



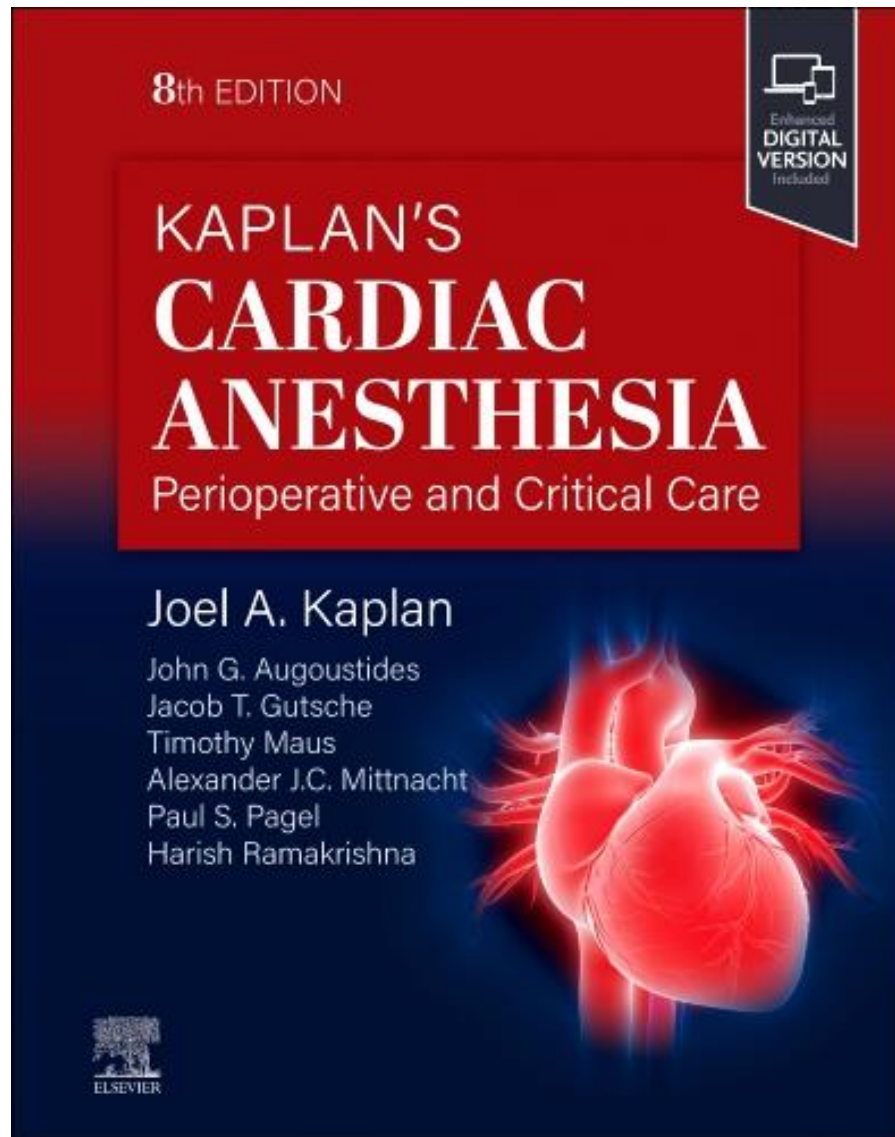
MUNI
MED



22.11.2025

Kardioanestezie (pro všechny)

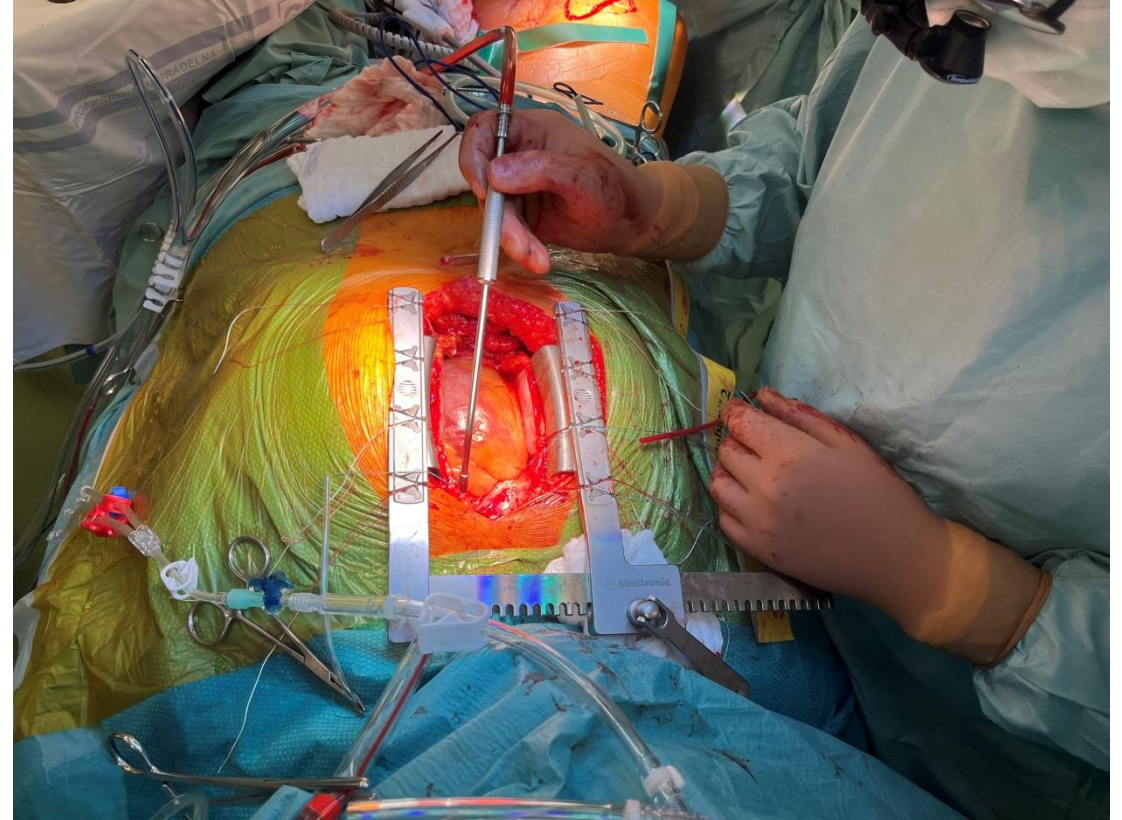
Marek Lukeš



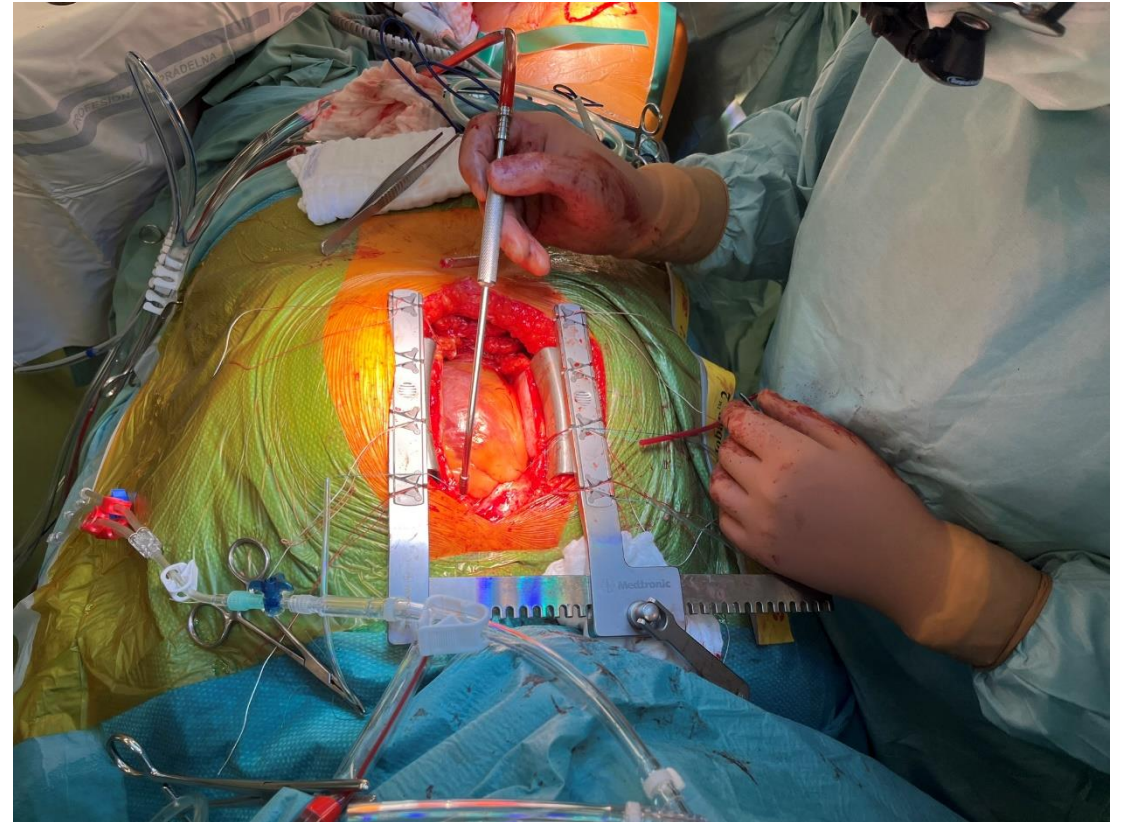
8.vydání (11/2023)
1200 stran, 900 ilustrací

€ 240,- (Black Friday)

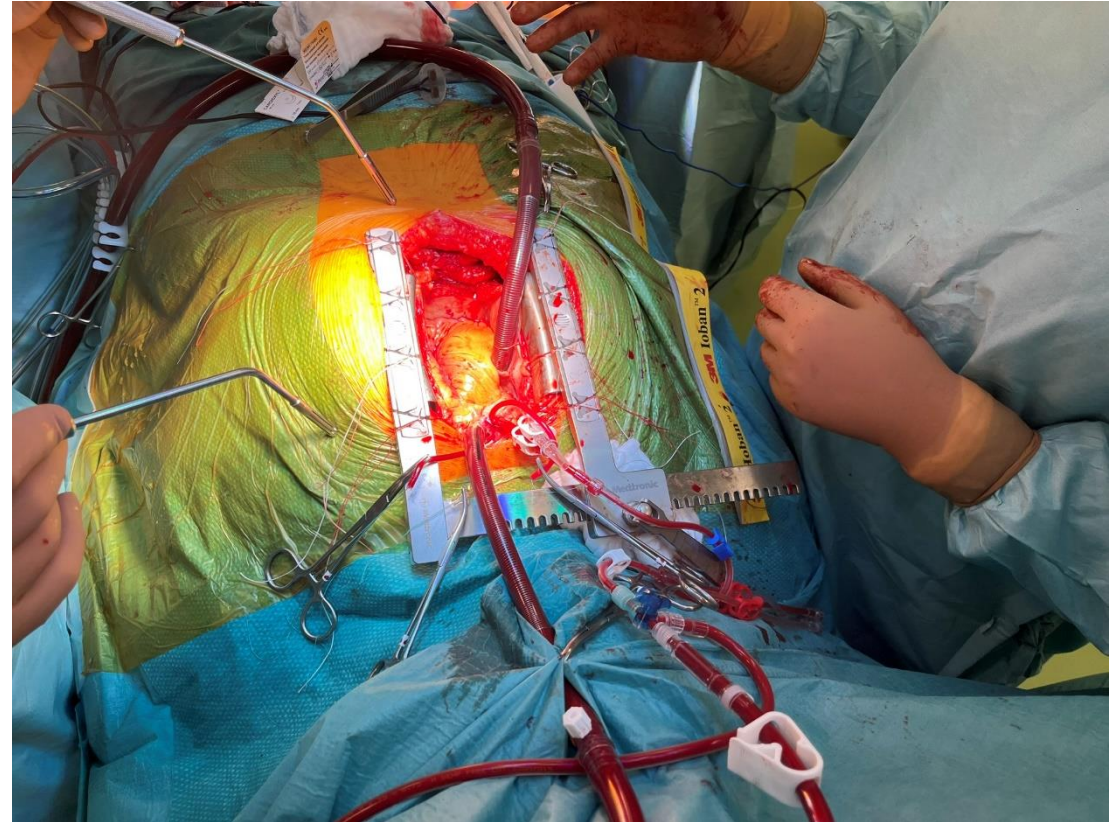
Kardiochirurgie ≠ operace na nebijícím srdci



Kardiochirurgie ≠ sternotomie a mimotělní oběh

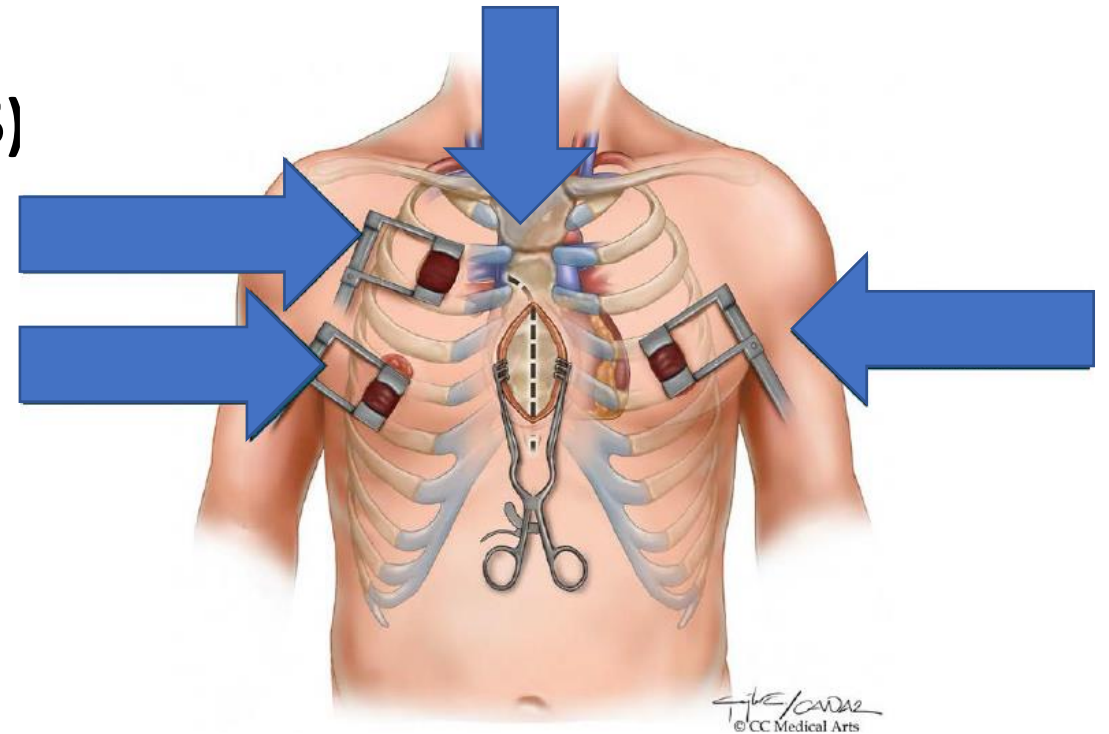


Kardiochirurgie ≠ sternotomie a mimotělní oběh

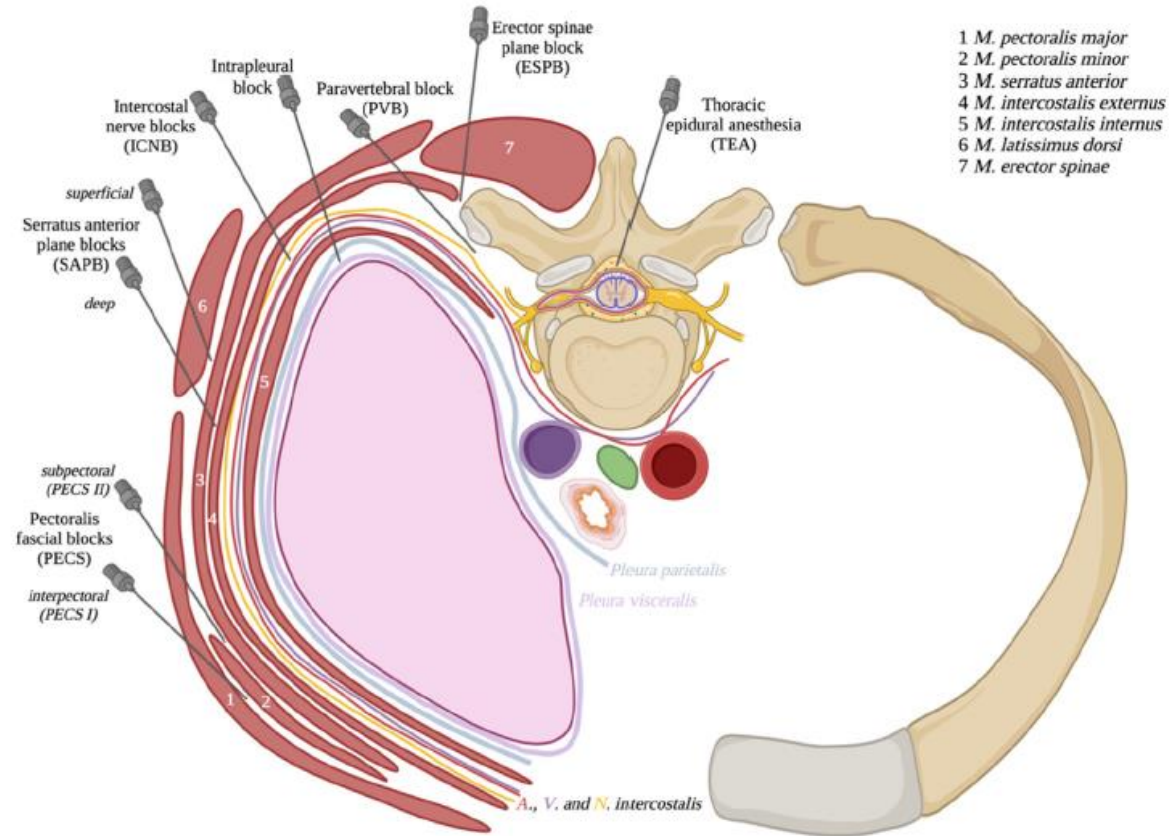


Kardiochirurgie ≠ sternotomie a mimotělní oběh

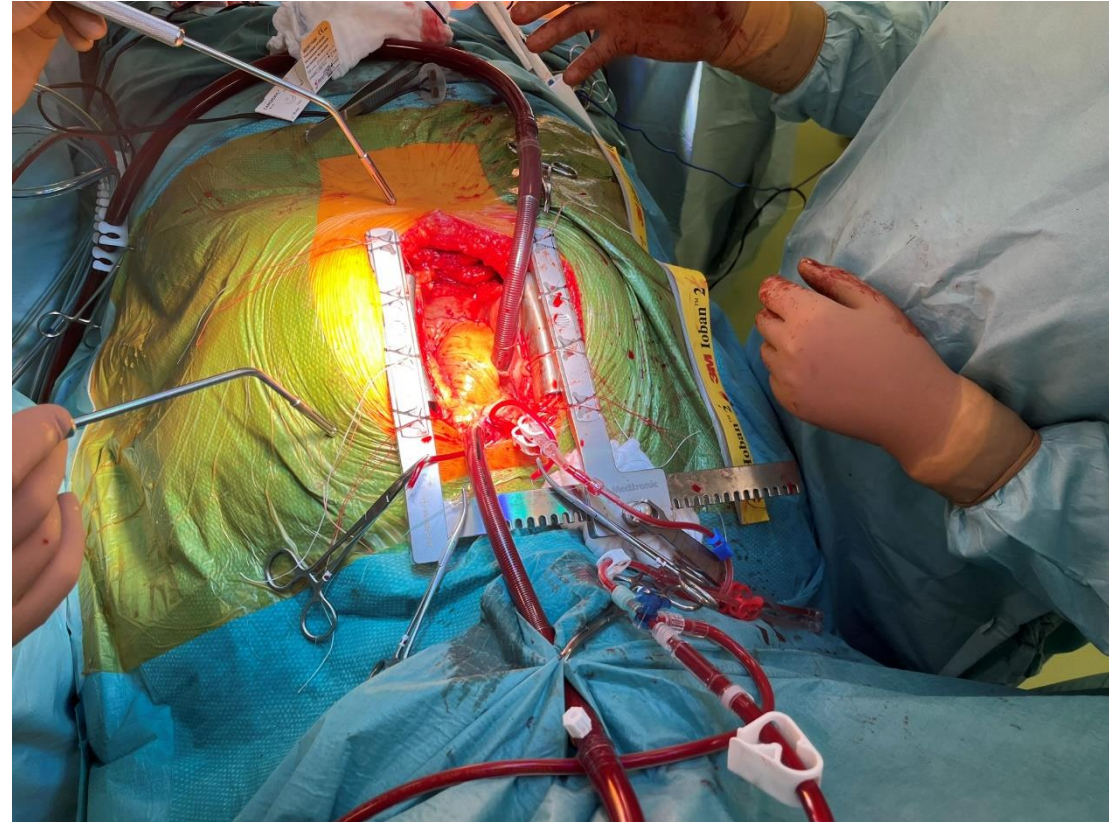
- **méně invazivní chirurgické přístupy (MICS)**
 - > mini sternotomie
 - > mini torakotomie
 - > roboticky asistované výkony
- **méně invazivní extrakorporální cirkulace**
 - > mini ECC / ECMO
- **off pump výkony**



MICS = uplatnění regionální anestezie

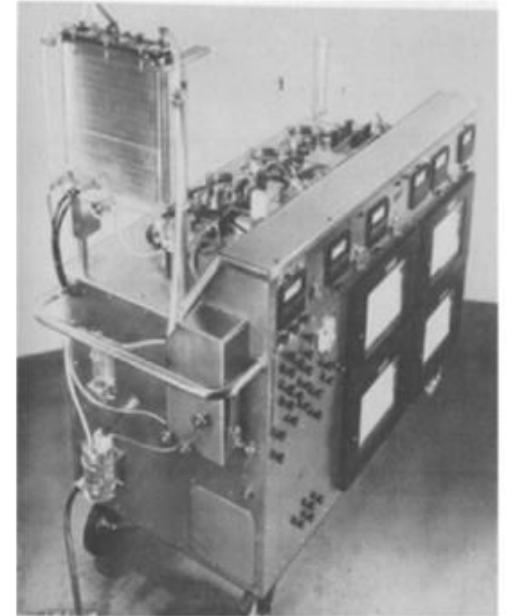
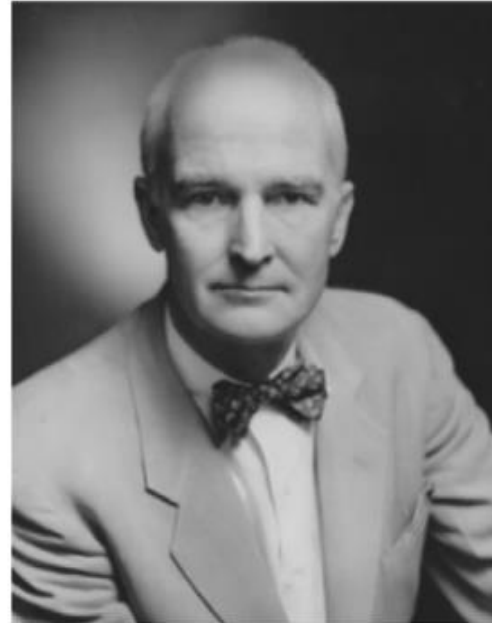


Kardiochirurgie = úzká spolupráce a komunikace

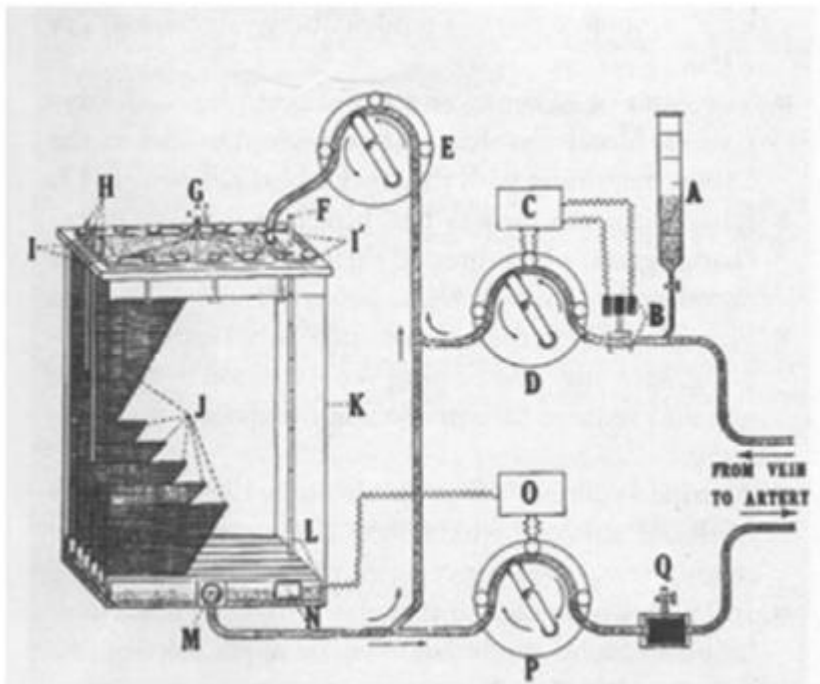


Mimotělní oběh (MTO)

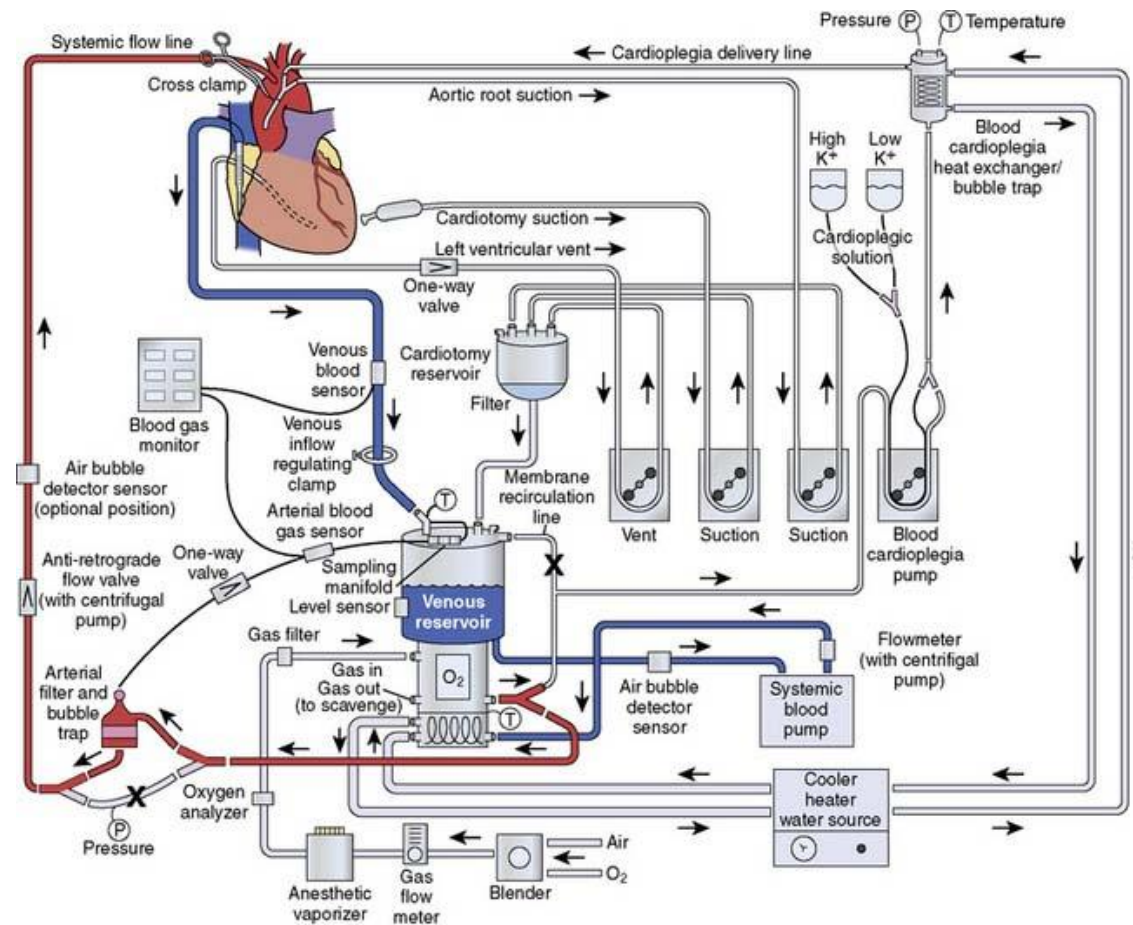
- = cardiopulmonary bypass (CPB)
 - = heart-lung machine (HLM)
 - = extracorporeal circulation (ECC)
-
- 1953 – John Gibbon, Philadelphia
 - 1958 – Jan Navrátil, Brno



1953

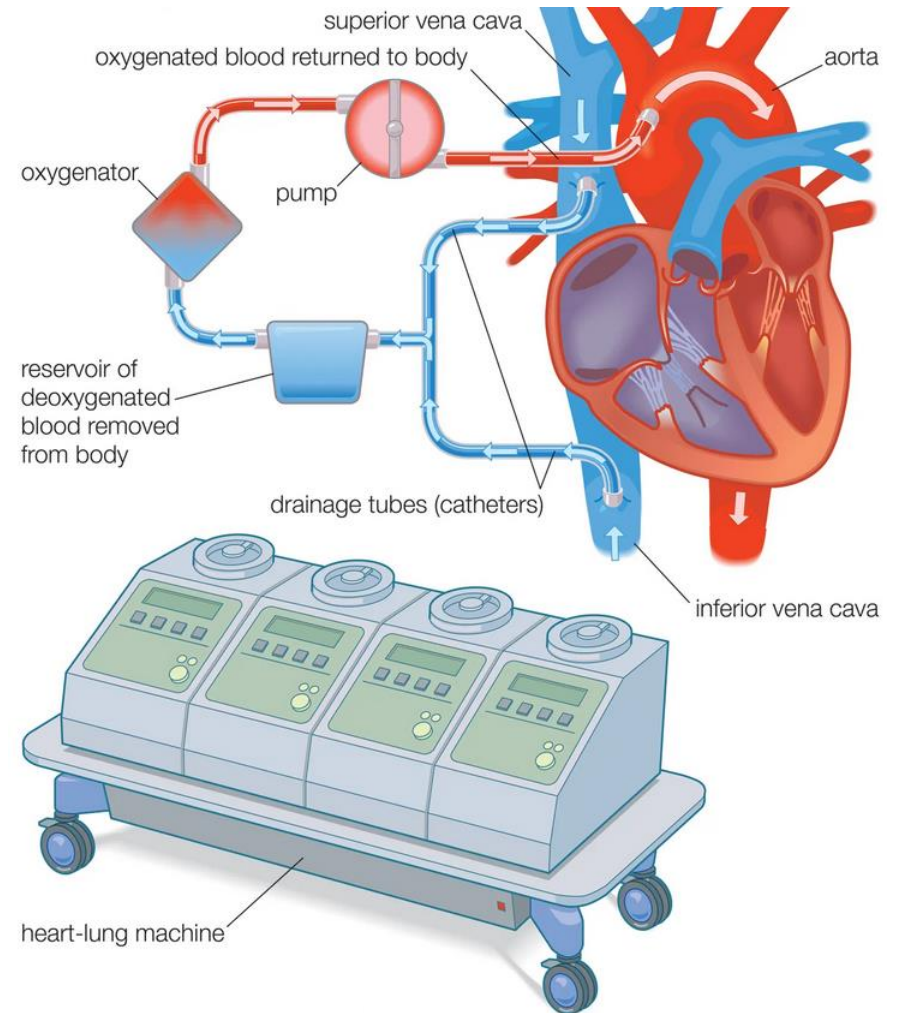


současnost



Mimotělní oběh (MTO)

- **venózní drenáž**
 - > bikavální, atriální, kavo-atriální
- **rezervoár venózní krve**
- **rotační nebo centrifugální pumpa**
- **membránový oxygenátor**
- **výměník tepla**
- **arteriální návratová kanyla**
 - > ascendentní aorta, a.axillaris, a.femoralis



Mimotělní oběh (MTO)

- kardioplegický systém (kanyly a pumpa)
- odsávání krve z operačního pole
- kardiomotomický rezervoár
- venty (drenáž krve ze srdečních oddílů)
- bezpečnostní prvky
 - > tlakoměry, průtokoměry, detektory bublin, filtry, jednosměrné ventily a chlopně



Patofyziologické aspekty MTO

- = ztráta pulzatilního toku krve**
- = kontakt krve a krevních elementů s cizorodými povrchy a vzduchem**

Laminární krevní tok

= pouze tzv. perfúzní tlak s cílovou hodnotou 50-80mmHg

- **krevní průtok je náhradním parametrem srdečního výdeje**

- > kalkulace na základě BSA s korekcí podle aktuální TT

- > 2.2 - 2.8 L/min./m²

- **goal directed perfusion**

- > nepřiměřeně nízký průtok -> hypoperfuze, ↓DO₂

- > nadměrně vysoký průtok -> traumatizace krevních elementů, hyperinflamace

- > pravidelná monitorace náhradních parametrů DO₂ (laktát, SvO₂, NIRS, ...)



Kontakt s cizorodými povrchy

- = aktivace inflamace a koagulopatie, destrukce destiček, denaturace bílkovin
- **biokompatibilní materiály**
 - > biopasivní x biomimetické (aktivní povrch s heparinem, NO a přímým inhibitorem trombinu)
- **hluboká antikoagulace**
 - > nefrakcionovaný heparin ve vysokých dávkách
 - > monitorace aktivovaného koagulačního času (ACT)
 - > antagonizace protaminem v poměru $< 1:1$



MTO a farmakokinetika / -dynamika

- **alterace distribučního objemu**
 - **adheze molekul na cizorodé povrchy**
 - **hemodiluce**
 - **snížená koncentrace plazmatických proteinů**
 - **hypotermie**
- = hůře predikovatelné chování všech běžně používaných léků**

Faktory ovlivňující propofol

- **zahájení MTO** -> **pokles celkové plazmatické koncentrace o 50-75%**
(↑ distribuční objem, vazba na povrchy, hemodiluce)
-> **nárůst volné frakce 2-5x -> vliv na hemodynamiku a CNS**
(↓ koncentrace albuminu)
- **ukončení MTO** -> **nárůst plazmatické koncentrace**
(alterace metabolismu a clearance)
- **nejistá přesnost a spolehlivost tradičních TCI modelů (Schnider, Marsh)**

Anestetika v kardiochirurgii

- **kardiospecifická anestetika neexistují**
- **kardioanestezii lze vést jak intravenózními, tak inhalačními anestetiky**
- **analgezie** silné opiáty + (es)ketamin
- **svalová relaxace** nedepolarizující myorelaxancia (rocuronium, cisatracurium)

Inhalační nebo intravenózní anestezie?

- **dráhy a procesy myokardiální protekce**

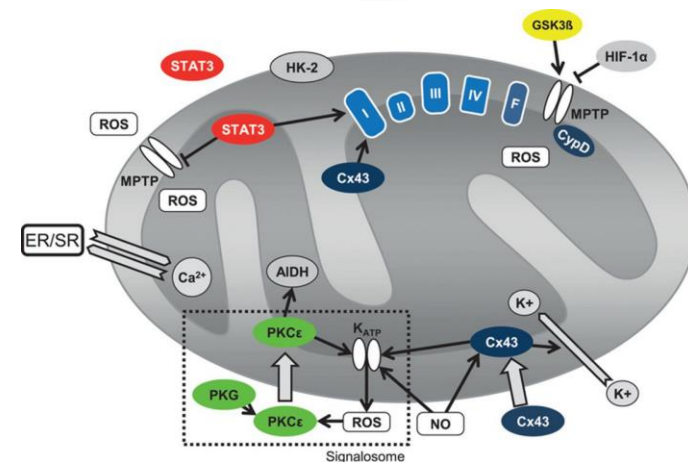
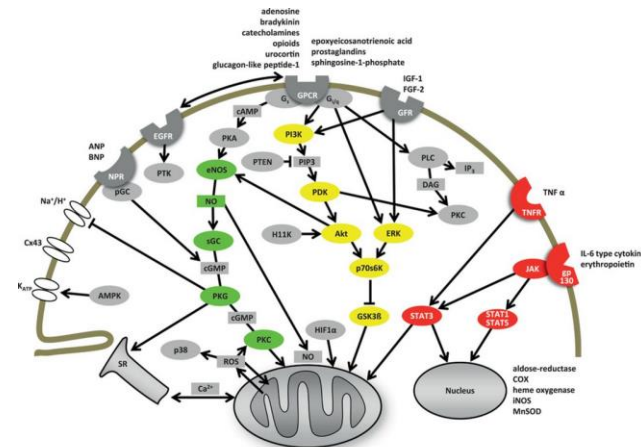
- > aktivace / imitace inhalačními anestetiky

- > inhibice propofolem

- **recentní metaanalýzy desítek studií a tisíců pacientů přínáší protichůdné mortalitní výsledky**

- > Landoni G, et al; NEJM 2019 = non-superiorita

- > Bonnani A, et al; Anesthesiology 2020 = superiorita



Orgánová protekce

- **preoperačně:** **vzdálená ischemická prekondice (RIPC)**
 - > prevence poškození myokardu, AKI
 - > inflace tlakové manžety na HK (3-4x 200mmHg na 5min.)
- **intraoperačně:** **ultrafiltrace**
 - > hemokoncentrace a korekce vnitřního prostředí
 - > vysoce riziková a/nebo anemičtí pacienti (↓ krevní ztráty, ↓ transfuzí)
- **pre- /intraop.:** **farmakoprotekce**
 - > statiny, betablokátory
 - > magnézium jako prevence POCD a arytmíí
 - > glukóza + inzulin + kalium jako prevence LCOS

(IIa, A)

(I, A)

(IIb, B)

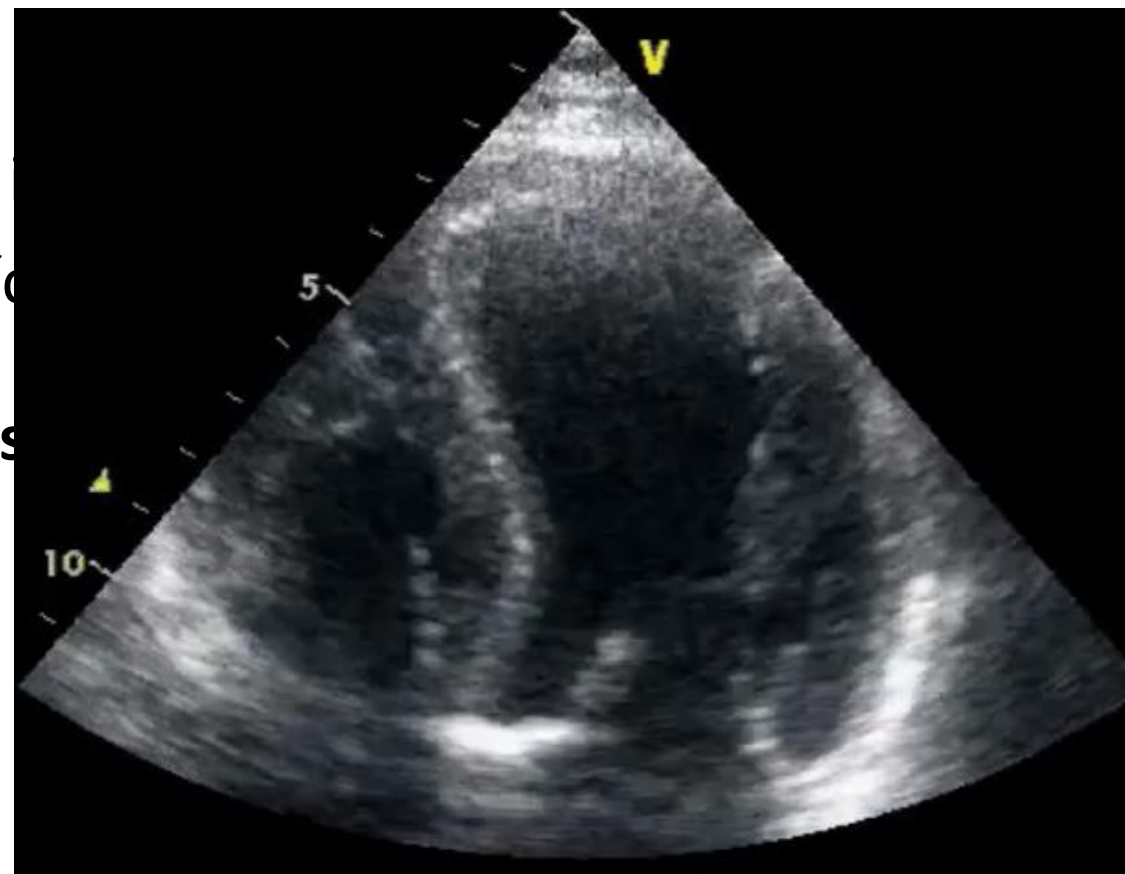
(IIb, B)



Kardioprotekce

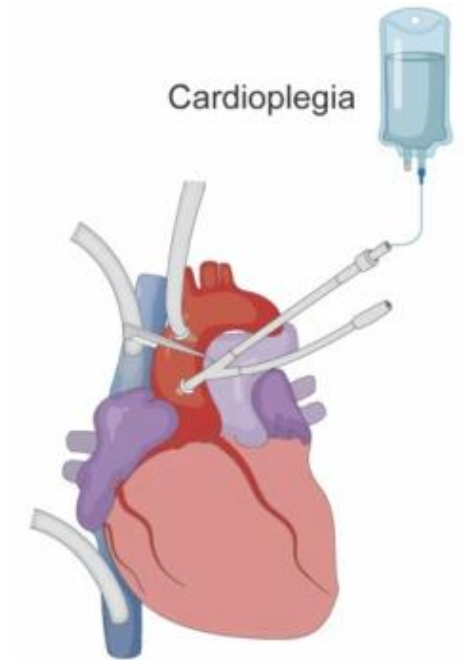


- **kardioplegie** -> hlavní ochrana před
- **unloading** -> dekomprese srdečních
- **nekvalitní / nedostatečná kardioprotekce s**
v bezprostředním pooperačním období
 - > elevace kardioprotektivních enzymů
 - > poruchy kinetiky (interventrikulární septum)
 - > selhání LK, PK nebo biventrikulární



Kardioplegie

- **1955 – 1.kardioplegická zástava v experimentu**
- **snižuje metabolické nároky myokardu (asystolie, hypotermie)**
 - > pokles z 10 na ≤ 2 ml/ 100mg myokardu/ min
- **umožňuje operovat v klidném a bezkrevném poli**
- **různá praxe a mnoho lokálních modifikací**
 - > typ roztoku (čistý krystaloid x směs krystaloidu a krve)
 - > způsob podání (intermitentní x kontinuální, antegrádní x retrográdní)



Kardioplegie

= postupné vyřazení veškeré mechanické a elektrické srdeční aktivity



Neuroprotektce

- pooperační delirium a/nebo kognitivní deficit jsou velmi časté

a) striktní normotermie (v případě adekvátní DO₂)

-> $TT \leq 28^{\circ}\text{C}$ = vybrané výkony na aortálním oblouku

-> $TT > 37^{\circ}\text{C}$ = nikdy 

b) farmakoprotektce

-> magnesium sulfát; thiopental + kortikoidy (DHCA)

c) intraoperační neuromonitorace



Neuromonitorace

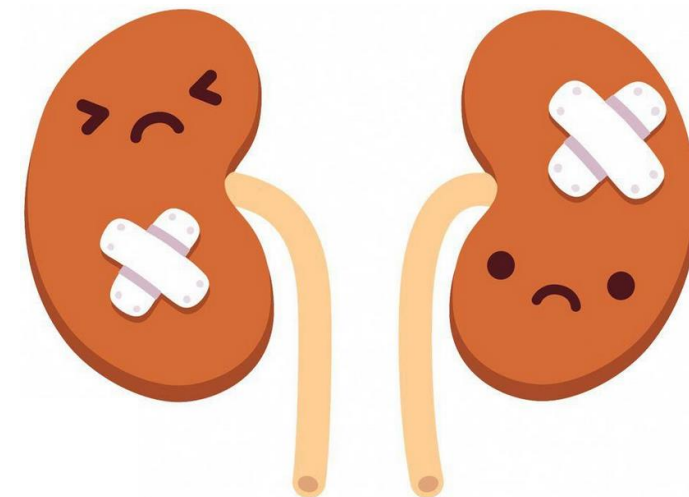


- a) procesované EEG** = **monitorace hloubky anestezie** (IIa, B)
(CAVE – incidence intraoperační bdělosti je až 0.5%)
- b) rS_cO₂ (NIRS)** = **monitorace perfuze CNS / DO₂** (IIa, B)
(CAVE – baseline < 50% a/nebo pokles > 15%)
- c) TCD** = **monitorace perfuze, detekce mikroembolů,** (IIb, C)
zhodnocení cerebrální autoregulace

2024 EACTS/EACTAIC/EBCP
Guidelines on cardiopulmonary bypass

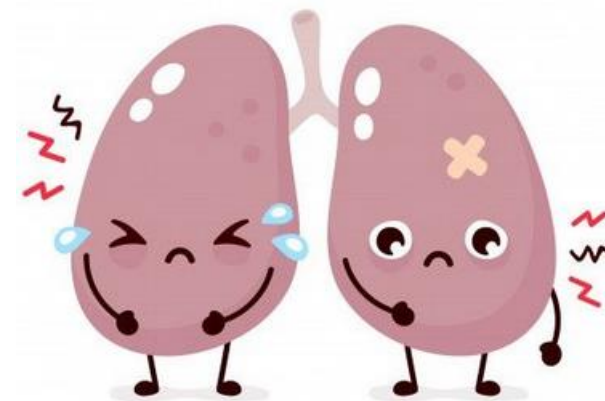
Nefroprotektce

- **AKI postihuje až 40% pacientů po MTO**
- **pozitivní vliv vyšší hodnoty MAP se dosud nikdy nepodařilo prokázat**
-> manipulace / individualizace není doporučena (III, A)
- **perioperační i.v. podání aminokyselin**
-> optimalizace renální perfúze a funkční rezervy (IIa, B)
- **perioperační i.v. podání N acetyl cysteinu**
-> lze zvážit u pacientů s CHRI (IIb,B)



2024 EACTS/EACTAIC/EBCP
Guidelines on cardiopulmonary bypass

Ochrana plic



- **pulmonální komplikace postihují cca 10% pacientů**
-> následek hyperinflamace a ischemicko-reperfuzního poškození
- **pozitivní vliv intraoperační UPV / CPAP se dosud nikdy nepodařilo prokázat**
-> zachování UPV/CPAP na MTO není doporučeno (III, A)
- **selektivní perfuze pulmonální arterie**
-> možné zlepšení plicních funkcí u vysoce rizikových pacientů (IIb, B)

2024 EACTS/EACTAIC/EBCP
Guidelines on cardiopulmonary bypass

Standardní a rozšířená monitorace hemodynamiky

- **Centrální žilní katetr + arteriální linka**

- > kontinuální monitorace krevních tlaků
- > pravidelné odběry krve (ACT, BGA)

- **Jícnová echokardiografie (TEE)**

- > indikace u všech kardiochirurgických výkonů (pokud není absolutní KI) (I, B)

- **Pulmonální katetr (PAC)**

- > použití může zkrátit LOS u rizikových pacientů (IIa, B)



2024 EACTS/EACTAIC/EBCP
Guidelines on cardiopulmonary bypass

Pulmonální katetr v intenzivní péči

REVIEW

Management of cardiogenic shock: state-of-the-art



Christian Jung^{1,2*}, Raphael Romano Bruno¹, Marwan Jumean³, Susanna Price^{4,5}, Konstantin A. Krychtiuk⁶, Kollengode Ramanathan^{7,8}, Josef Dankiewicz⁹, John French^{10,11,12}, Clement Delmas^{13,14}, Alexandra-Arias Mendoza¹⁵, Holger Thiele¹⁶ and Sabri Soussi^{17,18}

Intensive Care Med (2024) 50:1814–1829

It has been shown that the use of PAC in experienced hands is associated with improved outcomes.

[Home](#) > [Intensive Care Medicine](#) > [Article](#)

ESICM guidelines on circulatory shock and hemodynamic monitoring 2025

Conference Reports and Expert Panel | Published: 14 November 2025

We recommend monitoring cardiac output and/or stroke volume in patients who do not respond to initial therapy, to assess the type of shock, hemodynamic status, and evaluate the response to therapy

Ungraded good practice statement
Strong agreement

We suggest using transpulmonary thermodilution or pulmonary artery dilution with the PAC in patients for whom CO monitoring is required.

Ungraded good practice statement
Strong agreement

Podmínky úspěšného odpojení od MTO

- **Eliminace/minimalizace vzduchových bublin ze srdečních oddílů**
- **Obnovení normotermie ($TT \leq 37^{\circ}\text{C}$)**
- **Optimalizace makrohemodynamiky**
(MAP, PP, organizovaný srdeční rytmus – spontánní / stimulovaný)
- **Reinflace plic a obnovení suficientní ventilace**
- **Korekce vnitřního prostředí**
(hematokrit, $p\text{O}_2$, pH, Ca, K, Mg)

Podmínky úspěšného odpojení od MTO



ých bublin ze srdečních oddílů

spontánní / stimulovaný)

ní ventilace

Podmínky úspěšného odpojení od MTO



časných oddílů

raný)

Podmínky úspěšného odpojení od MTO



Na co se dnes nedostalo:

- Patient Blood Management
- Typické komplikace během weaningu a po odpojení
- Vasopresorická a inotropní podpora

Perioperative administration of levosimendan may be considered to improve survival following cardiac surgery in patients with poor LV function and perioperative LCOS.

IIb

B

Perioperative administration of levosimendan should be considered to reduce the risk of LCOS in patients with reduced LVEFs undergoing isolated CABG.

IIa

A

2024 EACTS/EACTAIC/EBCP
Guidelines on cardiopulmonary bypass

Děkuji za pozornost

marek.lukes@cktch.cz

