman GS, Greenwood LH, Horowitz NR, Morse SS. Translumbal inferior vena cava Hickman catheter placement for total parenteral nutrition. *AJR Am J Roentgenol.* 1987;148:621–622.
- Denny DF jr., Greenwood LH, Morse SS, Lee GK, Baquero J. Inferior vena cava: translumbal catheterization for central venous access. *Radiology.* 1989;172:1013–1014.
- Gupta A, Karak PK, Saddekni S. Translumbal inferior vena cava catheter for long-term hemodialysis. *J Am Soc Nephrol.* 1995;5:2094–2097.
- Denny DF jr. Venous access salvage techniques. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2011;14:225–232.
- Raskin D, Kirksey L, Bergen M, Gadani S, Levitin A, Quatromoni JG, et al. Translumbal and transhepatic tunneled dialysis catheter placements in the end stage renal disease population. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2025;41:339–346.
- Butros SR, Walker TG, Salazar GM, Kalva SP, Oklu R, Wicky S, et al. Direct translumbal inferior vena cava ports for long-term central venous access in patients with cancer. *J Vasc Interv Radiol.* 2014;25:556–560.
- Bream PR jr., Gu E. Use of the popliteal vein as a guide for translumbal central venous access. *J Vasc Interv Radiol.* 2015;26:295–296.
- Michálek P, Dutka J. Computed tomography-guided anterior approach to the superior hypogastric plexus for noncancer pelvic pain: a report of two cases. *Clin J Pain.* 2005;21:553–556.
- Brožek T, Dovjak P, Chovanec V, Kletečka J, Nosková P, Astapenko D. Dlouhodobé žilní vstupy v perioperační a intenzivní péči a jejich tunelizace. *Anest intenziv Med.* 2025;36:102–105.
- Grözinger G, Grosse U, Syha R, Hoffmann R, Partovi S, Nikolaou K, et al. CT-guided translumbal placement of permanent catheters in the inferior vena cava: description of the technique with technical success and complications data. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2018;41:1356–1362.
- Jonszta T, Czerny D, Prochazka V, Vrtkova A, Chovanec V, Krajina A. Computed tomography (CT)-navigated translumbal hemodialysis catheters: a 10-year single center experience. *Med Sci Monit.* 2020;26:e927723.
- Thakor AS, Chung J, Patel R, Cormack R, Legiehn G, Klass D. The use of cone-beam CT in assisting percutaneous translumbal catheter placement into the inferior vena cava. *Clin Radiol.* 2015;70:21–24.
- Bradley T, Teare T, Milner Q. Anaesthetic management of patients requiring vascular access surgery for renal dialysis. *BJA Educ.* 2017;17:269–274.
- 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.
- Ziapour B, Iafrafi MD, Indes JE, Chin-Bong Choi J, Salehi P. Safety and efficacy of percutaneous translumbal inferior vena cava catheters: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Interv Radiol.* 2023;34:1075–1086.
- Liu F, Bennett S, Arrigain S, Schold J, Heyka R, McLennan G, et al. Patency and complications of translumbal dialysis catheters. *Semin Dial.* 2015;28:E41–E47.
- Kletečka J, Vlasáková A, Nosková P, Astapenko D. Ošetrovatelská péče o centrální žilní katetr. *Anest intenziv Med.* 2025;36:39–42.
- Les J, Spaleniak S, Lubas A, Niemczyk S, Kade G. Early complications of translumbal cannulation of the inferior vena cava as a quick, last-chance method of gaining access for hemodialysis. Ten years of experience in one clinical center. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2021;16:282–288.

Letter to the Editor: Transient BIS elevations during caloric testing in brain death: artifactual or physiological?

Ceylan Delice M.¹, Kavrut Ozturk N.²

¹Department of Anesthesiology and Reanimation, Van Training and Research Hospital, Van, Turkey

²Department of Anesthesiology and Reanimation, Antalya Training and Research Hospital, Antalya, Turkey

Dear Editor,

We present an unusual bispectral index (BIS) monitoring phenomenon observed during standard brain death testing, which may carry clinical implications for BIS interpretation in neurocritical care practice.

During a routine evaluation of brain death, 72 hours after traumatic brain injury, in a 40-year-old male, we observed a physiologically unexpected BIS response. At our center, the BIS™ VISTA Monitor (Covidien, Mansfield, MA, USA) is routinely used for neurological monitoring in patients with severe brain injury. Typically, transient low BIS values (0–10) are attributed to signal noise or electrode artifacts and are occasionally encountered, even in patients with clinically confirmed brain death.

In this case, corneal reflexes, deep tracheal suctioning, and oculocephalic maneuvers produced no observable changes in BIS. Bilateral caloric testing was then performed using 20 mL of ice-cold saline (0–4 °C) instilled into the external auditory canal over 30 seconds. The patient's head was elevated and rotated according to standard protocols. During right-sided irrigation, the BIS rose abruptly to 56; on the left, it peaked at 15. BIS values returned to baseline (0–5) within minutes in both instances.

Importantly, no neuromuscular blocking agents were administered. The patient subsequently met all established brain death criteria, including the absence of brainstem reflexes, positive apnea testing, lack of cerebral perfusion on CT angiography, and a predominantly isoelectric EEG. Given that BIS is intended to quantify cortical electrical activity, such elevations are paradoxical in the context of irreversible cessation of intracranial function. While not approved for brain death confirmation, BIS monitoring may respond to extracranial stimuli through electromyographic (EMG), autonomic, or mechanical pathways. Caloric testing is a brainstem evaluation, and under typical circumstances, should not affect BIS which targets cortical signals.

We propose several mechanisms for these findings. Cold vestibular stimulation may activate subtle EMG activity around the forehead or periorbital region, leading to artifacts. Escudero and colleagues and Vivien et al. reported similar findings, where BIS values in brain-dead

patients normalized after administration of neuromuscular blockade, implicating EMG interference [1, 2].

Cold saline may also transiently alter electrode–skin interface conductivity, particularly in critically ill patients with fragile skin, generating artifacts unrelated to cerebral activity. Hamal et al. emphasized the susceptibility of BIS to such signal distortion [3]. Other confounders include ECG pulsation, subtle movement, or impedance fluctuations. Myles and Cairo et al. reported BIS elevation due to unfiltered cardiac signals in an otherwise isoelectric patient under full neuromuscular blockade [4].

Although spinal reflexes may persist in brain-dead patients, they are not expected to affect BIS directly. However, muscle contractions near BIS sensors, triggered peripherally, could produce misleading elevations. Additionally, thermal stimuli may provoke vasomotor or autonomic reactions, leading to electrode noise [5, 6].

Vestibular stimulation may also influence autonomic tone or cardiovascular rhythm. These fluctuations could result in pulsatile pressure changes detectable at the BIS electrode. Myles et al. [7] emphasized the vulnerability of BIS to extracerebral signals in low-amplitude EEG states.

BIS was designed for anesthetized patients with preserved brain function. It cannot reliably differentiate between cortical and extracranial signals in the context of brain injury or brain death [8]. These limitations may lead to misinterpretation of values, particularly when BIS is used outside its validated indications.

In summary, we report transient and reproducible BIS elevations in a clinically and electrophysiologically confirmed brain-dead patient during caloric testing. This paradox highlights an interpretive limitation of BIS in neurocritical care and underscores the need for caution when incidental BIS activity is observed in this context. We encourage further electrophysiologic investigation to clarify BIS behavior in brain-dead patients.

This article complies with institutional ethical standards. All procedures were performed as part of routine brain death assessment, and no identifiable patient data were included.

CORRESPONDING AUTHOR:

Dr. Meltem Ceylan Delice, ceylanmeltem93@gmail.com

Článek přijat redakcí: 24. 8. 2025; Článek přijat k tisku: 21. 10. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(4):296-297

REFERENCES

1. Vivien B, Paqueron X, Le Cosquer P, Langeron O, Coriat P, Riou B. Detection of brain death onset using the bispectral index in severely comatose patients. *Intensive Care Med.* 2002;28(4):419-425. doi:10.1007/s00134-002-1219-4.
2. Escudero D, Otero J, Muñoz G, Gonzalo JA, Calleja C, González A, et al. The bispectral index scale: its use in the detection of brain death. *Transplant Proc.* 2005;37(9):3661-3663. doi:10.1016/j.transproceed.2005.08.054.
3. Hamal AQ, Bin Abdul Rehman AW. Artifact processing of epileptic EEG signals: an overview of different types of artifacts. In: 2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies. Piscataway (NJ): IEEE; 2013: 358-361.
4. Myles PS, Cairo S. Artifact in the bispectral index in a patient with severe ischemic brain injury. *Anesth Analg.* 2004;98:706-707. doi:10.1213/01.ANE.0000100780.04935.99.
5. Greer DM, Shemie SD, Lewis A, Torrance S, Varelas P, Goldenberg FD, et al. Determination of brain death/death by neurologic criteria: the World Brain Death Project. *JAMA.* 2020;324(11):1078-97. doi:10.1001/jama.2020.11586.
6. Saposnik G, Basile VS, Young GB. Movements in brain death: a systematic review. *Can J Neurol Sci.* 2009;36(2):154-60. doi:10.1017/S0317167100006516.
7. Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MTV. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet.* 2004;363(9423):1757-1763. doi:10.1016/S0140-6736(04)16287-9.
8. Bruhn J, Bouillon TW, Shafer SL. Bispectral index (BIS) and electromyographic activity. *Anesthesiology.* 2000;92(3):713-714.

Ocenění ČSARIM 2025

Medaile Františka Celestýna Opitze

doc. MUDr. Jiří Málek, CSc.

Jeho profesní působení je celý život spojeno s 3. lékařskou fakultou univerzity Karlovy a Klinikou anesteziologie a resuscitace Fakultní nemocnice Královské Vinohrady. Po promoci na Lékařské fakultě hygienické UK (nyní 3. LF UK) nastoupil na tehdy ještě anesteziologicko-resuscitační oddělení Vinohradské nemocnice vedené prof. Počtou jako interní aspirant (nyní odpovídá postavení Ph.D. studenta)



a současně se začal připravovat na atestaci v oboru. Z místa interního aspiranta se stal aspirantem externím a pod vedením prof. Počty se zabýval výzkumem nových anestetik a analgetik, což se stalo trvalým předmětem jeho zájmu. Složil atestace v oboru anesteziologie a intenzivní péče 1. a 2. stupně a na základě úspěšné obhajoby práce Klinické zkoušky nových analgetik získal titul CSc. Po revoluci strávil rok ve Velké Británii jako senior registrar v univerzitních nemocnicích v Leicesteru a Nottinghamu, v roce 1996 získal certifikát z algeziologie a v r. 2001 titul docent po habilitačním řízení na Karlově univerzitě s prací o možnostech ovlivnění hemodynamických změn při laparoskopických operacích.

Kromě výuky studentů magisterského i bakalářského studia 3. LF UK Praha přednáší na postgraduálních kurzech anesteziologie, algeziologie a lékařské první pomoci, vedl nebo byl spoluřešitelem 22 grantových projektů týkajících se nových analgetických postupů a netradičního podávání farmak, vytvořil jako vedoucí realizačního týmu s kolegy mnoho výukových filmů pro mediky i postgraduální vzdělávání. Byl autorem či spoluautorem několika knih, z nichž některé se dočkaly 3. a 4. vydání (Léčba pooperační bolesti, Farmakoterapie urgentních stavů a Praktická anesteziologie), první z nich získala ocenění za nejlepší publikaci od výboru ČSARIM i od výboru Společnosti pro studium a léčbu bolesti (SSLB).

V životě měl to štěstí, že potkal vynikající osobnosti oboru, mnozí jeho učitelé se posléze stali i jeho spolupracovníky a přáteli. Vedle již zmíněného profesora Počty to byl primář Šturma, doc. Dvořáček, prof. Cvachovec, prof. Pokorný, prof. Ševčík a mnoho a mnoho dalších, kteří nejsou uvedeni jen z důvodu limitace rozsahu tohoto textu. Byli mu vzorem nejen odborným, ale i lidským pro svůj pozitivní a přátelský přístup k ostatním.

Mimořádný přínos pro jeho další výzkum měla spolupráce s doc. Hessem, který ho naučil práci s pokusnými zvířaty a se kterým měl možnost se podílet na jeho experimentech. Výsledkem byla řada společných projektů, článků a knižních publikací. Další osobností, která ho významně ovlivnila, byl prof. Pokorný, který ho přivedl do komise pro historii oboru a později mu předal její předsednictví. Kromě lásky k historii anesteziologie od něj získal i jeho přesný až přísný přístup k dodržování

správné formulace a používání českého jazyka v odborných textech. To mu pomáhá i při jeho působení v oborovém časopise. To je třetí významná kapitola v jeho životě. Měl možnost pracovat v redakční radě časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína pod vedením prim. Herolda a prof. Adamuse, od r. 2019 působí jako vedoucí redaktor. Současně je členem revizní komise ČSARIM a revizní komise SSLB.

K jeho zálibám patří kromě sledování novinek v oboru (opravdu to není klišé) také pozorování přírody, cestování a klasická hudba.

Lemonova přednáška

doc. MUDr. Eduard Kasal, CSc.

Narodil se 19. 4. 1948 v Plzni, je absolventem gymnázia na Mikulášském náměstí v Plzni. Vystudoval Lékařskou fakultu v Plzni, kde v červnu 1972 promoval. Své medicínské vzdělání začal na Neurochirurgickém oddělení, kde již jako medik fiškusoval. Po promoci nastoupil již na Anesteziologicko-resuscitační kliniku.



Jeho zájmy jsou široké. Od dětství se aktivně zabýval hudbou, absolvoval hudební vzdělání na violoncello, pak předsedal na kytaru a baskytaru. Založil několik hudebních skupin, hrál i s několika orchestry a známými profesionálními muzikanty. Jeho velkou láskou byla hudba éry Beatles. Poloprofesionální provozování hudby se neslučovalo s jeho medicínským zatížením. Hudba však v jeho 30 letech dala najevo, že se bude muset víc věnovat medicíně, a proto rychle nastoupil erudici odbornosti anesteziologie a resuscitace. Přesto při svých padesátinách měl se svou skupinou po 20 letech vystoupení v rámci mezinárodního jazzového festivalu v Plzeňském divadle.

Vedle svých muzikálních zkušeností vyniká i zručností, celoživotním koníčkem je stavebnictví. Postavil si chatu v Holoubkově, ke kterému ho poutalo rodiště jeho otce. Do těchto míst se trvale a rád vrací. V roubence, kterou postavil v nedaleké obci, v současnosti žije 4 dny v týdnu.

V roce 1976 absolvoval základní atestaci a v dalších letech atestace v celé šíři našeho oboru, včetně urgentní medicíny a intenzivní medicíny. Přestože byl pracovně vytížen doma, trvale ho lákaly i pobyty v zahraničí. A tak odjel v r. 1981–1982 na osm měsíců do Kambodže, kde jako československý expert konzultant pro anesteziologii a resuscitaci pracoval ve válečných podmínkách v Takeu. Na tato místa v Kambodži trvale a rád stále vzpomíná. Po návratu dále hledal možnost dalších zahraničních pobytů, a v letech 1989–1992 se usídlil v Libyi v Misuratě. Zde pracoval jako přednosta jednotky intenzivní péče, učil zde i na lékařské fakultě. Velice rád se věnoval výuce a od roku 1979, s přerušením zahraničních pobytů, pracoval jako odborný asistent. Po návratu ze zahraničního

pobytu v Libyi se již vrátil na Klinikum anesteziologie a resuscitace a od r. 1998 byl 17 let jejím přednostou. Publikoval 44 původních prací, 23 kapitol monografií, a sestavil první učebnici anesteziologie a resuscitace na Lékařské fakultě v Plzni. Řešil několik grantů a hlavně se podílel na výzkumu meningokokového invazivního onemocnění (IMO). Zasloužil se i o vybavení vozů záchranné služby náběrovými sety pro diagnózu IMO a cefotaximem pro okamžité podání při podezření na IMO. Podílel se na založení ČRR a je jejím čestným členem. Ve své praxi prožil rozvoj našeho oboru, ale jeho práce zvláště po návratu v r. 1993 již přinesla pohled do široce se rozvíjejícího oboru anesteziologie a resuscitace.

Osobnost oboru

prof. MUDr. František Duška, Ph.D.

Narodil se v roce 1976 a je absolventem gymnázia J. Tyla v Hradci Králové a 3. LF UK v Praze, atestoval z vnitřního lékařství i z anesteziologie a resuscitace, zkušenosti získával v letech 2000, 2001 a 2011–2015 ve Velké Británii, nejprve jako research fellow a následně jako consultant critical care. Nyní pracuje na Klinice anesteziologie a resuscitace 3. LF UK a Fakultní nemocnici Královské Vinohrady a je proděkanem 3. LF UK pro vědu a výzkum. Především je ale klinicky praktikující intenzivist. K jeho zásluhám v oboru patří založení standardizovaného edukačního programu Intensive Care Fundamentals, určeného pro novice na JIPce. Kurz si rychle získal popularitu v Evropě a byl rychle adoptován v mnoha zemích, někde dokonce jako povinná součást vzdělávání, knihy ke kurzu se prodalo přes 6000 výtisků. Za své zásluhy v oblasti vzdělávání byl jako první ze střední a východní Evropy v r. 2023 oceněn čestným členstvím Evropské společnosti intenzivní medicíny (ESICM) a diplomem rumunské Societatea Română de Anestezie-Terapie Intensivă. František Duška je rovněž zakladatelem a hlavním organizátorem LIVES PHYSIOLOGY fóra v Praze, po několika letech za sebou členem organizačního výboru SMART meetingu v Miláně, ESICM LIVES a kongresů ČSIM v Mikulově, kde má na starosti koordinaci programu pro sestry. Pro acidobazické nadšence František Duška každoročně od r. 2019 pořádá v Praze čtyřdenní Summer School of Acid Base s nejlepšími experty z 8 zemí, a je spolueditorem 3. vydání ikonické Stewart Textbook of Acid Base.

František Duška věří v multidisciplinární model intenzivní péče a na vzdělávání sester založil a garantuje na 3. LF UK navazující magisterský obor Intenzivní péče pro sestry a na Univerzitě Karlově akreditoval a vede doktorský (Ph.D.) program Experimentální intenzivní medicína. Ve Vinohradském zdravotnickém areálu koordinuje výzkumné týmy vedené postdoktorandou – Oxylab (Dr. Adéla Krajčová) studuje bioenergetiku kosterních svalů v kritickém stavu, zatímco Carboxylab (Dr. Martin Krbec) a Pigilab (Dr. Lorenzo Giosa) se věnují výzkumu v oblasti acidobazické rovnováhy a DataLab (doc. Petr Waldauf a Dr. Hicah Heldeweg) se snaží těžit informace z velkých ICU databází. Společným jmenovatelem těchto snah je snaha porozumět adaptačním mechanismům organismu na kritické stavy a hledání cesty k zachování funkčního stavu u přeživších



kritického onemocnění. František Duška rád a dobře vaří, chová včely v biochovu u chaloupky na samotě v Orlických horách, kde se i rád toulá s muškařským prutem kolem říček a potoků, nebo jen s bágem po různých zapomenutých koutech. Miluje zaplivané hospůdky a molovou krásu Sudet. Má ženu a dvě dcery. Nikdy nepřestal věřit v lepšího člověka.

Uznání ČSARIM za celoživotní práci v oboru a významný přínos k jeho rozvoji

doc. MUDr. Eva Kieslichová, Ph.D.

- věnuje se zejména transplantační problematice, intenzivní péči o transplantované pacienty a dárcovskému programu, anestezii a intenzivní péči u pacientů s onemocněním jater
- autorka, spoluautorka a editorka odborných monografií zaměřených na anestezii, intenzivní medicínu, chirurgii, hepatologii a kardiologii
- předsedkyně Společnosti pro orgánové transplantace, členka ČSARIM, ČSIM, ESAIC, EASL, ILTS
- volný čas tráví ráda v přírodě, zajímá se o filmy, divadlo, hudbu a cestování



doc. MUDr. MgA. Kateřina Rusinová, Ph.D.

- anestezioložka, intenzivistka a specialista v paliativní medicíně se zaměřením na etické otázky intenzivní péče, komunikaci s rodinami pacientů, rozhodování o přiměřenosti intenzivní léčby a integraci paliativní péče do péče o pacienty v kritickém stavu
- podílí se na rozvoji vzdělávání a výzkumu v oblasti paliativní medicíny
- zakladatelka a šéfredaktorka časopisu Paliativní medicína
- protagonistka dokumentárního filmu *Jednotka intenzivního života*, oceněného na Mezinárodním filmovém festivalu v Karlových Varech



Mgr. Helena Zedníčková

- v profesním i dobrovolnickém působení se soustředí na hledání nových řešení, spolupráci a zavádění inovativních přístupů
- rozmanité zkušenosti ji nakonec přivedly až do vydavatelství Solen, k časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína
- byla nedílnou součástí užší redakční rady a významně se podílela na přechodu časopisu z tištěného do elektronického média



- nyní pracuje na pozici PR a fundraiser ve Společnosti pro ranou péči, pobočka pro zrak Olomouc

MUDr. Tomáš Tyll, Ph.D. (nar. 20. 11. 1969)

- v oboru anesteziologie a intenzivní medicíny působí více než 30 let a patří k respektovaným odborníkům se specializací na neurointenzivní péči
- dokáže spojit preciznost medicínských procesů s lidským přístupem, kultivovaným vedením týmu a schopností rozhodovat v kritických situacích
- Prahu vnímá nejen jako své životní místo, ale i jako zdroj inspirace a poznání
- spoluzakladatel a předseda Osvětového spolku Jakuba Hrona



Publikační ceny za rok 2024

Cena prof. MUDr. Jaroslava Počty za nejlepší původní práci publikovanou v časopise Anesteziologie a intenzivní medicína

Analýza rizikových faktorů a vliv specifické terapie na klinický výsledek pacientů hospitalizovaných pro covid-19 na pracovištích univerzitního typu v České republice

Černá Pařízková R., Astapenko D., Balík M., Blažek M., Dostál P., Dušek L., Fajfr M., Jarkovský J., Jurišínová I., Svobodová E., Szanyi J., Šmahel P., Černý V.
Anest. intenziv. Med. 2024;35(3):142-154

Abstrakt

Cíl studie: Cílem studie bylo vyhodnotit klinický výsledek pacientů hospitalizovaných pro onemocnění covid-19 ve dvou univerzitních nemocnicích v letech 2021–2022, definovat rizikové faktory a vyhodnotit vliv specifické léčby.

Materiál a metoda: Do studie byli zařazeni dospělí pacienti hospitalizovaní pro onemocnění covid-19, u kterých byly sledovány demografické údaje, komorbidity, vakcinace, podpora ventilace a specifická farmakoterapie. Cílem studie bylo zjištění vlivu vybraných rizikových faktorů, farmakoterapie a očkování na klinický výsledek.

Výsledky: Soubor tvořilo 3835 pacientů, medián věku byl 71 let. Za hospitalizace zemřelo 523 (13,6 %) pacientů, 930 (24,3 %) zemřelo do 90 dnů. Z pacientů vyžadujících UPV nebo ECMO zemřelo 53,4 % do 90 dnů. Vyšší smrtnost vykazovali muži, ve skupině mužů starších 65 let s UPV zemřelo 64,3 % pacientů. Většina pacientů (76,2 %) nebyla proti SARS-CoV-2 očkovaná, tyto nemocní tvořili 87,4 % zemřelých. Nejvýznamnějšími rizikovými faktory byla obezita, arteriální hypertenze, diabetes mellitus, ICHS a fibrilace síní, riziko narůstalo s počtem komorbidit. Se zvýšeným rizikem smrti byla spojena léčba antikoagulancii, antitrombotiky a kortikoidy. Léčba remdesivirem a casivirimabem/imdevimabem snižovala riziko

smrti, terapie rekonvalescentní plazmou a kortikoidy byla spojena se zvýšenou smrtností.

Závěr: Studie potvrdila ochranný vliv očkování vůči těžkému průběhu a úmrtí u hospitalizovaných nemocných s covidem-19. Analýzy prokázaly ochranný efekt očkování proti úmrtí u hospitalizovaných starších pacientů s komorbiditami, vliv očkování u mladších pacientů bez komorbidit nebyl prokázán. U pacientů s nutností UPV/ECMO je ochranný efekt neprůkazný. Hlavními rizikovými faktory byl vyšší věk, mužské pohlaví, komorbidity (nadváha, diabetes mellitus, hypertenze, ICHS).

Cena prof. MUDr. Zdeňka Kalendy za nejlepší knižní publikaci v oboru AIM

Farmakoterapie urgentních stavů

Jiří Knor, Jiří Málek

Anotace

Třetí, aktualizované a doplněné vydání mimořádně úspěšné publikace pro lékaře, kteří se setkávají s život ohrožujícími stavy. První část knihy seznamuje lékaře s nejčastěji používanými léky v podmínkách neodkladné péče, její součástí je abecední seznam základních léků používaných v neodkladných situacích, jejich charakteristika, indikace a kontraindikace, dávkování a způsob podání a významné interakce. Druhá část knihy je věnována klinickým situacím, které vyžadují rychlé řešení. Jsou uvedeny základní příznaky, diferenciální diagnostika a doporučený postup. Vybrané stavy jsou doplněny reálnými situacemi (kazuistikami) ilustrujícími komplexní přístup s použitím léků a moderních technických prostředků.

Urgentní medicína

Robin Šín, Petr Štourač, et al.

Anotace

Publikace Urgentní medicína představuje moderní, komplexní a prakticky zaměřenou učebnici jednoho z nejdynamičtějších se rozvíjejících medicínských oborů současnosti. Autoři, přední odborníci z celé České republiky, spojili své zkušenosti a vytvořili rozsáhlou, více než šestisetstránkovou monografii, která mapuje celé spektrum urgentní péče. Kniha reflektuje aktuální podobu sítě zdravotnických záchraných služeb, fungování urgentních příjmů i každodenní praxi lékařů, záchranářů a sester. Publikace slouží jako základní učebnice pro lékaře připravující se na atestační zkoušku z urgentní medicíny, ale i jako praktická příručka pro všechny zdravotníky působící v oblasti akutní péče. Díky mezioborovému přístupu, přehledné struktuře a důrazu na aktuální klinické postupy představuje nepostradatelný zdroj informací pro každodenní praxi i odborný růst.

Cena prof. Huga Keszlera za nejlepší práci v AIM v časopise s impakt faktorem

Evaluation of the i-gel® Plus supraglottic airway device in elective surgery: a prospective international multicentre study

Jakub Werner, Olga Klementová, Jan Bruthans, Jaromír Macoun, Tomasz Gaszynski, Tomáš Henlín,

Will Donaldson, Erik Lichnovsky, Shiva Arava,
Ana M Lopez, Raquel Berge, Pavel Michálek
Anaesthesia 2024;79(12): 1284-1291.
doi:10.1111/anae.16401Abstrakt

Úvod: i-gel® Plus je modifikovaná verze supraglotické pomůcky i-gel®. Obsahuje širší drenážní otvor, delší špičku, rampy uvnitř dýchacího kanálu a další otvor pro přívod kyslíku. Dosud nebylo provedeno žádné prospektivní hodnocení této pomůcky v klinické praxi.

Metody: Cílem této mezinárodní, multicentrické, prospektivní kohortové studie bylo vyhodnotit používání i-gel® Plus u dospělých pacientů podstupujících elektivní zákroky v celkové anestezii. Primárním výsledkem byla celková úspěšnost zavedení, definovaná jako schopnost zajistit účinné zajištění dýchacích cest pomocí této pomůcky od zavedení až do konce chirurgického zákroku. Sekundárními výsledky byla účinnost zařízení a incidence nežádoucích pooperačních komplikací.

Výsledky: Celkem bylo zařazeno 1012 pacientů; 12 formulářů bylo z konečné analýzy vyloučeno z důvodu neúplných údajů, takže bylo zahrnuto 1000 pacientů (545 žen). Celková úspěšnost zavedení byla 98,6 %, přičemž úspěšnost zavedení na první pokus byla 88,2 %. Mezi ženami a muži byl zaznamenán významný rozdíl v celkové úspěšnosti (97,4 % oproti 99,6 %), ale ne v úspěšnosti zavedení při prvním pokusu. Průměrný (SD) tlak v orofaryngeální těsnosti byl 32 (7) cmH₂O. Jediným nezávislým faktorem, který zvyšoval riziko neúspěchu při prvním pokusu, byla nízká zkušenost anesteziologa. Mezi komplikace patřila desaturace < 85 % u 0,6 % pacientů, stopy krve na pomůcce u 7,4 % pacientů, laryngospasmus u 0,5 % pacientů a přítomnost žaludečního obsahu u 0,2 % pacientů.

Závěry: i-gel® Plus se jeví jako účinná supraglotická pomůcka pro zajištění dýchacích cest, která je spojena s vysokou úspěšností zavedení a přiměřeně nízkým výskytem komplikací.

Cena doc. MUDr. Bořivoje Dvořáčka, CSc., za nejlepší původní práci v oblasti anesteziologie a perioperační medicíny

Ventilation efficacy during paediatric cardiopulmonary resuscitation (PEDIVENT): simulation-based comparative study

Tamara Skříšiovská, Jana Djakow, Petr Jabandžiev,
Tereza Kramplová, Jozef Klučka, Martina
Kosinová, Petr Štourač

Frontiers in medicine vol. 11 1400948. 13 May. 2024,
doi:10.3389/fmed.2024.1400948

Úvod: Cílem této simulované studie bylo vyhodnotit účinnost ventilace během kardiopulmonální resuscitace (KPR) u dětí prováděné zdravotnickými pracovníky (HCP) a laickými záchranáři (LR). Úkolem bylo posoudit počet účinných dechů podaných během počáteční fáze KPR. Účinná ventilace hraje při KPR u dětí klíčovou roli, protože většina srdečních zástav je sekundárním důsledkem hypoxie. Doporučení týkající se počáteční resuscitace u dětí, které nereagují a nedýchají, se po celém světě liší. Pokyny Evropské rady pro resuscitaci (ERC) doporučují pět dechů před zahájením kompresí hrudníku. Toto doporučení však vycházelo z historického konsenzu odborníků a od roku 2000 se kvůli nedostatku důkazů nezměnilo. Tento výzkum se zabývá zjištěnou mezerou ve znalostech, která má potenciální dopad na zlepšení resuscitačních postupů a v konečném důsledku na zlepšení výsledků léčby pacientů.

Metody: Zdravotníci pracovníci a laici provedli 90 sekund KPR na dvou figurínách: 5 kg „Baby“ a 20 kg „Junior“. Obě skupiny (zdravotnické pracovníky a laici) provedly úkol před a po strukturovaném školení KPR a byla porovnána účinnost ventilace před a po školení. Zdravotnické pracovníky poskytovali ventilaci pomocí masky a vaku, laici prováděli KPR s pomocí dispečera s ventilací ústy.

Výsledky: Počet účastníků, kteří dosáhli primárního výsledku před a po školení na figuríně Baby, byl 26 (65 %) vs. 40 (100 %) u zdravotnických pracovníků a 28 (60,9 %) vs. 45 (97,8 %) u laiků (zlepšení v obou případech $p < 0,001$). Počet účastníků, kteří dosáhli primárního výsledku před a po školení na figuríně Junior, byl 31 (77,5 %) oproti 32 (82,1 %) u HCP ($p = 0,77$) a 32 (82,1 %) oproti 37 (94,9 %) v LR ($p = 0,005$).

Diskuze: Tato studie je první, která hodnotí účinnost ventilace během pediatrické KPR prováděné zdravotníky (HCP) a laiky (LR). Ventilace představuje klíčový prvek kvalitní resuscitace u dětských pacientů. Koncept zahájení pediatrické KPR úvodními dechy, jak doporučují pokyny ERC 2021, se ukazuje jako opodstatněný. Vyškolení zdravotníci i laici s podporou dispečera dokázali poskytovat efektivní ventilaci pediatrickým figurínám. Tyto výsledky mohou v budoucnu přispět k dalšímu výzkumu v této oblasti a pomoci odstranit stávající mezery v doporučeních pro resuscitaci, zejména díky unikátnímu využití simulace jako nástroje pro výzkum.

Abstrakty posterů z kongresu ČSARIM 2025

Texty abstraktů neprošly redakční/editorskou úpravou.

VÍTĚZNÝ POSTER V SEKCI PŮVODNÍ PRÁCE

Vliv polohy hlavy na těsnost laryngeální masky u dětských pacientů: prospektivní randomizovaná kontrolní studie



Kořínková B¹, Harazim H^{1,2}, Kalina J³, Klučka J^{1,2,4}, Kula R⁵, Fabián D⁶, Štourač P^{1,2}

¹Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

²Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

³Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno

⁴Jozef Klučka, s. r. o.

⁵Oddělení anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Krajská nemocnice Tomáše Bati, Zlín

⁶Anesteziologicko-resuscitační klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Úvod: Optimální poloha hlavy pro zavedení laryngeální masky (LM) u dospělých je tzv. Sniffing Position (SP). U dospělých může poloha Beyond Sniffing (BSP, 25% zvýšení elevace) zlepšit vizualizaci hrtanu. U dětských pacientů ale chybí údaje o vlivu polohy hlavy při zavádění LM. Cílem studie bylo porovnat úspěšnost prvního pokusu a těsnost LM mezi neutrální polohou (NP), SP a BSP u dětí.

Metody: Prospektivní randomizovaná observační studie zahrnula pacienty ve věku 2–19 let podstupující elektivní operaci s LM. Poloha hlavy byla náhodně přidělena (NP, SP, BSP). Hodnotili jsme počet pokusů o úspěšné zavedení, objem úniku LM a maximální inspirační tlak (PIP) potřebný pro slyšitelný únik objemu ve všech třech polohách hlavy. Analýza proběhla pomocí ANOVA a Student t-testu.

Výsledky: V období od února 2022 do listopadu 2024 bylo zařazeno 163 pacientů. Mezi skupinami nebyl významný rozdíl ve výskytu selhání prvního pokusu (3/51; 4/54; 5/58), objemu úniku (15,15,10 ml) ani v hodnotách PIP (19,18,19 cm H₂O). Vždy byl také zaznamenán tlak uvnitř manžety, který neprokázal statisticky významný rozdíl (medián 60 cm H₂O).

Diskuze: Prezentovaná parciální data dosud probíhající studie neprokázala statisticky významné rozdíly. Možný zdroj zkreslení představuje omezená velikost vzorku a široké věkové rozpětí respondentů.

Závěr: Nebyl prokázán vliv polohy hlavy na úspěšnost zavedení nebo těsnost LM u dětských pacientů.

LITERATURA

1. El-Orbany MI, Getachew YB, Joseph NJ, Salem MR, Friedman M. Head elevation improves laryngeal exposure with direct laryngoscopy. *J Clin Anesth.* 2015;27(2):153–158. doi:10.1016/j.jclinean.2014.09.012
2. Kim EH, Lee JH, Song IK, Kim JT, Kim BR, Kim HS. Effect of head position on laryngeal visualisation with the McGrath MAC videolaryngoscope in paediatric patients: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2016;33(7):528–534. doi:10.1097/EJA.0000000000000448
3. Myatra SN. Optimal position for laryngoscopy – Time for individualization?. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2019;35(3):289–291. doi:10.4103/joacp.JOACP_254_19

Podpořeno grantem SV Lékařské fakulty Masarykovy univerzity: MUNI/A/1733/2024; MUNI/A/1771/2024 a Fakultní nemocnicí Brno, grantem MZ ČR-RVO (FNBr, 65269705).

VR Rescue 1000: Analýza efektivity jednodenního tréninku neodkladné resuscitace ve virtuální realitě

Machová K^{1,2}, Benešová K^{1,2}, Holeček O^{1,2}, Beneš J^{1,2},
Bureš M³

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní
medicíny, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova,
Fakultní nemocnice Plzeň

² Simulační centrum Lékařské fakulty v Plzni,
Univerzita Karlova

³ XR Institute, s. r. o., Plzeň

Úvod: Virtuální realita (VR) se stává běžným nástrojem ve vzdělávání. V oblasti výuky neodkladné resuscitace (BLS) umožňuje realistické scénáře s okamžitou zpětnou vazbou bez nutnosti asistence. Cílem studie bylo ověřit efektivitu VR tréninku BLS u žáků 11–16 let během jednodenní akce VR Rescue 1000.

Metodika: Akce se uskutečnila 16. 6. 2025 na dvou místech v Plzni. Po krátké instruktáži studenti trénovali s VR aplikací propojenou s figurínou Little Anne. Nácvik trval cca 20 minut a končil 30sekundovým testem bez zpětné vazby. Kvalita byla hodnocena dle doporučení ERC jako optimální (100–120/min, 5–7 cm), uspokojivá (80–100/120–140/min, 4–5/7–9 cm) nebo neuspokojivá.

Výsledky: Z 1255 účastníků mělo kompletní hodnocení 612 studentů. V průměru probíhalo 17 % času v optimálním pásmu, 49 % v uspokojivém a 34 % v neuspokojivém. 34,5% ze suboptimálních kompresí bylo způsobeno příliš hlubokým stlačováním. Mezi věkovými skupinami se neprokázal významný rozdíl.

Závěr: VR nácvik BLS je proveditelný a efektivní. I bez předchozí zkušenosti dosáhli studenti uspokojivé kvality v 66 % času. Virtuální realita je atraktivní doplněk výuky první pomoci, umožňuje bezpečný a opakovatelný trénink. Limitací je absence reálného kontaktu, nemožnost kontroly postoje u figuríny a omezený nácvik týmové spolupráce, proto je vhodná kombinace s klasickou výukou.

Effect of intra-arrest transport, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and immediate invasive assessment in refractory out-of-hospital cardiac arrest: a long-term follow-up of the Prague OHCA trial

Rob D¹, Farkasovská K¹, Křečková M¹, Smid O¹,
Kaválková P¹, Macoun J¹, Huptych M², Havránek S¹,
Gallo J³, Pudil J¹, Dusík M¹, Havránek S¹, Linhart A¹,
Bělohávek J¹

¹ I. interní klinika kardiologie a angiologie, Všeobecná
fakultní nemocnice a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy,
Praha

² Institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC),
České vysoké učení technické v Praze

³ Neurologická klinika, Všeobecná fakultní nemocnice
a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Background: Randomized data evaluating the impact of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) on long-term outcomes in patients with refractory out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) are lacking. This follow-up study assessed long-term outcomes of ECPR-based versus conventional CPR (CCPR).

Methods: The Prague OHCA trial was a single-center, randomized, open-label study. Patients with witnessed refractory OHCA of presumed cardiac origin, without ROSC, were randomized during ongoing resuscitation to CCPR or an ECPR-based approach (intra-arrest transport, ECPR if no prehospital ROSC, and immediate invasive assessment).

Results: Between March 2013 and October 2020, 264 patients were randomized; 256 enrolled. Long-term follow-up at 5.3 years (IQR 3.8–7.2) was completed in 255/256 patients (99.6%). A total of 34/123 (27.6%) in the ECPR-based group and 26/132 (19.7%) in the CCPR group were alive (log-rank $P=0.01$). There were no significant differences in neurological outcome, post-discharge survival, hospitalization risk, major cardiovascular events, or quality of life. Among long-term survivors, poor neurological outcome (CPC 3) occurred in 1/34 (2.9%) in the ECPR-based group and 1/26 (3.8%) in the CCPR group.

Conclusions: In patients with refractory OHCA, the ECPR-based approach significantly improved long-term survival. Neurological outcomes, cardiovascular events, and quality of life were similar between ECPR-based and CCPR group.

LITERATURA

1. Rob D, Farkasovska K, Kreckova M, Smid O, Kavalkova P, Macoun J, et al. Effect of intra-arrest transport, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and immediate invasive assessment in refractory out-of-hospital cardiac arrest: a long-term follow-up of the Prague OHCA trial. *Critical Care*, 2024;28(1):125.

Srdeční rytmus při přijetí jako faktor přežití a neurologického výsledku u pacientů s ECPR

Rob D, Farkasovská K, Kaválková P, Dusík M, Havránek S, Pudil J, Mocková E, Macoun J, Bělohlávek J

I. interní klinika kardiologie a angiologie, Všeobecná fakultní nemocnice a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Úvod: Vstupní srdeční rytmus je známým prediktorem přežití u pacientů léčených extrakorporální kardiopulmonální resuscitací (ECPR). Méně jasná je role rytmu při přijetí do nemocnice a význam jeho změny během resuscitace. Konverze může odrážet reverzibilitu ischemického poškození i efektivitu KPR – přechod z nešokovatelného rytmu do fibrilace komor může znamenat šanci na defibrilaci, opačný směr naopak ukazovat na progresi metabolického selhání a ireverzibilní poškození.

Metody: V observační jednocentrové studii jsme hodnotili vliv rytmu při přijetí do nemocnice a jeho změn na 30denní přežití a neurologický výsledek u pacientů s mimonemocniční zástavou (OHCA) léčených ECPR.

Výsledky: V letech 2012–2023 bylo přijato 1219 pacientů s OHCA, ECPR podstoupilo 210, do analýzy bylo zařazeno 196 pacientů (věk 52.9 ± 13 let, 80.6 % mužů). Medián času do ECPR činil 61 min (IQR 54–72). Nejvyšší 30denní přežití měli pacienti s fibrilací komor jako vstupním rytmem i rytmem při přijetí (52 %, 35/67), nejnižší s přetrvávající asystolií (6 %, 1/17; $p < 0.00001$). Pacienti s úvodní asystolií/PEA, kteří konvertovali do fibrilace, přežívali častěji než ti, kteří v ní setrvali, opačná konverze snižovala šance na přežití. Po adjustaci byla asystolie při přijetí spojena s vyšší mortalitou (OR 4.03; 95%CI 1.49–12.38; $p = 0.009$) i horším neurologickým výsledkem (OR 4.61; 95%CI 1.49–17.62; $p = 0.013$).

Závěr: Rytmus při přijetí do nemocnice významně ovlivňuje výsledky ECPR. Nejlepší prognózu mají pacienti setrvávající ve fibrilaci, zatímco konverze do asystolie je spojena se špatnou prognózou. Konverze z nešokovatelných rytmů do fibrilace může signalizovat určitou reverzibilitu. Rytmus při přijetí i dynamika změn se jeví jako cenná kritéria pro rozhodování o indikaci ECPR.

LITERATURA

1. Rob D, Farkasovská K, Kaválková P, et al. Heart rhythm at hospital admission: A factor for survival and neurological outcome among ECPR recipients?. Resuscitation. 2024;204:110412. doi:10.1016/j.resuscitation.2024.110412

Detekce a hodnocení nadměrné sedace pomocí pEEG u pacientů na VV ECMO

Petrus J, Bláha J, Bartošová T

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Všeobecná fakultní nemocnice

Úvod: Kvalita sedace má značný dopad na outcome pacientů. V intenzivní péči je často vedena empiricky dle klinických škál jako je RASS (Richmond Agitation-Sedation Scale). V kritickém stavu a při současně alterované farmakokinetice i dynamice tak stoupá riziko nadměrné sedace. Přílišná sedace může vést k utlumení mozkové aktivity až po její úplné vymizení (burst suppression, BS). Cílem této práce bylo zjistit, zda při vedení sedace dle RASS u pacientů na ECMO dochází k nadměrné sedaci, a zda mohou neuroindexy na podkladě EEG (quantitative consciousness, qCON) a četnost BS (burst suppression ratio, BSR) přispět k její detekci.

Metody: V observační studii u 18 pacientů na VV ECMO byla během 24 hodin kontinuálně a zaslepeně sledována hloubka sedace monitorem CONOX (qCON, BSR). RASS byl hodnocen á 1 hod ošetřující sestrou (cílová hodnota -4). Vztahy mezi parametry byly analyzovány Spearmanovou korelací.

Výsledky: Známky nadměrné sedace ($BSR > 0$) se vyskytly u 82.6 % pacientů. Nižší hodnoty RASS silně korelovaly s vyšším výskytem BS ($\rho = -0.66$, $p = < 0.001$). Korelace mezi RASS a qCON ($\rho = 0.53$, $p = < 0.001$) a mezi qCON a BSR ($\rho = -0.41$, $p = < 0.001$) byly mírnější.

Diskuze: Prezentována jsou pilotní data připravovaného širšího projektu.

Závěr: Při empirickém řízení sedace dle RASS hrozí u pacientů na VV ECMO vysoké riziko nadměrné sedace. Objektivní metody monitorace hloubky vědomí, jako je qCON a další pEEG indexy, mohou zvýšit přesnost, bezpečnost i kvalitu sedace v intenzivní péči.

LITERATURA

1. Huespe, Ivan et al. „Comparing Bispectral Index Monitoring vs Clinical Assessment for Deep Sedation in the ICU: Effects on Delirium Reduction and Sedative Drug Doses-A Randomized Trial.“ Chest vol. 166,4 (2024): 733–742.
2. Jackson, Daniel L et al. „The incidence of sub-optimal sedation in the ICU: a systematic review.“ Critical care (London, England) vol. 13,6 (2009): R204. Rasulo, Frank A et al. „Processed Electroencephalogram-Based Monitoring to Guide Sedation in Critically Ill Adult Patients: Recommendations from an International Expert Panel-Based Consensus.“ Neurocritical care vol. 38,2 (2023): 296–311.
3. Treggiari, Miriam M et al. „Randomized trial of light versus deep sedation on mental health after critical illness.“ Critical care medicine vol. 37,9 (2009): 2527–34.
4. Watson, Paula L et al. „Presence of electroencephalogram burst suppression in sedated, critically ill patients is associated with increased mortality.“ Critical care medicine vol. 36,12 (2008): 3171–7.

Hodnocení video laryngeální masky třetí generace pro zajištění dýchacích cest v celkové anestezii

Jobánek J¹, Kalina M¹⁻³, Hanauer M²

¹ Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Fakulty zdravotnických studií Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní – Masarykovy Nemocnice v Ústí nad Labem

² Oddělení anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Nemocnice Děčín, Krajská zdravotní, a. s.

³ Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

Úvod: Technika zavedení laryngeální masky naslepo je v současnosti běžnou praxí. Nicméně až v 60 % případů dochází k jejímu suboptimálnímu usazení. Nově vyvinutá třetí generace video laryngeální masky SaCoVLM, která integruje kamerový systém, nabízí možnost vizualizace v reálném čase a tím potenciální zlepšení přesnosti zavedení. Cílem této pilotní studie bylo zhodnotit úspěšnost zavedení, především z hlediska úspěšnosti při prvním pokusu.

Metody: Do prospektivní pilotní studie byli zařazeni dospělí pacienti bez predikovaných obtíží při zajištění dýchacích cest, kteří podstupovali plánovaný chirurgický výkon v celkové anestezii. Po indukci anestezie propofolem a sufentanilem při dosažení adekvátní hloubky anestezie při monitoraci entropii s cílovou hodnotou 40–60 byla použita video laryngeální maska SaCoVLM k zajištění dýchacích cest. Primárním sledovaným parametrem byla úspěšnost zavedení při prvním pokusu. Sekundárními parametry byly počet pokusů potřebných k dosažení efektivní ventilace se třemi kapnografickými křivkami s plató fázi za sebou, celková úspěšnost zavedení a čas potřebný k zahájení účinné ventilace.

Výsledky: Celkem bylo do studie zařazeno 30 pacientů. Úspěšnost zavedení při prvním pokusu dosáhla 90 %. Ve dvou případech byl nutný druhý pokus, v jednom případě bylo nutné zaměnit velikost masky (z velikosti 4 na 5) pro dosažení efektivní ventilace. Průměrný čas k dosažení účinné ventilace činil 12 sekund.

Závěr: Třetí generace video laryngeální masky SaCoVLM se v rámci této pilotní studie ukázala jako efektivní nástroj pro zajištění dýchacích cest během celkové anestezie.

LITERATURA

1. Payne J. The use of the fiberoptic laryngoscope to confirm the position of the laryngeal mask. *Anaesthesia*. 1989 Oct;44(10):865. doi:10.1111/j.1365-2044.1989.tb09121.x.
2. Yan CL, Chen Y, Sun P, Qv ZY, Zuo MZ. Preliminary evaluation of SaCoVLM™ video laryngeal mask airway in airway management for general anesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2022;22(1):3. doi:10.1186/s12871-021-01541-0
3. Sun Y, Zhang M, Gao X, et al. Effect of the new video laryngeal mask airway SaCoVLM on airway management in lateral laparoscopic urological surgery: A single center randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2024;14(1):2132. Published 2024 Jan 25. doi:10.1038/s41598-024-51856-4

Použití VivaSight Single Lumen s endobronchiálním blokátorem při MIDCABG

Šoltés J, Šubrtová K, Brožek T, Lipš M, Michálek P

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Všeobecná fakultní nemocnice a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Úvod: VivaSight Single Lumen (VSSL) je jednorázová endotracheální kanyla s integrovanou kamerou, která umožňuje nepřetržitou vizualizaci dýchacích cest (DC). Hodnotili jsme její použití k intubaci a zavedení endobronchiálního blokátoru (EB) za účelem posouzení této metody u pacientů podstupujících operaci Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting (MIDCABG), která vyžaduje kolaps levé plíce.

Metody: Retrospektivní data 32 pacientů z období 2021–2024, kteří podstoupili MIDCABG. DC byly zajištěny VSSL a EB, výkon provádělo 11 anesteziologů. Hlavními sledovanými parametry byly: úspěšnost zavedení, kvalita separace plic a operačních podmínek a respirační komplikace během a po operaci.

Výsledky a diskuze: U 31 pacientů (96,9 %) byla VSSL úspěšně zavedena pomocí přímé laryngoskopie. Pouze v 1 případě (3,1 %) došlo k selhání. U 29 pacientů (93,5 %) byl EB úspěšně zaveden pouze pomocí VSSL; ve 2 případech (6,5 %) bylo nutné provést dodatečnou fibroskopii. U všech subjektů byl dosažen adekvátní kolaps plic. Během operace se nevyskytly žádné závažné respirační komplikace, s výjimkou 1 pacienta (3,1 %). Během prvních 2 dnů po operaci byly na RTG hrudníku u 16 pacientů (50 %) přítomny levostranné dystelektatické změny.

Závěr: VSSL a EB lze použít pro MIDCABG. V současnosti je připravována randomizovaná kontrolovaná studie k dalšímu zhodnocení této problematiky.

Perioperační a pooperační analgezie u otevřených výkonů na hrudníku v České republice a na Slovensku – dotazníkové šetření

Kaprálová K¹, Klementová O², Záhorec R³, Vymazal T⁴, Gál R⁵, Gabrhelík T⁶, Venglarčík M⁷, Michálek P^{1,8}

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Všeobecná fakultní nemocnice a 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

² Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Olomouc

³ I. klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny, Lekárska fakulta Univerzity Komenského a Univerzitnej nemocnice Bratislava, Slovensko

⁴ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, Praha

⁵ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity

⁶ Oddělení anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny Krajské nemocnice Tomáše Bati, Zlín

⁷ II. klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny Slovenskej Zdravotníckej Univerzity, Fakultná nemocnica s poliklinikou F. D. Roosevelta, Banská Bystrica, Slovensko

⁸ Medical University of Łódź, Polsko

Úvod: Efektivní zvládání bolesti u otevřené hrudní chirurgie zásadně ovlivňuje rekonvalescenci i výsledný stav pacientů. Cílem multicentrického dotazníkového šetření bylo zmapovat praxi perioperační a pooperační analgezie v České republice (ČR) a Slovenské republice (SR).

Metody: Zúčastnilo se 27 nemocnic různé velikosti a úrovně specializace. Dotazníky vyplnili odpovědní lékaři v letech 2021–2023, návratnost byla 100 %.

Výsledky: Ve 26 centrech (96 %) byla perioperační analgezie zajištěna bolusovým podáním opioidů, nejčastěji sufentanilu (21 zařízení). Kontinuální aplikace byla použita ve 14 centrech, přístrojové metody pouze ve 2. Epidurální katétr byl zaveden v 96 % nemocnic. Multimodální analgezie byla využita ve všech centrech, přičemž paracetamol a metamizol dominovaly (24 nemocnic). Alternativní regionální techniky použilo 18 pracovišť, nejčastěji mezižeberní blokádu. Pooperačně převládala kontinuální thorakální epidurální analgezie (TEA, 89 %), zatímco pacientem řízená epidurální analgezie (PCEA) byla využita jen ve 3,7 %. Tým pro akutní bolestivý stav (Acute Pain Service, APS) chyběl v 11 nemocnicích a v 5 fungoval pouze přes den; dostupnost byla vyšší ve fakultních centrech než v regionálních.

Diskuze: Výsledky potvrzují dominanci TEA a bolusové aplikace opioidů, zatímco moderní blokády a PCEA jsou využívány jen minimálně. Nízké pokrytí APS omezuje kvalitu pooperační péče i rozvoj protokolů pro časnou obnovu po operaci.

Závěr: Studie ukazuje prostor pro širší implementaci APS a rozvoj méně invazivních regionálních technik.

LITERATURA

1. Spaans LN, Bousema JE, van den Broek FJ. Variation in postoperative pain management after lung surgery in the Netherlands: a survey of Dutch thoracic surgeons. *Br J Anaesth* 2022; 128: e222–e225.
2. Defosse J, Schieren M, Loop T, et al. Current practice of thoracic anaesthesia in Europe – a survey by the European Society of Anaesthesiology Part I – airway management and regional anaesthesia techniques. *BMC Anesthesiol* 2021; 21: 266.
3. Kotemane NC, Gopinath N, Vaja R. Analgesic techniques following thoracic surgery: a survey of United Kingdom practice. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 897–899.

Evaluace hemodynamických parametrů při sledování tekutinové rezpozitivity prostřednictvím respiračních manévrů

Smékalová O¹⁻⁴, Desenská N⁵, Klimovič A¹⁻³, Halkina A¹⁻³, Machová K¹⁻³, Loukotová A⁵, Kletečka J^{1,2}, Beneš J^{1-3,6}

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

² Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Plzeň

³ Simulační centrum (SIM/PL), Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

⁴ Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

⁵ Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

⁶ Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

Úvod: U kritických spontánně ventilujících pacientů je zhodnocení odpovědi na tekutiny obtížné. Test pasivního zvednutí dolních končetin (PLR) je reverzibilní a ověřený, ale kontraindikovaný u pacientů s nestabilním poraněním páteře, pánve, kraniocerebrálním traumatem atp. Dechové manévry, měnění nitrohruční tlak a tím i preload, mohou být alternativou u spontánně ventilujících osob. Cílem studie je zhodnotit jejich potenciál jako alternativy k PLR i tekutinové výzvě.

Metody: U zdravých dobrovolníků byly sledovány změny hemodynamických parametrů (srdeční index (CI), tepový index (SVI)) pomocí neinvazivní monitorace (Acumen IQ cuff, HemoSphere, Edwards Lifesciences) při provedení jednotlivých manévrů (maximální nádech a výdech, Valsalva a Müller) a při provedení PLR. Po podání bolusu 500 ml krystaloidu byla zhodnocena odpověď na tekutiny, za pozitivní byl považován nárůst CI nebo SVI >10 %.

Výsledky a diskuze: Do pilotní fáze bylo zařazeno 21 dobrovolníků. 16 z nich vykazovalo odpověď na tekutiny při hodnocení CI nebo SVI nebo obou – u 10 z nich byla pozitivní reakce při provádění některého z respiračních manévrů (nejčastěji Müllerova v 8 případech). U 6 dobrovolníků, vykazujících pozitivitu po podání infuze, nebyl pozitivní žádný z respiračních manévrů.

Závěr: Předběžné výsledky podporují potenciál použití dechových manévrů k hodnocení odpovědi na tekutiny u spontánně ventilujících pacientů, finální analýza probíhá. Podpořeno programem rozvoje vědních oborů Univerzity Karlovy COOPERATIO (Intenzivní medicína).

LITERATURA

1. Monnet X, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients. *Ann Transl Med.* 2020;8(12):790. doi:10.21037/atm-2020-hdm-18
2. Chaves RCF, Corrêa TD, Neto AS, et al. Assessment of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: a systematic review of literature. *Ann Intensive Care.* 2018;8(1):21. doi:10.1186/s13613-018-0365-y
3. Kim YH, Lee JH. Prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with hemodynamic stability: a prospective repeated-measures study. *Sci Rep.* 2024;14(1):14451. doi:10.1038/s41598-024-65554-8

Epidurální horečka v Česku – pilotní data multicentrické studie

Šmatlákova L¹, Hlinecká K¹, Bláha J²

¹ Klinika gynekologie, porodnictví a neonatologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Všeobecná fakultní nemocnice

² Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Všeobecná fakultní nemocnice

Úvod: Horečka u rodiček s epidurální analgezií (EMH) je celosvětový klinický fenomén. Výskyt EMH se v jednotlivých studiích značně liší, od 1,6 % do 46 %, ale obvykle se vyskytuje u 15–25 % rodiček s epidurálním katetrem (EK). Velké rozdíly ve výskytu mohou být dány rozdíly v designu studií, výběru sledovaných rodiček a použitých definicí horečky. Ač existence EMH byla potvrzena i metaanalýzami, v českých porodnicích nebyla nikdy vnímána, a ani sledována. Proto jsme navrhli multicentrický projekt sledující výskyt EMH u nás, a zde prezentujeme pilotní data z porodnice U Apolináře (VFN v Praze).

Metoda: Prospektivní observační studie kontinuálně monitorující teplotu (T) u rodiček s EK systémem SteadyTemp, s cílem zjistit výskyt horečky (axiální teplota $\geq 38^\circ\text{C}$ po dobu alespoň 2 hod).

Výsledky: Ze 122 zařazených rodiček byly analyzovány pouze ty s EK zavedený >5 hodin, celkem 39. Průměrný nárůst T po zavedení EK byl $1,0 \pm 0,4^\circ\text{C}$, přičemž průměrná T před zavedením EK byla $36,7 \pm 0,4^\circ\text{C}$ a maximální T $37,7 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Horečka trvající déle než 2 hodiny byla zaznamenána pouze v 1 případě (1,9 %), ale jednalo se o matku se vstupní teplotou $37,7^\circ\text{C}$. U dalších čtyř rodiček došlo ke krátkému zvýšení teploty nad 38°C se spontánním poklesem před odstraněním EK.

Diskuze a závěr: Naše pilotní výsledky naznačují, že z neznámých příčin se EMH v námi sledované populaci možná opravdu nevyskytuje. Česká populace není geneticky jedinečná, aby to bylo možné takto vysvětlit, spíše by se daly předpokládat jiné porodnické postupy.

LITERATURA

1. Patel S, Ciechanowicz S, Blumenfeld YJ, Sultan P. Epidural-related maternal fever: incidence, pathophysiology, outcomes, and management. *Am J Obstet Gynecol.* 2023 May;228(5S):S1283-S1304.e1.
2. Morton S, Kua J, Mullington CJ. Epidural analgesia, intrapartum hyperthermia, and neonatal brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2021;126:500-15.
3. Jansen S, Lopriore E, Naaktgeboren C, Sueters M, Limpens J, van Leeuwen E, Bekker V. Epidural-Related Fever and Maternal and Neonatal Morbidity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neonatology.* 2020;117(3):259-270
4. Frolich MA, Kaczynski M, Wierbicki SG. What factors affect intrapartum maternal temperature? A prospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2012;12:20
5. Fusi L, Steer PJ, Maresh MJ, Beard RW. Maternal pyrexia associated with the use of epidural analgesia in labour. *Lancet* 1989;1: 1250-2.

Spojení mezi biologickým věkem stanoveným v modelu PhenoAge a nemocniční mortalitou kardiochirurgických pacientů – pilotní observační studie

Horáček M¹, Roith J², Šindelář J²

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Katedra anesteziologie a intenzivní medicíny, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, Praha

² Kardioanesteziologie, Nemocnice Na Homolce, Praha

Úvod: Biologický věk (BV) je celkový ukazatel aktuálního stavu organismu, od kalendářního věku (KV) se může lišit a měnit oběma směry, lépe koreluje s mortalitou i po korekci na KV. Zjistit ho lze např. v modelu PhenoAge, a to z 9 běžných laboratorních parametrů odrážejících stav metylace DNA a z kalendářního věku.

Metody: Cílem bylo v souboru kardiochirurgických (KCH) pacientů zjistit podíl jedinců biologicky starších a vztah mezi BV, EuroSCORE II (ES II) a nemocniční mortalitou. Souhlas etické komise NNH. BV jsme vypočítali validovaným kalkulátorem www.longevity-tools.com z parametrů albumin, kreatinin, glykemie, CRP, ALP, leukocyty, % lymfo, MCV, RDW a kalendářního věku. 2 K predikci BV nevysvětleného KV jsme užili lineární regresi, 3 biologicky starší = (BVPhenoAge – BVpredik) > 0. Man-Whitney U test.

Výsledek: Mezi 15. 4.–7. 7. 2025 jsme zahrnuli 85 pacientů, medián věku 69 let (IQR 58–73, rozmezí 25–88), 59 mužů (69 %). Biologicky starších bylo 39 (46 %), průměrně o 7,5, max. o 26 let. Propuštěno 80, BV 65 let, ES II 2,9, zemřelo 5 (5,9 %), BV 74 let, ES II 9,8, rozdíly však statisticky nevýznamné.

Diskuze: Dle očekávání je téměř 50 % KCH pacientů biologicky starších. Rozdíly mezi propuštěnými a zemřelými nevýznamné kvůli malému počtu pacientů, nižší mortalitě a akceleraci BV než jinde.

Závěr: Asi polovina KCH pacientů je biologicky starších, je trend spojení BV s mortalitou. PhenoAge by mohl sloužit jako nástroj k odhalení jedinců s vysokým rizikem.

LITERATURA

1. Liu Z, Kuo PL, Horvath S, Crimmins E, Ferrucci L, Levin, M.A. new aging measure captures morbidity and mortality risk across diverse subpopulations from NHANES IV: A cohort study. *PLoS Med.* 2018;15(12):e1002718. doi:10.1371/journal.pmed.1002718
2. Szabo Z. Levine PhenoAge Biological Age Calculator. *Longevity-tools.com*. [online] 2025. Dostupné z: <https://www.longevity-tools.com/levine-pheno-age>
3. Ho KM. Biological age as a predictor of unplanned intensive care readmission during the same hospitalization. *Heart Lung.* 2023;62:249-255. doi:10.1016/j.hrtlng.2023.08.010
4. Ho KM, Morgan DJ, Johnstone M, Edibam C. Biological age is superior to chronological age in predicting hospital mortality of the critically ill. *Intern Emerg Med.* 2023;18(7):2019-2028. doi:10.1007/s11739-023-03397-3
5. Anthony NP, Ho KM. Biological age and clinical frailty scale measured at intensive care unit admission as predictors of hospital mortality among the critically ill in Western Australia: a retrospective cohort study. *Acute Crit Care.* 2025;40(2):264-272. doi:10.4266/acc.000200

Diferenciální diagnostika etiologie SIRS (syndrom systémové zánětlivé odpovědi) v pooperační péči

Hrazdilová O, Spáčilová H

Centrum kardiovaskulární a transplantační chirurgie, Brno

Úvod: Diagnostika infekčních stavů po operaci pomocí klasických infekčních biomarkerů jako C-reaktivní protein (CRP), hladina prokalcitoninu (PCT), počet leukocytů je limitována systémovou zánětlivou reakcí na operační trauma. Na našem pracovišti používáme v diferenciální diagnostice i ICIS (infekční skóre pro intenzivní medicínu), kalkulovaný parametr, získávaný při vyšetření krevního obrazu s diferenciálním rozpočtem leukocytů a retikulocytů. Cílem naší práce bylo určit, který z námi běžně sledovaných markerů – CRP, PCT či ICIS je marker s nejvyšší senzitivitou a specifitou pro diferenciální diagnostiku etiologie SIRS v pooperačním období.

Metodika: Do prospektivní studie bylo zařazeno celkem 300 konsekutivních pacientů, kteří se podrobili kardiochirurgickému výkonu. U všech 300 pacientů byly monitorovány v čase tyto biomarkery (CRP, PCT, ICIS) a zároveň stupeň infekce (od stavu bez infekce po sepsi).

Výsledek: Podle ROC křivky (Receiver operating characteristic) průměr na pacienta pro správné určení infekce je pro ICIS 0,94, PCT 0,72, CRP 0,71.

Závěr: ICIS prokazoval nejvyšší specifitu i senzitivitu. CRP není v pooperačním období pro predikci infekce statisticky významný marker, jde pouze o trendovou hodnotu. ICIS lze stanovovat rutinně při vyšetření krevního obrazu, je časově i finančně nenáročný. Hodnota CRP ve dvou pooperačních dnech bez závislosti na infektu strmě stoupá, na rozdíl od ICIS, které je elevováno pouze u pacientů s prokázaným infektem, nereflektuje na operační trauma. ICIS pomáhá odlišit probíhající infekci od systémové zánětlivé reakce organismu (SIRS) u kriticky nemocných.

VÍTĚZNÝ POSTER V SEKCI KAZUISTIK

Anestezie k operaci s intraoperačním neurofyziologickým monitoringem (IONM): kontraindikovaný propofol či off-label remimazolam?



Hudec J¹, Agalarevová P², Hudáček K¹, Duba J¹, Gál R¹

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity v Brně

² Centrální operační sály a centrální sterilizace, Fakultní nemocnice Brno

Úvod: Zlatým standardem pro anestezii k výkonům s IONM je kombinace propofolu a opioidu, ostatní dostupná anestetika významně zhoršují kvalitu IONM, čímž může být negativně ovlivněn pooperační neurologický výstup pacientů. Podle světové literatury se jako nová a možná alternativa, při kontraindikacích (KI) propofolu, jeví užití remimazolamu, ultra rychlého benzodiazepinu.

Popis kazuistiky: Naše kazuistika popisuje 19letou ženu podstupující operaci skoliózy za IONM. Pacientka anamnesticky udala alergii na arašíd, klinicky s otokem dýchacích cest. S ohledem na omezené časové možnosti při naložené HALO trakci jsme se rozhodli pro totální intravenózní anestezii (TIVA) vedenou kombinací remimazolamu a remifentanilu za monitorace hloubky anestezie. Operační výkon proběhl bez komplikací. IONM vedený neurofyziologem byl po celou dobu dobré kvality. Pacientku jsme po 6hodinové operaci bezpečně extubovali 9 minut po zažití rány. Pooperační průběh byl bez komplikací a pacientka byla propuštěna 8. pooperační den.

Diskuze a závěr: Podle platných doporučení je propofol KI u pacientů s přecitlivělostí na sóju, vajíčka či arašíd. Světová literatura však tyto KI rozporuje a vyzývá k přehodnocení těchto KI. Remimazolam je v České republice určený pouze k sedaci pacientů, nikoli k anestezii. Naše kazuistika popisuje off-label užití remimazolamu, oproti kontraindikovanému propofolu, u výkonu s IONM. Tento případ podporuje práce, kde byl při KI propofolu bezpečně užit právě remimazolam.

LITERATURA

1. Hudec J, Kosinová M, Němec M. (2022). Základní principy anesteziologické péče k perioperační monitoraci transkraniálních motorických evokovaných potenciálů. *Cesk Slov Neurol N* 2022; 85(6): 457-461.
2. Asserhøj LL, Mosbech H, Krøigaard M, Garvey LH. No evidence for contraindications to the use of propofol in adults allergic to egg, soy or peanut. *Br J Anaesth*. 2016;116(1):77-82. doi:10.1093/bja/aez360
3. Yamada S, Akiyama Y, Tachibana S, et al. The intraoperative motor-evoked potential when propofol was changed to remimazolam during general anesthesia: a case series. *J Anesth*. 2023;37(1):154-159. doi:10.1007/s00540-022-03112-0

Otrava tisem červeným

Jobánek J¹, Kalina M¹⁻³

¹ Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Fakulty zdravotnických studií Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní – Masarykovy Nemocnice v Ústí nad Labem

² Oddělení anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Nemocnice Děčín, Krajská zdravotní, a. s.

³ Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

Úvod: Těžká otrava tisem červeným (*Taxus baccata* L.) je vzácná, avšak vysoce smrtící intoxikace, která během několika hodin vede k rozvoji kardiogenního šoku, maligních arytmií, multiorgánového selhání a smrti. Toxický účinek způsobují dominantně alkaloidy taxin A a B, jež inhibují sodíkové a vápníkové kanály v kardiomyocytech. Vzhledem k absenci antidota a spolehlivé konzervativní léčby je klíčovou součástí terapie časně zahájení venoarteriální mimotělní membránové oxygenace (VA-ECMO).

Popis: Prezentujeme kazuistiku 35letého pacienta s úmyslnou intoxikací tisem, s kardiogenním šokem a maligními arytmiemi, u něhož byla léčba úspěšně zvládnuta díky časnému napojení na VA-ECMO. Přesný čas požití byl neznámý, pacient byl nalezen na ulici s těžkou poruchou vědomí a bradykardií s bizarními širokými QRS komplexy (800 ms). Na urgentním příjmu po zjištění otravy tisem byl pacient napojen do 2 hodin od nalezení na VA-ECMO. Dle ECHO byl nález abnormální nesynchronizované kontraktility myokardu. Po 6 hodinách od nalezení došlo k rozvoji atak maligních arytmií se ztrátou pulzací a těžké dysfunkce levé komory (LK) s EF 5%. Konzervativní terapie byla bez efektu a pacient byl plně dependentní na ECMO. Digifab nebyl podán. Maligní arytmie spontánně odezněly po 12 hodinách od nalezení, trvala ale těžká dysfunkce LK. Ta se upravila k normě do 72 hodin od nalezení. Pacient byl úspěšně odpojen od orgánových podpor a pátý den hospitalizace přeložen na standardní oddělení k psychiatrické léčbě.

Závěr: Tato kazuistika podtrhuje, že časně napojení na VA-ECMO u těžkých otrav tisem červeným může vést k plnému uzdravení bez trvalých následků. Včasné rozpoznání otravy a rychlé zahájení mimotělní podpory oběhu je tak zásadní pro přežití pacientů.

LITERATURA

1. Schreiber N, Manninger M, Pätzold S, et al. Cardiogenic shock due to yew poisoning rescued by VA-ECMO: case report and literature review. *Channels (Austin)*. 2022;16(1):167-172. doi:10.1080/19336950.2022.2104886
2. Ward C, Meeks D, Trimlett R, Alçada J. Taxine alkaloid poisoning successfully supported with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2022;6(2):ytac039. Published 2022 Feb 11. doi:10.1093/ehjcr/ytac039
3. G N, Chan M, Gue YX, Gorog DA. Fatal heart block from intentional yew tree (*Taxus baccata*) ingestion: a case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2019;4(1):1-4. Published 2019 Dec 23. doi:10.1093/ehjcr/ytz226
4. Piskač O, Stříbrný J, Rakovcová H, Malý M. Cardiotoxicity of yew. *Cor et Vasa*. 2015;57:e234-e238. doi:10.1016/j.crvasa.2014. 11. 003

Purtscherova retinopatie jako vzácná příčina slepoty po traumatu hrudníku

Wittenbergová E¹, Závorková M²

¹ Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Fakulty zdravotnických studií Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní – Masarykovy Nemocnice v Ústí nad Labem

² Oční klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní – Masarykovy Nemocnice v Ústí nad Labem

Úvod: Purtscherova retinopatie je vzácná komplikace závažných traumat, vznikající pravděpodobně na podkladě mikroembolizace tukové tkáně s podílem žilní infarkce, což vede k ischemii sítnice. Ve více než 50 % případů je slepota oboustranná. Kauzální terapie neexistuje, zkouší se kortikoidy, anti-VEGF protilátky či laser, prognóza je však nepříznivá.

Popis kasuistiky: 78letá pacientka bez premorbidní poruchy visu byla přijata po sražení autobusem a přejetí jeho nápravou s devastujícími poraněními obou HKK. Pro nutnost hluboké sedace byla zpočátku nevyšetřitelná. Po tracheostomii byla zjištěna oboustranná slepota s oftalmoplegií. Strukturální patologie v oblasti očnice a oka i cévní uzávěr byly vyloučeny. Na očním pozadí byl edém sítnice s třešňovou makulou, bledá sítnice s třískovitými hemoragiemi (Purtscherovy skvrny) a penízkovatění toku v arteriích. Nález byl uzavřen jako Purtscherova retinopatie. Kortikoterapie nebyla zahájena pro měkkotkáňovou infekci HKK s obtížným hojením. K reparaci zraku nedošlo, pacientka zemřela na progredující multiorgánové selhání.

Závěr: Kasuistika dokumentuje velmi vzácnou, ale zrak devastující komplikaci závažného traumatu, jejíž typický projev může být v intenzivní péči maskován omezenou vyšetřitelností a jejíž nepříznivá prognóza zásadně ovlivňuje kvalitu života.

LITERATURA

1. Miguel AI, Henriques F, Azevedo LF, Loureiro AJ, Maberley DA. Systematic review of Purtscher's and Purtscher-like retinopathies. *Eye (Lond)*. 2013;27(1):1-13. doi:10.1038/eye.2012.222
2. Serhan HA, Abuawwad MT, Taha MJ, et al. Purtscher's and Purtscher-like retinopathy etiology, features, management, and outcomes: A summative systematic review of 168 cases. *PLoS One*. 2024;19(9):e0306473. Published 2024 Sep 6. doi:10.1371/journal.pone.0306473

Fibrooptická intubace s použitím supraglotické pomůcky jako řešení neočekávané obtížné intubace

Ferra O, Šimeček V

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, Praha

Úvod: Obtížné zajištění dýchacích cest je závažnou komplikací v anesteziologii a může vyžadovat využití nestandardních postupů.

Kazuistika: Muž 62 let, původně intubován při primoooperaci CABG přímou laryngoskopií s bougie, byl po rozvoji rozsáhlé hnisavé mediastinitidy, rozpadu rány a dehiscenci sternu indikován k operační revizi. Při zajištění dýchacích cest došlo k neočekávané obtížné oro-tracheální intubaci, nebylo dosaženo lepšího obrazu než Cormack-Lehane IV a intubace selhala i s bougí. Pravděpodobně došlo ke změně anatomických poměrů vzhledem k otoku tkání. Ventilace obličejovou maskou byla možná. Po dvou neúspěšných intubačních pokusech byla bez obtíží zavedena laryngeální maska i-Gel umožňující adekvátní ventilaci. Vzhledem k rizikům spojeným s dalšími pokusy s použitím jiných pomůcek, např. videolaryngoskopu, byla zvolena intubace skrze i-Gel. Ke snížení rizika selhání metody a další traumatizace laryngu byl postup realizován pomocí flexibilní fibroskopie. Pacient byl ponechán s i-Gel+OTI in situ, přeložen na JIP, kde byl za přítomnosti pomůcek pro obtížné zajištění DC a při pozitivním testu spontánní ventilace extubován.

Diskuze: Kombinace supraglotické pomůcky a fibroskopie umožnila bezpečné zajištění dýchacích cest v nestandardní situaci a minimalizovala riziko hypoxie i poranění. Akutní mediastinitida může být nečekanou příčinou zhoršení intubačních podmínek.

Závěr: Fibrooptická intubace skrze supraglotickou pomůcku je efektivní alternativou při neočekávané obtížné intubaci.

Když jedna komora musí stačit – hernioplastika bez celkové anestezie

Slovjaková D, Hudáček K, Duba J, Gál R

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny,
Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy
univerzity

Úvod: Operace tříselné kýly se nejčastěji provádí v celkové anestezii. U pacientů s vrozenou vývojovou vadou (VVV) srdce, kteří prodělali Fontanovu operaci (2 ‰ světové populace), je taková anestezie riziková kvůli přetlakové ventilaci. Plicní průtok krve je u těchto pacientů zajištěn pasivním tlakovým gradientem mezi systémovým žilním návratem a plicními cévami bez podpory srdeční pumpy. Každá změna intratorakálního tlaku může zásadně ohrozit jejich hemodynamickou stabilitu. Nejbezpečnější volbou je anestezie se zachovanou spontánní ventilací.

Popis kazuistiky: Naše kazuistika popisuje případ 22letého muže podstupujícího operaci tříselné kýly. Celková anestezie je u něj vysoce riziková, proto jsme zvolili metodu fasciální blokády (transversus abdominis plane block) v kombinaci s analgosedací (dexmedetomidin) při kontinuálním monitorování hloubky sedace (bispektrální index). Operátor ránu infiltračí ošetřil lokálním anestetikem. Operační výkon za spontánní ventilace proběhl bez komplikací. Pacient byl následně 48 hodin monitorován a propuštěn čtvrtý pooperační den.

Diskuze a závěr: V této kazuistice popisujeme přístup k pacientovi se vzácnou VVV srdce. V ČR je registrováno přibližně 300 takových pacientů. Regionální anestezie je metodou volby, nicméně neuroaxiální anestezii jsme nezvolili z obavy z vyřazení sympatiku a následné oběhové nestability. Multioborový přístup, ideálně ve specializovaném centru, je u pacientů s touto VVV klíčový pro bezpečné zvládnutí operačních výkonů.

LITERATURA

1. NYSORA. Transversus Abdominis Plane Block [online]. © 2023 [cit. 2025-07-10]. Dostupné z: <https://www.nysora.com/techniques/neuraxial-and-peripheral-nerve-blocks/truncal-blocks/transversus-abdominis-plane-block/>
2. Kutty S, Jacobs ML, Thompson WR, Danford DA. Fontan Circulation of the Next Generation: Why It's Necessary, What it Might Look Like. J Am Heart Assoc. 2020;9(1):e013691. doi:10.1161/JAHA.119.013691
3. McNamara JR, McMahon A, Griffin M. Perioperative Management of the Fontan Patient for Cardiac and Noncardiac Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2022;36(1):275-285. doi:10.1053/j.jvca.2021.04.021
4. Rabbitts JA, Groenewald CB, Mauermann WJ, et al. Outcomes of general anesthesia for noncardiac surgery in a series of patients with Fontan palliation. Paediatr Anaesth. 2013;23(2):180-187. doi:10.1111/pan.12020

Lucas – dobrý sluha, zlý pán

Füzy K, Paříková H

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní péče,
Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

Úvod: Mechanické přístroje pro nepřímou srdeční masáž typu LUCAS (Lund University Cardiac Assist System) prošly velkým rozvojem od 60. let a od roku 2000 jsou zařazeny do klinické praxe při kardiopulmonálních resuscitacích v terénu i v nemocnici. Jejich použití však může být spojeno se závažnými komplikacemi.

Popis kazuistiky: 50letá hypertonička s akutní dušností přivezena RLP po KPR během transportu. Po příjmu opakovaná zástava oběhu, úspěšná KPR s použitím přístroje LUCAS, zavedené VA ECMO z přístupu v tříse. Diagnostikována masivní plicní embolie. Po 30 minutách známky intraabdominálního krvácení, urgentní chirurgická revize na lůžku, nálezem rozsáhlá ruptura jater, provizorně tamponáda rouškami. Dále převoz na operační sál, kde provedena sutura jater. Následovala dlouhodobá hospitalizace s multiorgánovým selháním, chirurgickými revizemi, masivní hemo a volumosubstitucí, ATB terapií; i nutnosti rehospitalizace pro další komplikaci. Možnosti léčby plicní embolie byly omezené vzhledem ke koagulopatii, krvácení do dutiny břišní i CNS, proto konzervativně s titrací antikoagulancií. Po 2 měsících je pacientka v domácím léčení, rehabilituje, renální funkce v normě.

Závěr: Naše kazuistika ukazuje dle publikací nepříliš častou, ale potenciálně život ohrožující komplikaci přístroje LUCAS – rupturu jater. Se stále rozšiřujícím se použitím mechanických podpor při KPR a nepřímé srdeční masáži je potřeba včas diagnostikovat a řešit spektrum možných komplikací, které naše prezentace rozvádí a které při včasné rozpoznání a urgentní (chirurgické) léčbě mohou vést k lepší prognóze pacientů.

LITERATURA

1. Guidelines pro KPR
2. Harrison-Paul R. A history of mechanical devices for providing external chest compressions. Resuscitation. 2007 Jun;73(3):330-6. doi:10.1016/j.resuscitation.2007.01.002.
3. Harb H, Munawar T, Al-Obaidi H, Shehzad Z, Sonnino A. Liver Hemorrhage Following Mechanical CPR With the Lund University Cardiopulmonary Assist System (LUCAS) Device: A Focused Case Report. Cureus. 2024;16(5):e61107. doi:10.7759/cureus.61107

Pravidelné sledování sérové koncentrace toxinu u intoxikace antihypertenzivy s rozvojem refrakterního kardiogenního šoku a úspěšnou aplikací VA-ECMO: soubor tří kazuistik

Matek V¹, Černý D², Seiner J³, Šíla D^{1,4}

¹ Centrum anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Krajská nemocnice Liberec, a. s.

² Oddělení klinické farmacie, Krajská nemocnice Liberec, a. s.

³ Kardiovaskulární centrum, Krajská nemocnice Liberec, a. s.

⁴ Oddělení urgentní medicíny, Krajská nemocnice Liberec, a. s.

Úvod: Arteriální hypertenzi trpí více než 40 % mužů a více než 30 % žen ve věkové skupině 25–64 let v ČR. V rámci farmakologické léčby jsou inhibitory angiotensin-konvertujícího enzymu (ACEi) a blokátory kalciových kanálů (CCB) zařazeny mezi antihypertenziva první volby. V důsledku jejich časté preskripce dochází k intoxikacím, v některých případech i s fatálním průběhem.

Popis kazuistik: Soubor tří kazuistik dokumentuje případy akutní intoxikace ACEi a CCB, užitými buď jednotlivě, nebo v kombinaci, v letálních dávkách. Hladiny léčiv byly opakovaně stanovovány denně toxikologickým rozbořem séra. Ve všech případech byla z důvodu eliminace cirkulující noxy indikována kontinuální eliminační metoda (CRRT) ve spojení s adsorpčním systémem CytoSorb. Klinickému obrazu ve všech případech dominoval distribuční šok s komponentou kardiogenního selhání s různou mírou redukce srdečního výdeje. Vzhledem k hlubokému oběhovému selhání a refrakterní hypotenzii byla u všech pacientů indikováno VA-ECMO jako podpůrná léčebná modalita. Během opakovaného toxikologického monitoringu byl zaznamenán nelineární pokles sérové koncentrace toxinu, což vedlo k posílení dekontaminačních opatření na úrovni GIT.

Závěr: Laboratorní stanovení sérových koncentrací toxických látek představuje klíčový prvek v rozhodovacím algoritmu při léčbě akutních intoxikací. Pravidelná monitorace umožňuje průběžné vyhodnocování efektivity léčby a v případě nelineární farmakokinetiky napomáhá k optimalizaci léčebné strategie.

LITERATURA

1. Hypertenze v populaci ČR (otevřená data), ÚZIS, 2023
2. Cífková R. et al. Prevalence hlavních rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění v české populaci v letech 2015–2018. Studie Czech post-MONICA. Cor et Vasa. 2020;62(1):6-15
2. Pharmacobezoar-Related Fatalities: A Case Report and a Review of the Literature. Ther Drug Monit. 2023;00(00):1-5

Metastatický Ewingův sarkom: úloha intenzivní medicíny v iniciační fázi léčby

Havránková N^{1,2}, Kovář M^{1,3}

¹ Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

² Akademické centrum maligní hypertermie, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

³ Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Úvod: Ewingův sarkom (ES) je druhým nejčastějším maligním kostním nádorem u dětí a mladých dospělých. Může vycházet z kosti, měkkých tkání i viscerálních orgánů a nejčastěji metastazuje do plic, kostí a kostní dřeně.

Popis kazuistiky: 18letý pacient s měsíční anamnézou dyspnoických potíží, bolestí zad a třísel přichází do krajské nemocnice, kde je zjištěn masivní fluidothorax, tumorózní expanze pánve, patologická fraktura acetabula a metastázy plic, pleury, mediastina a skeletu. Pro progresi respirační insuficience a rozvoj sepsis-like syndromu je pacient s podezřením na ES přeložen k další péči na KDAR FN Brno. Při příjmu dominuje respirační insuficience, oběhové selhání a hyperpyrexie, je nutná vasopresorická podpora a přechodně i agresivní ventilace. Po provedení hrudní drenáže a po potvrzení diagnózy je zahájena chemoterapeutická léčba ve spolupráci s KDO FN Brno, komplikovaná rozvojem tumor-lysis syndromu. Pro nemožnost weaningu je přistoupeno k zavedení tracheostomie. Následně se objevují epizody křečí s nutností farmakologické terminace a rozvíjí se febrilní neutropenie. Po měsíční hospitalizaci je pacient již při vědomí, oběhově stabilní a spontánně ventilující, proto je přeložen k další péči na onkologickou JIP.

Závěr: Tato kazuistika popisuje závažný průběh onemocnění u pacienta s metastatickým ES. Vzhledem k rychlé deterioraci klinického stavu byly klíčovými součástmi terapie maximální snaha o protektivní ventilaci a neodkladné zahájení chemoterapeutické léčby.

LITERATURA

1. Strauss SJ, Frezza AM, Abecassis N, et al. Bone sarcomas: ESMO-EURACAN-GENTURIS-ERN PaedCan Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. Ann Oncol. 2021;32(12):1520–1536. doi:10.1016/j.annonc.2021.08.1995

Podpora: Podpořeno grantem SV Lékařské fakulty Masarykovy univerzity: MUNI/A/1733/2024; MUNI/A/1771/2024 a Fakultní nemocnicí Brno, grantem MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705).

Podceňovaná rizika práce na operačním sále

Gimunová O, Antoni H

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny,
Fakultní nemocnice a Lékařská fakulta
Masarykovy univerzity, Brno

Úvod: Zdraví zaměstnanců operačních sálů může být ohroženo různými pracovními riziky. Inhalačnímu přívodu jodu do organismu se při dezinfekcích operačního pole zatím nevěnuje pozornost. K ohrožení zdraví může vést nejen nedostatek jodu, ale i jeho nadbytek. Stálí zaměstnanci operačních sálů jsou převážně ženy, u kterých je obecně prokázán vyšší výskyt tyreopatií ve srovnání s muži. Při zvýšeném přívodu jodu může dojít k nástupu hypertyreózy (Graves Basedowa) u jedinců s určitou predispozicí nebo naopak k autoimunitní hypotyreóze. Noční směny neprospívají ženám na operačních sálech. Kromě zvýšeného nárustu karcinomu prsu bylo zjištěno, že při spánkové deprivaci jsou ranní koncentrace TSH až 2x vyšší než u vyšetřovaných s normálním spánkem.

Popis kazuistiky: Případ tyreotoxikózy u anestezioložky, která byla velmi pracovně vytížená, měla vysoký počet 24hod. směn s nedostatkem spánku. Anestezioložka, 43 let, 2 atestace, 2 děti, plný úvazek, 6x 24hod. směna za měsíc ve FN, nadúvazek ZZS.

První projevy: palpitace, tlaky na krku, únava, tlak za očima, třes HKK.

Průběh: rok léčena pro tyreotoxikózu. V průběhu léčby do 12 měsíců recidiva tyreotoxikózy.

Res: Graves Basedowa tyreotoxikóza, následně stp. terapii radioaktivním I 131, poté navozena hypotyreóza, stabilní medikace Letrox 100 mcg /den.

Závěr: Je třeba zdůraznit, že existuje vzájemná součinnost hormonů, hormonální systém souvisí úzce i se systémem imunitním. Důsledky zvýšené expozice inhalačnímu jodu nejsou zatím dostatečně známy na rozdíl od spánkového deficitu.

LITERATURA

1. Herrmann F, Mueller P, Lohmann T, Wallaschofski H. Endokrinologie pro praxi Diagnostika a léčba od A do Z Překlad 7. vydání. 1. vyd. Praha: Grada; 2020. ISBN 978-80-271-1040-7.
2. Fröhlich E, Wahl R. Pars Distalis and Pars Tuberalis Thyroid-Stimulating Hormones and Their Roles in Macro-Thyroid-Stimulating Hormone Formation. Int J Mol Sci. 2023;24(14):11699. doi:10.3390/ijms241411699

Zajímavosti z literatury

1 – 13 **Horáček M.**^{1,2}

14 – 20 **Klučka J.**³, **Skříšovská T.**^{4,5}

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

²Katedra anesteziologie a intenzivní medicíny, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, Praha

³Výukový a publikační portál AKUTNĚ.CZ [ISSN 1803-179X], LF MU, Brno

⁴Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Fakultní nemocnice Brno

⁵Ústav simulační medicíny, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

1 Definice a cíle anestezie: konsenzuální stanovisko vytvořené Delphi metodou

Berger-Estilita J, Meco BC, DeRobertis E, Buhre W, Kirkegard P, Jakobsen K, et al. The definition and aims of Anesthesia: a Delphi-based consensus statement. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2025 Sep 27;45(1):101614. doi: 10.1016/j.accpm.2025.101614 (publikováno elektronicky předem)

Autoři se pokusili vytvořit konsenzuální definici celkové anestezie a jejích hlavních cílů prostřednictvím strukturovaného Delphi procesu. Účastnilo se 23 mezinárodních expertů, proběhla tři kola, konsenzu bylo dosaženo při 80% shodě.

Konečná definice zní: Úkolem anestezie je po společném a podpořeném rozhodovacím procesu poskytovat nejmodernější, bezpečnou, účinnou, individualizovanou, na pacienta zaměřenou a empatickou péči. Jejím smyslem je udržet nebo zlepšit výsledky pacientů a současně zajistit optimální podmínky pro chirurgické a jiné zákroky prováděné udržitelným a efektivním způsobem. Součástími anesteziologické péče

jsou předoperační optimalizace, minimalizace stresu, úzkosti a bolesti, maximalizace pohodlí pacienta a zachování nebo zlepšení funkce orgánů včetně mozkových a kognitivních funkcí. Cílem je rychlé probuzení, zotavení a vytváření prostředí, které napomáhá včasnému propuštění a pokračujícímu zotavování. Dokonalá péče o pacienty vyžaduje efektivní mezioborovou týmovou spolupráci. Nutné je rovněž průběžně a systematicky zkoumat vlastní výsledky a učit se z nich, používat udržitelné postupy v oblasti zdravotní péče a propagovat klinickou i ekonomickou efektivitu (překlad Michal Horáček).

2 Zotavení akutní ventilační odpovědi na hypoxii po antagonizaci minimální svalové relaxace: randomizovaná kontrolovaná studie u zdravých, neobézních dobrovolníků

Snoek MAJ, van Lemmen MA, van der Schrier R, van Velzen M, Dahan A, Boon M. Recovery of the acute hypoxic ventilatory response after reversal of a minimal neuromuscular block: A randomized controlled trial in healthy, nonobese volunteers. *Anesthesiology* 2025;143:873-82. doi:10.1097/ALN.0000000000005650.

Doprovodný úvodník: Zotavení akutní ventilační odpovědi na hypoxii: „Dal jsem přece sugammadex a pacient dýchá dobře!“

Diaz-Cambronero O, Brull SJ. Recovery of the Acute Hypoxic Ventilatory Response: "I Have Given Sugammadex, and the Patient Is Breathing Fine!" *Anesthesiology* 2025;143:810-2. doi: 10.1097/ALN.0000000000005678.

Svalová relaxancia (SR) inhibují přenos vzruchů nejenom na nervosvalových ploténkách, nýbrž i v chemoreceptorech v karotických tělískách. Zhoršují tím akutní ventilační odpověď na hypoxii (AHVR). Problém je, že antagonizace účinku SR neostigminem či sugammadexem v dávce 2 mg.kg⁻¹ obnovu AHVR neurychluje (Broens et al. 2019). Snoek et al. proto v této navazující studii zkoumali, zda by sugammadex v dávce 4 mg.kg⁻¹ zotavení AHVR uspil. Dobrovolníkům podávali rokuronium v infuzi, jejíž rychlost titrovali tak, aby jim navodili diplopii a neschopnost udržet špátli mezi řezáky, ale aby jim nevyvolali potíže

s polykáním. Stupeň relaxace monitorovali prostřednictvím Train-Of-Four Ratio (TOFR). Nejdříve nechali svalovou relaxaci spontánně odeznít, v druhém experimentu jim aplikovali sugammadex buď 2, nebo 4 mg.kg⁻¹. Akutní ventilační odpověď na hypoxii měřili vždy před začátkem infuze, při stabilní relaxaci, dále pak v okamžiku plného zotavení a po 20, resp. po 40 minutách. Zjistili, že zotavení AHVR vždy zaostává za zotavením nervosvalového přenosu a že antagonizace SR sugammadexem zotavení AHVR neurychluje, i když snižuje počet jedinců se zhoršenou AHVR. Znamená to, že účinnost AHVR – reflexní ochrany

před hypoxií – zůstává narušena i při hodnotě TOFR 1,0, čili že ani úplná antagonizace SR neznamena plné zotavení funkce dýchacího systému. S tím je třeba v pooperačním období počítat, především u jedinců se sníženou ventilační rezervou (starších, křehkých, obézních, těhotných, s CHOPN nebo obstrukční spánkovou apnoe). Navíc, Asztalos et al.

(2025) faryngoskopicky zjistili, že retroglossální oblast je při TOFR 0,9 stále zúžena na 80 % a normalizuje se až při TOFR 0,95. Rovněž výskyt plicních komplikací ve studii POPULAR (2020) se snížil až při TOFR 0,95. Měla by se hodnota TOFR jako kritéria schopnosti extubace snad ještě znovu zvýšit?

3 Hluboká svalová relaxace pipekuroniem u pacientů podstupujících laparoskopické operace – prospektivní soubor případů

Asztalos L, Szabó-Maák Z, Berhész M, Kanyári Z, Nagy G, Pongrácz A, et al. Deep neuromuscular block with pipecuronium in patients undergoing laparoscopic surgery – A prospective case series. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2025 Apr;44(2):101493. doi: 10.1016/j.accpm.2025.101493.

Asztalos et al. testovali pipekuronium (v ČR registrován jako Arduan) k navení a udržování hluboké svalové relaxace u deseti dospělých pacientů, kteří čekali na kardiokirurgickou operaci nebo transplantaci srdce, ale potřebovali neelektivní břišní výkon. Rokuronium podávali v indukční dávce 0,09 mg.kg⁻¹ (2×ED95), při vzestupu post-tetanic count (PTC) na 4–8 ho přidávali v dávce 0,01–0,02 mg.kg⁻¹, aby udržovali nitrobršni tlak < 10 mm Hg.

Hluboký blok trval 51,2 ± 19,7 min, druhá dávka byla nutná u pěti pacientů po 56,0 ± 28,1 minutách. Na konci výkonu byl PTC 0–6. Aplikace sugammadexu 2 mg.kg⁻¹ vedla k zotavení TOF ratio (TOFR) ≥ 0,9 za 3,5 ± 1,6 min, resp. k TOFR 1,0 za 4,3 ± 1,2 min. Autoři uzavřeli, že pipekuronium je rozumnou volbou, je-li nutná hluboká svalová relaxace po dobu 50–60 min, protože ji lze rychle a bezpečně antagonistizovat sugammadexem.

4 Zrušení účinku aminosteroidních svalových relaxancií sugammadexem – pipekuronium, rokuronium a vekuronium nejsou to samé

Bowdle A, Thilen SR. Reversing aminosteroid neuromuscular blocking drugs with sugammadex – Pipecuronium, rocuronium and vecuronium are not the same. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2025 Apr;44(2):101496. doi: 10.1016/j.accpm.2025.101496.

Dostupnost sugammadexu umožnila udržovat hlubokou svalovou relaxaci (tj. PTC 0–2) potřebnou u laparoskopických výkonů k zajištění nehybnosti bránice až do konce operace, jelikož k antagonizaci tradičně užívaný neostigmin účinkuje jen u mělké blokády (TOFR ≥ 2). Jenže ani sugammadex nefunguje úplně dokonale. I po jeho podání může reziduální blokáda přetrvávat nebo se obnovit, důvody nejsou zcela

jasné. Autoři upozorňují, že afinitou k sugammadexu se rokuronium, vekuronium a pipekuronium liší, pipekuronium ji má největší, kdežto vekuronium nejmenší. To účinnost sugammadexu výrazně ovlivňuje. K bezpečné antagonizaci účinku všech relaxancií je vždy nezbytná kvantitativní monitorace svalové relaxace. Navíc je třeba pamatovat na velké rozdíly v citlivosti různých jedinců vůči relaxanciím.

5 Účinky hyperoxie a antioxidantů na celkovou mortalitu, přijetí do nemocnice a infarkt myokardu po nekardiokirurgických výkonech: výsledky randomizované kontrolované studie po jednom roce sledování

Loft FC, Holse C, Aasvang EK, Vester-Andersen M, Rasmussen LS, Jørgensen LN, et al. Effects of Hyperoxia and Antioxidants on Mortality, Hospital Admissions, and Myocardial Infarction After Noncardiac Surgery: 1-Year Follow-Up of a Randomized Controlled Trial. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2025 Nov;69(10):e70118. doi: 10.1111/aas.70118.

Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučila v roce 2018 podávat v průběhu operace kyslík v 80% koncentraci kvůli prevenci ranných infekcí. Jenže u infarktů myokardu, nebo v perioperačním období je hyperoxie spojována s nepříznivými výsledky (např. McIlroy DR, 2022), především u onkologických pacientů. Hyperoxie a stresová odpověď na zátěž totiž zvyšují tvorbu reaktivních kyslíkových radikálů (ROS). Při překročení úrovně antioxidační ochrany může dojít k poškození buněk a DNA.

Ve studii VIXIE (Vitamin and oxygen Interventions and cardiovascular Events) proto její autoři randomizovali 600 pacientů podstupujících velké nekardiokirurgické výkony do skupin, v nichž byli pacienti ventilováni buď s FiO₂ 0,8, nebo 0,3, a dostávali buď antioxidanta (vitamin C

3 g a v infuzi N-acetylcystein 0,1 g.kg⁻¹ t.hm.), nebo placebo. V závažnosti poškození myokardu (hlavní výsledný ukazatel) autoři nenašli rozdíl stejně jako v 30denní mortalitě. Dospěli tím k závěru, že ventilace s FiO₂ 0,8 je bezpečná (Holse C et al., 2022).

Tato studie Lofta et al. je předem plánovanou analýzou výsledků VIXIE po jednom roce. Hlavním výsledným ukazatelem je jednoroční mortalita. Bylo analyzováno 99 % pacientů studie VIXIE. Po jednom roce zemřelo 8,4 % pacientů zařazených ze skupiny s FiO₂ 0,8 (více ve skupině s placebem) a 5,7 % ze skupiny s FiO₂ 0,3. Rozdíly však nebyly statisticky významné. Vztah mezi ventilací s FiO₂ 0,8 a účinkem antioxidantů vyžaduje další zkoumání.

6 Snížená aktivita lymfatického systému při ventilaci přerušovaným přetlakem v celkové anestezii – příčina edémů po operaci?

Thorup L, Dehn AM, Heiberg J, Nisja E, Kofod T, Kelly B, et al. *Reduced Lymphatic Activity During Positive Pressure Ventilation and General Anesthesia-A Cause of Postoperative Edema?* *Acta Anaesthesiol Scand.* 2025 Jul;69(6):e70066. doi: [10.1111/aas.70066](https://doi.org/10.1111/aas.70066).

Celková anestezie s operací vyvolávají v podstatě distribuční šok, a to kombinací vazodilatace, zvýšené propustnosti endotelu, inhibicí diuretické odpovědi a inhibicí lymfatické drenáže. K důsledkům patří hypovolemie, hypoalbuminemie, hypotenze a edémy, tedy zvýšená morbidita a mortalita. Situaci může zhoršovat i nadměrná aplikace tekutin.

Návrat tekutin do krevního oběhu zajišťuje lymfatický systém (revidovaný Starlingův model). Denně jde o více než 8 l tekutiny. Asi 1,5 l se vrací cestou ductus thoracicus, zbytek lymfovenózními spojkami v lymfatických uzlinách nebo dosud neidentifikovanými. Znamená to, že centrální žilní tlak (CVP) je vlastně „lymfatický afterload“. K faktorům zvyšujícím CVP patří kromě dalších i umělá plicní ventilace (UPV) přerušovaným přetlakem a PEEP (přetlak na konci výdechu), obojí tudíž snižuje žilní i lymfatický návrat. Spontánní ventilace působí naopak příznivě.

Thorup et al. zkoumali, zda UPV s PEEP zhorší lymfatickou drenáž. Použili techniku NIRF (Near-Infrared Fluorescent Imaging, tj. 750 nm laser excitující indocyaninovou zeleň [ICG]). Analyzovali 21 mladých zdravých a štíhlých pacientů podstupujících stomatochirurgické výkony (dentofaciální korekce). První vyšetření prováděli v anestezii v průběhu operace,

nejdříve při standardní UPV s PEEP, pak s PEEP zvýšeným o ≥ 10 cm H₂O při PIP ≤ 30 cm H₂O, nakonec po extubaci při spontánní ventilaci. Druhé vyšetření proběhlo při nové návštěvě při spontánní ventilaci. ICG aplikovali vždy intradermálně do levé nohy. Zjistili, že se frekvence kontrakcí lymfatických cév snížila z 1,5.min⁻¹ při spontánní ventilaci na 0,5.min⁻¹ při UPV. Po zvýšení PEEP se již nezměnila. Rychlost proudu se neměnila a zůstala stabilní 1,4 cm.s⁻¹. Při srovnání UPV se spontánní ventilací však bylo více lymfatických cév naprosto neaktivních. Interpretace výsledků není zcela jednoduchá. Nabízejí se dva mechanismy. První: nižší frekvence kontrakcí se zachovanou rychlostí proudu při větším počtu neaktivních cév znamená, že je porušeno spíše plnění lymfatických cév než jejich drenáž do krve. To je v souladu s modely objemové kinetiky a předpokladem, že v celkové anestezii dochází k zadržování (entrapment) tekutin v intersticiu. Klesající lymfatický preload pak může vysvětlit nižší aktivitu lymfatických cév. Druhou možností je, že klesající lymfovenózní gradient již při standardní UPV vede k distenzi lymfatických cév a následně k jejich snížené aktivitě a drenáži. Zkrátka, UPV narušuje lymfatickou drenáž.

7 Nová pooperační hypotenze u pacientů zotavujících se z nekardiochirurgických výkonů: prospektivní observační studie

Hoppe P, Chang Y, Schwarz T, Bergholz A, Thomsen KK, Kröker A, et al. *New-onset postoperative hypotension in patients recovering from noncardiac surgery: A prospective observational study.* *Eur J Anaesthesiol.* 2025 Nov 1;42(11):966-973. doi: [10.1097/EJA.0000000000002227](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000002227).

Doposud není známo, zda střední arteriální tlak (MAP) po operaci nižší než 65 mm Hg představuje u jednotlivých pacientů klinicky významnou hypotenzi, nebo zda to může být ještě normální rozmezí. Autoři této studie proto na standardních odděleních německých univerzitních nemocnic zkoumali výskyt hypotenze u pacientů se zvýšeným kardiovaskulárním rizikem. Arteriální krevní tlak měřili automatizovaně v 30minutových intervalech po dobu 24 hodin po operaci. Pooperační hypotenzi definovali nejméně jednou hodnotou MAP nižší

než 65 mm Hg. Novou pooperační hypotenzi pak hodnotou MAP nižší než 65 mm Hg a současně nižší o více než 5 mm Hg oproti nejnižší předoperační hodnotě MAP jednotlivého pacienta. Z 307 pacientů nakonec analyzovali 248. Medián trvání operace byl 62 (40–90) minut. MAP po operaci nižší než 65 mm Hg mělo 101 pacientů (41 %), o novou pooperační hypotenzi šlo u 44 z nich (44 %), tedy u 18 % pacientů. Závěrem, asi 40 % pacientů na standardních odděleních má nejméně jednu hypotenzi a asi polovina z nich má novou pooperační hypotenzi.

8 Časné podání noradrenalinu u vysoce rizikových pacientů podstupujících velké břišní výkony: randomizovaná kontrolovaná studie

Trocheris-Fumery O, Flet T, Scetbon C, Tarpin P, Meynier J, Badaoui R, et al. *Early Use of Norepinephrine in High-risk Patients Undergoing Major Abdominal Surgery: A Randomized Controlled Trial.* *Anesthesiology.* 2025 Nov 1;143(5):1160-1170. doi: [10.1097/ALN.0000000000005704](https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000005704).

Doprovodný úvodník: Prevence hypotenze při úvodu do celkové anestezie: je správné podávat noradrenalin preemptivně?

Legrand M, Saugel B, Joosten A. *Preventing Hypotension during Induction of General Anesthesia: Is Preemptive Norepinephrine the Answer?* *Anesthesiology.* 2025 Nov 1;143(5):1139-1141. doi: [10.1097/ALN.0000000000005709](https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000005709).

Hypotenze v průběhu operace je silným prediktorem nepříznivých výsledků, ale údaje o výskytu hypotenze při úvodu do celkové anestezie jsou kusé. Trocheris-Fumery et al. proto v této unicentrické studii randomizovali 500 dospělých pacientů starších 50 let ASA ≥ 2 podstupujících velké břišní výkony do dvou skupin. V efedrinové skupině (E) korigovali případnou hypotenzi po úvodu opakovanými bolusy 3 mg efedrinu až do celkové dávky 30 mg, při neúspěchu pak pokračovali infuzí noradrenalinu (NA). V NA skupině zahájili infuzi NA již preemptivně v počáteční dávce $8 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a titrovali její rychlost podle potřeby. V obou skupinách měli cílový MAP ≥ 65 mm Hg, resp. u hypertoniků 70 mm Hg. K hypotenzii po úvodu došlo u 15 % pacientů

v NA skupině, resp. u 74 % pacientů v E skupině ($P < 0,001$). Hypertenze s MAP > 160 mm Hg se objevila u 18 % pacientů, ale jen v NA skupině. Primárním výsledným ukazatelem byl výskyt komplikací o závažnosti ≥ 1 podle Clavien-Dindo skóre. Zjistili ho u 44 % pacientů v NA skupině, u 58 % pacientů v E skupině (relativní riziko 0,58 [0,40–0,83]; $P = 0,004$). Ve výskytu závažných komplikací, tj. Clavien-Dindo III, IV a V, však již rozdíl nebyl. Ze sedmi sekundárních výsledných ukazatelů byly rozdíly jen ve výskytu plicních komplikací do 48 hodin (17 % u NA, 31 % u E). Infuze noradrenalinu zahájená s úvodem do anestezie byla účinnější než tradiční opakované bolusy efedrinu podávané až k léčbě hypotenze a snížila výskyt pooperačních komplikací u břišních operací.

9 Individualizovaný perioperační management krevního tlaku u pacientů podstupujících velké břišní výkony – multicentrická randomizovaná kontrolovaná studie IMPROVE

Saugel B, Meidert AS, Brunkhorst FM, Bischoff R, Esser J, Mattis M, et al. Individualized Perioperative Blood Pressure Management in Patients Undergoing Major Abdominal Surgery: The IMPROVE-multi Randomized Clinical Trial. JAMA. 2025 Oct 12:e2517235. doi: 10.1001/jama.2025.17235 (publikováno elektronicky předem).

Hypotenze v průběhu operace postihuje 30–80 % pacientů a vede k poškození orgánů. Optimální perioperační hodnota krevního tlaku však není známa. V 15 německých univerzitních nemocnicích autoři studie randomizovali 1 272 pacientů starších 45 let podstupujících plánované velké břišní výkony trvající alespoň 90 minut, kteří měli nejméně jeden rizikový faktor, do dvou skupin. V první stanovili cílovou hodnotu středního arteriálního tlaku (MAP) při operaci individuálně, a to jako průměr hodnot zjištěných automatizovaným měřením krevního tlaku v noci před

operací. Ve druhé skupině cílili během operace rutinně na hodnotu MAP alespoň 65 mm Hg. Sloučeným výsledným ukazatelem byla incidence akutního poškození ledvin, infarktu myokardu, nefatální zástavy oběhu nebo smrti v průběhu prvních 7 dnů po operaci. Mezi skupinami nebyl významný rozdíl, neobjevil se ani v některém z 22 sekundárních ukazatelů, např. ve výskytu infekčních komplikací do 7 dnů. Výsledky studie proto v této populaci pacientů nepodporují individualizované řízení krevního tlaku podle hodnot zjištěných v noci před operací.

10 „Think Drink“ přístup k minimalizaci neindikované restrikce tekutin před operací: 18letá zkušenost z auditů

MacDougall KAR, Bushra SES, Kannan SG. 'Think Drink' approach to minimize unnecessary preoperative fasting: 18 years audit experience. Korean Journal of Anesthesiology 2025;78(3):272-278. doi: 10.4097/kja.24489.

Podle doporučení (guidelines) mnoha různých odborných společností pro předoperační lačnění je povoleno popíjet čiré tekutiny po doušcích až do dvou hodin před operací, pak je nutné lačnit kvůli riziku aspirace. Opakované audity ve dvou oblastních nemocnicích (Birmingham City Hospital a Sandwell General Hospital) v UK však ukázaly, že pacienti navzdory tomu lačnili mnohem delší dobu. V auditech provedených v letech 2004, 2008, 2018 byl medián doby nepití 8 hodin (v ČR 11 hodin, Korfová M, Nalos D, 2015). V roce 2018 proto v těchto dvou nemocnicích začali pacientům jednodenní chirurgie nabízet drink na uvítanou

(„welcome drink“, typicky 150 ml) a dovolili jim popíjet vodu po doušcích až do okamžiku odjezdu na sál („Think Drink“). Vedlo to k výraznému zkrácení doby nepití na 2 hod 15 minut. V dalším auditu v roce 2021 se však trvání nepití prodloužilo na 3 hodiny. Autoři proto doporučují personál trvale edukovat, trvání restrikce tekutin považovat za ukazatel kvality péče a sledovat ho opakovaně asi po 3 letech. Poznámka: Poločas čiré vody v žaludku je 15 min. Zdá se proto, že „u zdravých pacientů“ bez zvýšeného rizika aspirace lze umožnit příjem čirých tekutin po malých doušcích až do přesunu na operační sál („drink until you go“).

11 Perineurální aplikace lokálních anestetik a čerstvě zmrazené plazmy u koagulopatických pacientů podstupujících blokády periferních nervů. Soubor klinických případů

Diwan S, Areti A, Gawai N, Sancheti P. Perineural fresh frozen plasma with local anaesthetics in coagulopathic patients undergoing peripheral nerve blocks: A clinical case series. Indian Journal of Anaesthesia. 2025;69(10):1073-1077. doi: 10.4103/ija.ija 476 25.

Blokády periferních nervů jsou u koagulopatických pacientů zatíženy rizikem krvácení a možným poškozením nervů z útlaku hematodem. Autory k perineurální aplikaci čerstvé zmrazené plazmy (FFP) inspirovali intervenční radiologové (Haaga J, Rahim S, 2017). Diwan et al. u pěti pacientů ASA III nebo IV s INR > 1,8, kteří potřebovali neodkladnou operaci k záchraně života nebo končetiny (debridement při sepsi, otevřené fraktury), blokovali periferní nervy (1× lumbální a sakrální plexus, 2× ischiadicko-femorální, 1× supraklavikulární, 1× infraklavikulární) obvyklým způsobem pod kontrolou ultrazvuku. Při vytahování jehly pak postupně aplikovali po dráze vpichu čerstvou zmrazenou plazmu

v dávce cca 1 ml/1 cm dráhy sterilně odtáženou z rozmrazeného vaku. Cílem bylo lokálně podpořit tvorbu hemostatické zátky a tamponovat zdroje krvácení v dráze průchodu jehly. Zbývající FFP podali po asi 20 minutách intravenózně k systémové podpoře koagulace. Kvalita bloku se tímto postupem nesnížila, nedošlo k neurologickým, krvácivým ani infekčním komplikacím. Tento postup nepředstavuje nový standard péče ani není dosud podložen důkazy, ale jde o potenciálně proveditelný přístup ke snížení krvácivých komplikací u periferních nervových bloků potřebných u neodkladných operací.

12 Management antikoagulace v neodkladné péči: doporučení francouzských odborných společností neodkladné péče (SFMU), anestezie a intenzivní medicíny (SFAI), trombózy a hemostázy (SFHT) a pracovní skupiny pro perioperační hemostázu (GIHP) z roku 2024

Douillet D, Godon A, Rousseau G, Ruiz S, Vardon F, De Maistre E, et al. Anticoagulant management in Emergency settings: 2024 guidelines from the French Society of Emergency Medicine (SFMU), the French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAI), the French Society of Thrombosis and Haemostasis (SFHT) and the French Working Group on Perioperative Haemostasis (GIHP), endorsed by the French Neurovascular Society. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2025 Sep;44(5):101584. doi: 10.1016/j.accpm.2025.101584.

V přehledovém článku je uvedeno celkem 103 doporučení francouzských odborných společností týkajících se managementu antikoagulace v podmínkách neodkladné a akutní péče. Silné shody expertů bylo dosaženo u 97 z nich. Klíčové body:

Úloha laboratorních vyšetření: Není-li známo, zda je pacient léčen antikoagulancii, doporučuje se změřit anti-Xa aktivitu, trombinový čas, protrombinový poměr PT/INR, aPTT. Je-li známo, že pacient užívá antikoagulancia a která, je doporučeno kvantifikovat jejich účinek vyšetřením PT/INR (u antagonistů vitamínu K, VKA), anti-Xa aktivity s příslušnou kalibrací (u nefrakcionovaného heparinu, LMWH či fondaparinuxu) a měřením koncentrace přímých orálních antikoagulancií (DOAC). Viskoelastické testy se k tomuto účelu nedoporučují.

Management krvácení souvisejícího s antikoagulancii: U závažných krvácení (tj. 1. vnější, které nelze zvládnout obvyklými postupy,

2. s hemodynamickou nestabilitou, 3. při potřebě neodkladné operace, radiologické intervence nebo endoskopie, 4. při potřebě transfuze, 5. při krvácení do omezeného prostoru) se doporučuje urgentní neutralizace antikoagulancií, kdežto méně závažné epizody lze zvládat konzervativně. Kyselina tranexamová může být užitečná bez ohledu na závažnost krvácení.

Management asymptomatických předávkování: U VKA vitamin K per os, u DOAC klinické sledování bez neutralizace. U parenterálně podávaných antikoagulancií se neutralizace nedoporučuje.

Management neodkladných invazivních výkonů: Konkrétní doporučení se liší podle rizika krvácení při těchto výkonech a podle typu antikoagulancií. Centrální blokády jsou obecně kontraindikovány.

Trombolýza pro akutní iktus: Pro tento případ jsou rovněž uvedeny konkrétní algoritmy.

13 Nová KPR guidelines 2025 – evropská i americká

European Resuscitation Council (ERC) Guidelines on Cardiopulmonary Resuscitation 2025. Dostupné online: <https://erc.edu/science-research/guidelines/guidelines-2025/guidelines-2025-english/>. Dostupná v: *Resuscitation* 2025;215(10, suppl. 1): 541 stran. [https://www.resuscitationjournal.com/issue/S0300-9572\(25\)X0011-3](https://www.resuscitationjournal.com/issue/S0300-9572(25)X0011-3). Souhrn: *European Resuscitation Council Guidelines 2025 Executive Summary*

Aplikace
pro mobilní
telefony:



Na valném shromáždění International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) v Rotterdamu ve dnech 19.–22. 10. 2025 bylo

vydáno nové konsenzuální stanovisko ILCOR o „resuscitační vědě“ s doporučeními pro léčbu (2025 ILCOR Consensus on Science with Treatment Recommendations [CoSTR]). Při této příležitosti někteří členové ILCOR jako European Resuscitation Council, American Heart Association (AHA), Resuscitation Council UK a Heart and Stroke Foundation of Canada současně publikovali svá aktualizovaná doporučení pro kardiopulmonální resuscitaci přizpůsobená regionálním odlišnostem, ale založená na jednotných vědeckých důkazech obsažených ve stanovisku ILCOR 2025.

Na tvorbě ERC guidelines 2025 se podíleli čeští autoři Jana Djakow (vedoucí autorka části Resuscitace dětí, autorka části Etika) a Anatolij Truhlař (Resuscitace za zvláštních okolností). Letošní doporučení ERC mají celkem 541 stran, z toho jen samotný souhrn 82 stran. Při srovnání s doporučeními 2021 se ta letošní zvětšila o 109 stran, tj. o 25 %, souhrn 2021 se vešel na 60 stran. Pro zajímavost, úplně první doporučení pro resuscitaci z roku 1966 měla jen 7 stran.

Poznámka: ILCOR byl založen v roce 1992 s cílem zachránit kardiopulmonální resuscitací celosvětově více životů. Prostřednictvím svých osmi členských organizací, jako např. European Resuscitation Council

(ERC), American Heart Association (AHA), Resuscitation Council of Asia (RCA), Australian and New Zealand Committee on Resuscitation (ANZCOR) dnes sdružuje 192 zemí z celého světa. Od roku 2017 každoročně publikuje aktualizované přehledy změn v resuscitaci (<https://ilcor.org/publications>, též v časopisech Resuscitation a Circulation). Záznam přenosů z letošního zasedání ILCOR je dostupný na webu <https://erc.edu/news/save-the-date-october-22-2025/>. Guidelines AHA jsou dostupná <https://cpr.heart.org/en/resuscitation-science/cpr-and-erc-guidelines> a také v časopise Circulation 2025, October 21; vol. 152 (16, suppl. 2), 467 stran celkem, souhrn 29 stran.

14 Digitoxin u pacientů se srdečním selháním se sníženou ejekční frakcí

Bavendiek U, Großhennig A, Schwab J, Berliner D, Rieth A, Maier LS, et al. Digitoxin in Patients with Heart Failure and Reduced Ejection Fraction. N Engl J Med 2025;393:1155-1165. doi: 10.1056/NEJMoa2415471.

Cílem této mezinárodní, dvojité zaslepené, placebem kontrolované studie bylo zjistit terapeutickou účinnost srdečního glykosidu digitoxinu u pacientů se srdečním selháním a sníženou ejekční frakcí, protože dosud nebyla jednoznačně stanovena. Byli zahrnuti pacienti s chronickým srdečním selháním randomizováni v poměru 1 : 1 k podávání digitoxinu (počáteční dávka 0,07 mg jednou denně) nebo odpovídajícího placeba, a to jako doplněk k léčbě vedené podle aktuálních doporučení. Do studie byli zařazeni pacienti s ejekční frakcí levé komory $\leq 40\%$ a funkční třídou NYHA III nebo IV, nebo s ejekční frakcí $\leq 30\%$ a třídou NYHA II. Primárním sledovaným parametrem byl kompozit smrti z jakékoliv příčiny, nebo první hospitalizace pro zhoršení srdečního selhání – podle toho, co nastalo dříve.

Výsledky: Z celkového počtu 1 240 randomizovaných pacientů splnilo kritéria pro analýzu modifikované populace „intention-to-treat“ 1 212 osob (613 ve skupině s digitoxinem, 599 ve skupině s placebem). Během

mediánu sledování 36 měsíců došlo k primární události u 242 pacientů (39,5 %) ve skupině s digitoxinem a u 264 pacientů (44,1 %) ve skupině s placebem (HR 0,82; 95% CI 0,69–0,98; $p = 0,03$). Úmrtí z jakékoli příčiny nastalo u 167 pacientů (27,2 %) ve skupině s digitoxinem a u 177 (29,5 %) ve skupině s placebem (HR 0,86; 95% CI 0,69–1,07). První hospitalizace pro zhoršení srdečního selhání byla zaznamenána u 172 pacientů (28,1 %) ve skupině s digitoxinem a u 182 (30,4 %) ve skupině s placebem (HR 0,85; 95% CI 0,69–1,05). Alespoň jedna závažná nežádoucí reakce se vyskytla u 29 (4,7 %) osob ve skupině s digitoxinem a u 17 (2,8 %) ve skupině s placebem.

Závěr: Léčba digitoxinem vedla k nižšímu kombinovanému riziku úmrtí nebo první hospitalizace pro zhoršení srdečního selhání ve srovnání s placebem u pacientů se srdečním selháním se sníženou ejekční frakcí, kteří byli léčeni podle doporučených postupů.

15 Outcome pacientů s koronaronární angiografií po roce po mimonemocniční srdeční zástavě bez ST elevace – metaanalýza dat jednotlivých pacientů

Spoormans EM, Thevathasan T, van Royen N, Zwinderman AH, Freund A, Thiele H, et al; COACT and TOMAHAWK Trials Investigators. One-Year Outcomes of Coronary Angiography After Out-of-Hospital Cardiac Arrest Without ST Elevation: An Individual Patient Data Meta-Analysis. JAMA Cardiol. 2025 Aug 1;10(8):779-786. doi: 10.1001/jamacardio.2025.1194.

Několik randomizovaných klinických studií (RCT) zkoumalo účinek okamžité vs. odložené koronarografie u pacientů se srdeční zástavou mimo nemocnici (OHCA) bez elevací ST segmentu a ne zjistilo rozdíl v krátkodobém přežití. Vztah těchto strategií k dlouhodobým výsledkům a identifikace podskupin pacientů, kteří by mohli těžit z individuálního přístupu, však zůstává nejasný. Primárním sledovaným parametrem této randomizované kontrolované studie bylo roční přežití. Sekundární sledované parametry zahrnovaly identifikaci rozdílů v účinku léčby pomocí analýzy podskupin (dle věku, pohlaví, rytmu při zástavě, spatřené zástavy, času do zahájení podpory základních životních funkcí, času do návratu spontánního oběhu a anamnézy ischemické choroby srdeční, diabetu a hypertenze) a klinické výsledky (např. infarkt myokardu a srdeční selhání) po 1 roce.

Výsledky: Byly zahrnuty individuální údaje ze 2 RCT s celkovým počtem 1031 pacientů. Ve skupině s okamžitou koronarografií přežilo do 1 roku 259 z 522 pacientů (49,6 %) oproti 272 z 509 (53,4 %) ve skupině s odloženou nebo selektivní koronarografií (stratifikováno dle studie; HR 1,15 [95% CI, 0,96–1,37]). Nebyly zjištěny žádné interakce mezi léčbou a podskupinami, které by naznačovaly heterogenitu mezi skupinami (hodnoty P pro interakce se pohybovaly od 0,26 do 0,91 napříč podskupinami).

Závěr: Tato metaanalýza jednotlivých dat pacientů ze dvou RCT neprokázala přínos okamžité koronarografie oproti odložené, nebo selektivní strategii během jednoletého sledování u úspěšně resuscitovaných pacientů s OHCA bez elevace ST segmentu. Nebyla identifikována žádná podskupina pacientů, u které by měla léčba odlišný efekt.

16 Ventilace s proporcionální asistencí pro minimalizaci doby umělé plicní ventilace

Bosma KJ, Burns KEA, Martin CM, Skrobik Y, Cortés JM, Mulligan S, et al. *Proportional-Assist Ventilation for Minimizing the Duration of Mechanical Ventilation*. *N Engl J Med* 2025;393:1088-1103. doi: [10.1056/NEJMoa2505708](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2505708).

Cílem této mezinárodní randomizované studie bylo zjistit, zda použití proporcionální ventilační podpory s nastavitelnými zesilovacími faktory podle zátěže (PAV+) povede k rychlejšímu odpojení od ventilátoru ve srovnání s běžně používanou tlakovou podporou spontánní ventilace (PSV). Zařazení byli dospělí pacienti, kteří byli na umělé plicní ventilaci minimálně 24 hodin. Všichni byli schopni ventilace v režimu PSV, ale ještě nebyli vhodní k úplnému odpojení od ventilátoru. Pacienti byli zařazeni buď do skupiny s PAV+ (s cílem normalizovat práci dýchacích svalů), nebo do skupiny s PSV (s cílem udržet normální dechovou frekvenci a dechový objem). Primárním sledovaným parametrem byla doba od randomizace do úspěšného odpojení od ventilace.

Výsledky: Do studie bylo zařazeno celkem 722 pacientů ve 23 centrech v sedmi zemích; 573 pacientů bylo analyzováno po randomizaci.

Medián času do úspěšného odpojení od ventilátoru činil 7,3 dne (95% CI 6,2–9,7) ve skupině PAV+ a 6,8 dne (95% CI 5,4–8,8) ve skupině PSV ($P = 0,58$), tedy bez statisticky významného rozdílu. Sekundární ukazatele – počet dnů bez ventilace, míra reintubací, tracheostomií a mortalita do 90 dnů (29,6 % ve skupině PAV+ vs. 26,6 % ve skupině PSV) – byly rovněž obdobné v obou skupinách.

Ve vztahu k sedaci byla střední změna dávky (přepočtené na ekvivalent midazolamu) k 28. dni $-1,51 \pm 3,28$ mg/kg ve skupině PAV+ oproti $0,04 \pm 0,97$ mg/kg ve skupině PSV. Závažné nežádoucí účinky se vyskytly u 10,8 % pacientů ve skupině PAV+ a u 9,8 % pacientů ve skupině PSV ($P = 0,79$).

Závěr: Použití PAV+ nezkrátilo dobu do úspěšného odpojení od umělé plicní ventilace ve srovnání s PSV.

17 Adrenalin před defibrilací u dětí s defibrilovatelným rytmem při nemocniční srdeční zástavě

Swanson MB, Lasa JJ, Chan PS, Morgan RW, Sutton RM, Topjian AA, et al. *American Heart Association's Get With The Guidelines–Resuscitation Investigators. Epinephrine Before Defibrillation in Children With Initially Shockable In-Hospital Cardiac Arrest*. *Crit Care Med*. 2025 Oct 1;53(10):e2005-e2015. doi: [10.1097/CCM.0000000000006804](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006804).

Cílem této retrospektivní kohortové studie bylo zhodnotit prevalenci podání adrenalinu před nebo během stejné minuty jako defibrilaci u defibrilovatelného rytmu a zhodnotit souvislost s klinickými výsledky u dětí s kardiální zástavou v nemocnici (IHCA). Primárním sledovaným parametrem bylo přežití do propuštění z nemocnice, návrat spontánní cirkulace (ROSC) na alespoň 20 minut a přežití s příznivým neurologickým výsledkem.

Výsledky: Ze 492 dětských případů IHCA s počátečním defibrilovatelným rytmem byl medián věku 7 let a 351 (71 %) bylo v intenzivní péči. Celkově 232 (47 %) dětí dostalo adrenalin před defibrilací (29 %), nebo během stejné minuty jako defibrilací (18 %). V neupravených analýzách byly proporce přežití po propuštění z nemocnice (37,1 % vs. 51,2 %), ROSC (74,6 % vs. 84,6 %) a přežití s příznivým neurologickým výsledkem

(22,1 % vs. 40,4 %) nižší ve skupině, která dostala adrenalin před nebo během stejné minuty jako defibrilací. V upravených analýzách pomocí shody skóre pro defibrilaci nebylo podání adrenalinu před nebo během stejné minuty jako defibrilace spojeno s přežitím v nemocnici (OR 0,84, 0,46–1,56), ROSC (OR 0,97, 0,48–1,96) nebo příznivým neurologickým výsledkem (OR 0,52, 0,27–1,00).

Závěr: V rozporu s aktuálními doporučeními dostalo téměř 50 % dětí s iniciálním defibrilovatelným rytmem při nemocniční srdeční zástavě adrenalin před defibrilací nebo během stejné minuty jako první výboj. Ačkoliv výsledky přežití byly numericky nižší ve skupině s adrenalinem před defibrilací, tento vztah nebyl statisticky významný.

18 Vliv časně tekutinové resuscitace na mortalitu u seps: systematický přehled a metaanalýza

Ward MA, Kuttub HI, Badgett RG. *The Effect of Early Fluid Resuscitation on Mortality in Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Crit Care Med*. 2025 Sep 1;53(9):e1790-e1802. doi: [10.1097/CCM.0000000000006769](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006769).

Cílem tohoto systematického přehledu a metaanalýzy randomizovaných kontrolovaných studií (RCT) a observačních studií u dospělých pacientů se sepsí bylo zhodnotit vliv dávkování, načasování a guideline-based přístupu k časně tekutinové resuscitaci (< 8 hodin) na mortalitu u pacientů se sepsí.

Výsledky: Do analýzy bylo zařazeno 30 studií s celkem 119 583 pacienty.

Dávkování: Tři randomizované studie neprokázaly rozdíl v mortalitě mezi liberální (43–72 ml/kg) a restriktivní strategií (30 ml/kg) (RR 1,00; [0,81–1,24]). 11 ze 13 studií ale ukázalo vyšší riziko mortality při podání malých objemů (< 20 ml/kg; $p < 0,001$). U vyšších objemů (> 45 ml/kg) 6 z 11 studií zaznamenalo zvýšené riziko mortality ($p = 0,55$). Načasování: 4 ze 4 studií zaznamenaly benefit v přežití při podání 30 ml/kg do 3 hodin od diagnózy ($p = 0,12$). Těchto 30 ml/kg v jednotlivých časových

intervalech: podání do 1–2 hodin – dvě studie ukázaly benefit; do 3 hodin – jedna studie benefit, tři bez efektu; do 6 hodin – dvě studie benefit, čtyři bez efektu, dvě naopak zvýšenou mortalitu (v obou případech > 50–70 ml/kg).

Závěr: Pro tekutinovou resuscitaci u sepe do 8 hodin od diagnózy platí: 1) RCT nepotvrdily rozdíl v mortalitě mezi restriktivní a liberální

strategií (nízká jistota důkazů). 2) Podání méně než 20 ml/kg je spojeno s vyšší mortalitou (nízká jistota důkazů). 3) Observační studie naznačují zvýšenou mortalitu při dávkách > 45 ml/kg, ale RCT to nepotvrzují (velmi nízká jistota důkazů). 4) Přežití se zlepšuje, pokud je 30 ml/kg podáno do 3 hodin od diagnózy (nízká jistota důkazů).

19 Melatonin a delirium na jednotkách intenzivní péče: systematický přehled a metaanalýza randomizovaných studií

Lakbar I, Poole D, Delamarre L, Chanques G, Pensier J, Monet C, et al. Melatonin and delirium in the intensive care units: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Med* 2025.

doi: [10.1007/s00134-025-08143-1](https://doi.org/10.1007/s00134-025-08143-1)

Cílem tohoto systematického přehledu a metaanalýzy bylo zhodnotit, zda má užití melatoninu vliv na výskyt deliria u kriticky nemocných pacientů. Zahrnuty byly randomizované kontrolované studie. Primárním sledovaným parametrem byla incidence deliria, hlavním sekundárním parametrem byla mortalita.

Výsledky: Primární analýza zahrnovala šest studií s celkem 2209 pacienty a neprokázala rozdíl v incidenci deliria mezi melatoninem a placebem (RR 0,89; 95% CI 0,73–1,09). Tento výsledek byl konzistentní

i v sekundární analýze třinácti studií se 2830 pacienty (RR 0,86; 95% CI 0,70–1,04). Rovněž nebyl pozorován žádný vliv melatoninu na mortalitu v primární (sedm studií, 2165 pacientů, RR 0,87; 95% CI 0,73–1,02) ani sekundární analýze (osm studií, 2396 pacientů, RR 0,92; 95% CI 0,79–1,06).

Závěr: Výsledky naznačují, že ve srovnání s placebem melatonin nesnižuje incidenci deliria u kriticky nemocných pacientů a neovlivňuje ani mortalitu.

20 Účinek nízkých dávek ketaminu podávaných na JIP na pooperační spotřebu opioidů a traumatické vzpomínky po propuštění z nemocnice: randomizovaná kontrolovaná studie

Kitisin N, Raykateeraroj N, Hemtanon N, Kamtip P, Thikom N, Azimaraghi O, et al. Effect of Low-Dose Ketamine Infusion in the Intensive Care Unit on Postoperative Opioid Consumption and Traumatic Memories After Hospital Discharge: A Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg*. 2025 Sep 1;141(3):598–607. doi: [10.1213/ANE.00000000000007419](https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000007419).

Cílem studie bylo vyhodnotit účinek nízkodávkované infuze ketaminu na spotřebu fentanylu a výskyt traumatických vzpomínek po propuštění z nemocnice u pacientů po velkých operačních výkonech.

Výsledky: Do studie bylo zařazeno celkem 118 pacientů, kteří byli randomizováni k podávání ketaminu v dávce 1,5 µg/kg/min (n = 60) nebo placebo (n = 58). Fentanyl byl podáván za účelem kontroly bolesti (NRS < 4) a kontroly sedace (RASS mezi -2 a 0). Spotřeba fentanylu za 24 hodin byla nižší u pacientů s ketaminem ve srovnání s placebem (399 µg [95% CI 345–454] vs. 468 µg [95% CI 412–523], rozdíl -68 µg; 95% CI -67 až -68 µg, p = 0,041). RASS a NRS skóre se mezi skupinami nelišily. Exploratorní analýza naznačila výraznější opioid-sparing efekt u pacientů po intraabdominálních operacích (P-pro interakci = 0,012,

rozdíl, -177 µg; 95% CI, -204 až -149 µg; p = 0,001). Nebyly zaznamenány akutní nežádoucí účinky ketaminu. Sekundární studie byla provedena formou telefonického rozhovoru po propuštění z JIP s dotazníkem pro identifikaci post-traumatické stresové poruchy (PTSD). Sekundární studie (n = 91, dlouhodobé sledování u 45 pacientů, 23 v kontrolní skupině, 22 ve skupině s ketaminem) ukázala, že ketamin byl spojen s vyšším výskytem děsivých a bludných vzpomínek na pobyt na JIP (65 % vs. 41 %, p = 0,035).

Závěr: Nízkodávkovaná infuze ketaminu vedla k mírnému, statisticky významnému snížení pooperační spotřeby opioidů (o 15 %), avšak byla spojena s vyšším výskytem traumatických a bludných vzpomínek po propuštění z nemocnice.

Anesteziologie a intenzivní medicína

www.aimjournal.cz