



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

ERAS v neurochirurgii

Roman Gál

KARIM MU a FN Brno

Neuroanestezie

= anesteziologická péče u neurochirurgických nemocných

= anestezie u operací:

mozku (nádory, trauma, aneurysma, AV malformace)

páteře a míchy

periferních nervů

+ desobliterace carotis

Specifika neuroanestezie

- nervová tkáň je cílem jak neurochirurgické intervence, tak místem účinku anestetik
- minimální tolerance neuronů k hypoxicko-ischemickému poškození
- prostorové léze + edém = nárůst ICP + porucha perfúze

Snížení ICP

- prohloubení anestezie
 - intravenózní anestetika (změna na TIVA)
- drenáž mozkomíšního moku
- svalová relaxancia
- hyperventilace (30-35mmHg)
- osmotická diuretika

ERAS guidelines

- [Anaesthesia](#)
- [Bariatric](#)
- [Breast](#)
- [Cardiac](#)
- [Colorectal](#)
- [Cytoreductive](#)
- [Emergency Laparotomy](#)
- [Gastrectomy](#)
- [Gastrointestinal](#)
- [Gynaecology](#)
- [Head & Neck](#)
- [Liver](#)
- [Liver Transplant](#)
- [Lumbar Spinal Fusion](#)
- [NeonatalObstetricsOesophagectomyOrthopaedicPancreaticThoracicUrologyVascular](#)

Implementation of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) program in neurosurgery

Acta Neurochirurgica (2023) 165:3137–3145, REVIEW ARTICLE

Amani Belouaer · Giulia Cossu · Georgios E. Papadakis · John G. Gaudet · Maria-Helena Perez · Vivianne Chanez · Yann Boegli · Caroline Mury · David Peters · Valérie Addor · Marc Levivier · Roy Thomas Daniel · Nicolas Demartines · Mahmoud Messerer

- pituitary neuroendocrine tumors (Pit-NET) resected by a transsphenoidal approach and craniosynostosis (Cs)
- The ERAS Pit-NET team included 8 active members.
- Through the ERASR certification process, areas for improvement were identified, local protocols were written, and the ERASR program was implemented.
- Patient-centered strategies were developed to increase compliance with the ERASR protocols. A prospective database was designed for ongoing program evaluation.
- Certification was achieved in 18 months. Direct costs and time requirements are reported.
- **Conclusion Successful ERASR certification requires a committed multidisciplinary team, an ERASR coach, and a dedicated nurse coordinator.**

Implementation of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) program in neurosurgery

- Preoperative fasting was shortened and the endocrinologist updated perioperative hormonal replacement protocols.
- The anesthesiologist revised all anesthetic protocols, focusing specifically on pain management and fluid therapy, that was limited to 1500 ml during the first 4 h of surgery.
- Invasive measures were limited to selected cases: namely a urinary catheter was used only in surgeries expected to last more than 3 h, while an arterial line was limited to ACTH—or GH-secreting PitNET.
- Early mobilization and feeding represented two important key points in the post-operative management to obtain an early discharge that was fixed 3 days after surgery (except in case of complication).

Implementation of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) program in neurosurgery

- The pediatric anesthesiology and intensive care teams worked together to standardize perioperative sedation and analgesia protocols, as well as blood product and fluid management.
- A particular effort was made to maintain a temperature between 36.5 and 37.5° C and to limit blood loss during surgery through the systematic administration of tranexamic acid.
- The surgical technique was also standardized, along with the assessment of the aesthetic outcomes .
- Systematic pain assessment through the use of the FLACC scale was an important point added in the early postoperative management, along with a controlled administration of opioids.

Enhanced recovery after surgery – ERAS in elective craniotomies-a non-randomized controlled trial

Elayat et al. BMC Neurology (2021) 21:127

- We wished to compare the length of intensive care unit (ICU) or high dependency unit (HDU) stay of patients undergoing elective craniotomy for supratentorial neurosurgery: ERAS protocol versus routine care.
- Elements-of-care in the ERAS group were- Preoperative –family education, complex-carbohydrate drink, intraoperative – scalp blocks, limited opioids, rigorous fluid and temperature regulation
- Postoperative early mobilization, removal of catheters, and initiation of feeds.
- The two groups were compared with regards to the length of ICU stay, pain scores in ICU, opioid requirement, glycemic control, and hospital stay duration.

Conclusion: The study demonstrated a significant reduction in the proportion of patients requiring ICU/ HDU stay > 48 h. Better pain and glycemic control in the postoperative period may have contributed to a decreased stay.

Goal-directed hemodynamic therapy (GDHT)

- **Cílená hemodynamická optimalizace** (GDHT) je komplexní skupina intervencí zaměřených na zlepšení dodávky kyslíku a tkáňové perfuze, která se úspěšně používá v několika chirurgických indikacích v perioperačním období.
- Ke stanovení různých hemodynamických hodnot lze použít mnoho přístrojů
 - invazivních
 - minimálně invazivní
 - jejichž použití umožňuje pomocí intravenózních tekutin a vazoaktivních léků zacílit na předem definované cíle.

Goal-directed fluid therapy-technika

- balancované roztoky 3ml/kg/hod ke krytí nechirurgických ztrát
- monitorace pomocí dynamických metod – SVV, PPV
- další metody – transesofageální Doppler, bioimpedance, TEE ...
- SVV, PPV $\geq 10-15\%$ - fluid responder – bolusy 250 ml krystaloidů k dosažení variace pod 10%
- při využití monitorace SV je cílem dosažení optimálního IV objemu s maximálním SV
- podání roztoků je ukončeno při dosažení normovolemie
- K bolusům používány krystaloidy

Doporučení

- Po celé perioperační období udržovat normovolémii k dosažení optimální tkáňové perfuze
- Hypovolémie i hypervolémie jsou spojeny se zvýšenou poop morbiditou
- Hypovolémie – vliv předoperačního stavu, faktorů spojených s anestezií a operačním výkonem, ústí v pokles CO a orgánové perfúze
- Hypervolemie – důsledek excesivního přívodu tekutin, může vyvolat otok tkání, zhoršení tkáňové perfúze a významnou retenci tekutin
- Monitorace: tradiční statické parametry – TK, TF, CVP, diuréza, nemohou odhalit tkáňovou hypoperfuzi

Dynamické parametry

- stanovení odpovědi na tekutinovou výzvu a vedení GDT
- variace arteriální křivky- PPV,SVV,event CO, SV
- UTZ technologie – esofageální Doppler, TTE, TEE
- další – bioimpedance...
- laboratorní vyšetření- laktát, Mac – intermitentní odběry, není informace o akutní změny

Volba tekutiny

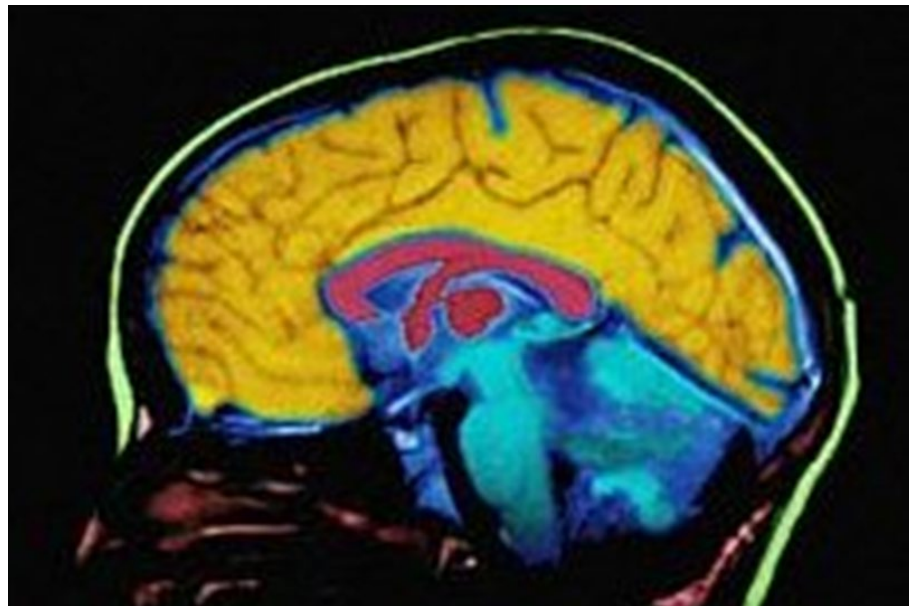
- doporučeny balancované krystaloidy, přednost před FR nebo koloidy, k udržení normovolemie, bolusy 250 ml jako tekutinovou výzvu, hrazení krevních ztrát 1,5:1
- Koloidy- někteří lékaři preferují k náhradě koloidy vč albuminu, 1:1, není signifikantní benefit oproti krystaloidům

GDHT u neurochirurgických výkonů

- pacienti podstupující rozsáhlé neurochirurgické výkony jsou vystaveni riziku nedostatečného intravaskulárního objemu
- přetížení tekutinami může přispět ke zhoršení edému mozku.
- na druhé straně podávání diuretik vede ke snížení edému mozku
- snížení předoperačního příjmu tekutin a intraoperační ztráty krve vedou ke snížení intravaskulárního objemu
- snížení průtoku krve a zásobení mozku a dalších tkání kyslíkem, což vede k orgánové dysfunkci

Osmoterapie - **Manitol**

- osmotické diuretikum, nástup účinku za 10-15min. ,
dávkování 0,25-1g/kg,(320mOsm/kg)
- vede k expanzi plasmy, ↓ hematokritu, viskozity krve
a ICP, ↑ CPP a zlepšuje CBF



Hrdy et al. Perioperative Medicine (2023) 12:32

<https://doi.org/10.1186/s13741-023-00321-3>

Effects of goal-directed fluid management guided by a non-invasive device on the incidence of postoperative complications in neurosurgery: a pilot and feasibility randomized controlled trial

Ondrej Hrdy, Milos Duba, Andrea Dolezelova, Ivana Roskova, Martin Hlavaty, Rudolf Traj, Vit Bönisch, Martin Smrcka and Roman Gal

Kritéria pro zařazení a vyloučení

Inclusion criteria	Exclusion criteria
Age \geq 18 years	ASA category IV
Expected duration of surgery \geq 2 hours	Surgery for traumatic brain injury or acute hemorrhagic stroke
Written informed consent	Osmotherapy used prior surgery
American Society of Anesthesiologists (ASA) category I–III	Operation position other than lateral or supine
-	Awake neurosurgery
-	Unavailability of hemodynamic monitoring

Anestezie

- celková anestezie byla navozena intravenózním podáním propofolu. K útlumu hemodynamické odpovědi na laryngoskopii byl přidán sufentanil.
- pro usnadnění intubace bylo použito rokuronium.
- po tracheální intubaci byla zahájena UPV: dechový objem 8-10 ml/kg, dechová frekvence 10-14/min k udržení end-tidal CO₂ mezi 30 a 35 mmHg.
- anestezie byla udržována infuzí propofolu a další dávky opioidů a relaxancií byly podávány podle uvážení ošetřujícího anesteziologa.
- teplota pacientů byla udržována v rozmezí 36-37 °C pomocí cirkulující vodní přikrývky.

Hemodynamický monitoring a tekutinová optimalizace

- v jednom rameni (STANDARD) bylo perioperační hemodynamické řízení a pooperační péče ponechána na uvážení ošetřujícího anesteziologa a intenzivisty
- ve druhém rameni (GDHT) bylo kromě standardního monitorování vitálních funkcí použito neinvazivní hemodynamické monitorování.

The Starling™ SV System

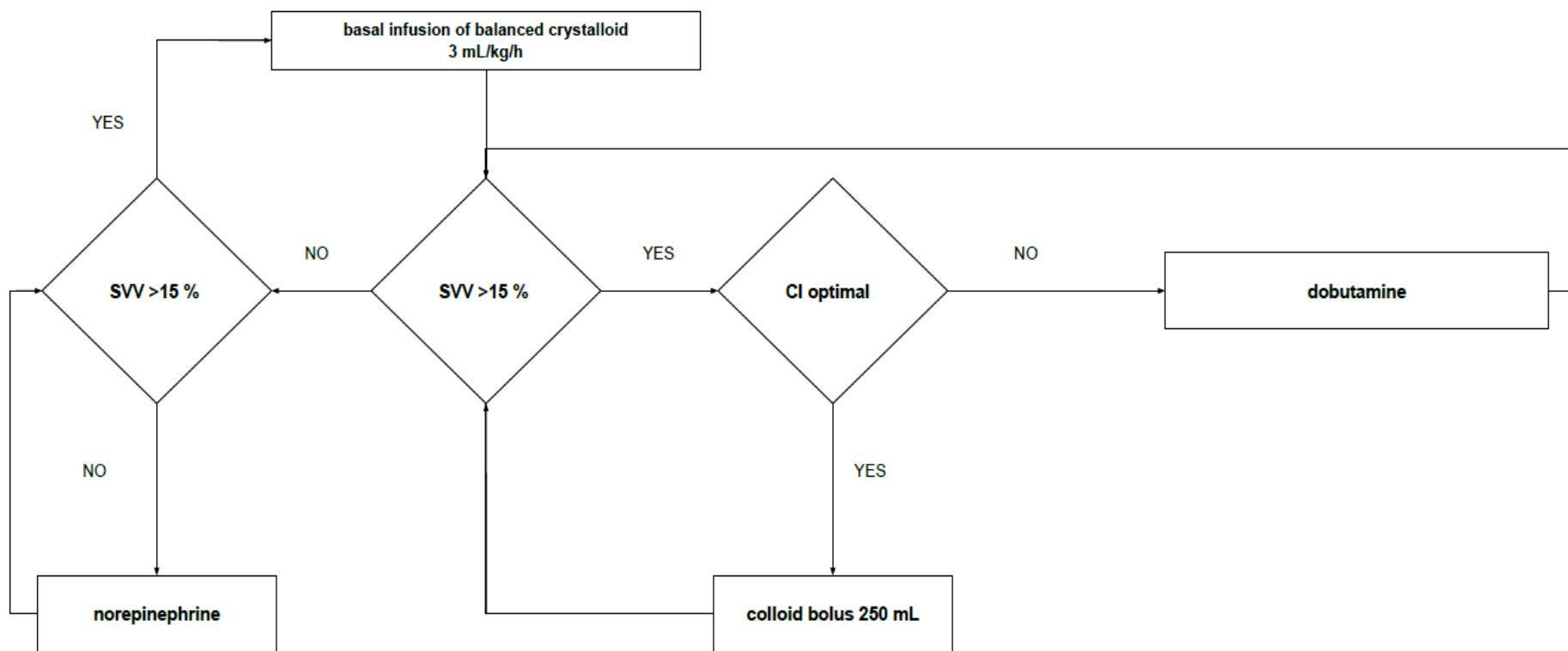
Systém Starling™ SV je přenosný neinvazivní přístroj pro monitorování srdečního výdeje (CO) založený na technologii BIOREACTANCE®, který je schopen předpovědět reakci na intravenózní podání tekutin v situacích kritické péče podobně jako invazivní metody (např. jícnový doppler).

- měří srdeční frekvenci (HR)
- tepový objem (SV)
- **variace tepového objemu (SVV)**
- střední arteriální tlak (MAP)
- systolický krevní tlak (SBP)
- diastolický krevní tlak (DBP)

Hemodynamická optimalizace

- kdykoli byla SVV vyšší než 15 %, byly podávány bolusy koloidů (Gelaspan 4 %, 250 ml)
- v případě, že SVV byla vyšší než 15 % a CI se snížil dalším bolusem koloidu, byla zavedena inotropní léčba (dobutamin).
- v případě hypotenze se středním arteriálním tlakem (MAP) pod 65 mmHg při SVV nad 15 % byl podán bolus 250 ml koloidu.
- pokud došlo k hypotenzii s MAP pod 65 mmHg a SVV pod 15 %, zahájili jsme léčbu pomocí vazopresorů.

Algoritmus hemodynamické optimalizace



Perioperační hodnoty

Characteristic	GDHT (n=17)	STANDARD (n=17)	p value
Beginning of surgery			
MAP(mmHg)	106 ± 13	109 ± 17	0.478
Heart rate (beats/min)	71 ± 11	66 ± 12	0.294
Hb (g/l)	137 ± 11	135 ± 18	0.826
Patients with unsatisfactory brain tissue relaxation	4(23.5%)	4(23.5%)	1
During surgery			
Number of patients transfused	3(17.6%)	2(11.8%)	0.628
Number of patients with hypotension episode	7(41.2%)	6(35.3%)	0.724
Number of patients with vasoactive drug intervention	7(41.2%)	4(23.5%)	0.271
Number of patients with fluid bolus	11(64.7%)	6(35.3%)	0.086
Number of patients with brain oedema requiring intervention	0	0	-

Počet komplikací

Complication/Outcome	GDHT (n=17)	STANDARD (n=17)	p value
Cardiovascular			
Minor	11(64.7%)	12(70.6%)	0.714
Major	0(0.0%)	1(5.9%)	1
Pulmonary			
Minor	10(58.8%)	11(64.7%)	0.724
Major	1(5.9%)	3(17.6%)	0.287
Infection			
Minor	1(5.9%)	4(23.5%)	0.146
Major	0(0.0%)	0(0.0%)	-
Renal			
Minor	0(0.0%)	0(0.0%)	-
Major	0(0.0%)	0(0.0%)	-
Gastrointestinal			
Minor	7(42.2%)	7(42.2%)	1
Major	0(0.0%)	0(0.0%)	-
Coagulation			
Minor	1(5.9%)	2(11.8%)	0.545
Major	2(11.8%)	3(17.6%)	0.628
Neurological			
Minor	4(23.5%)	2(11.8%)	0.628
Major	0(0.0%)	0(0.0%)	-
Any minor complications	16(94.1%)	15(88.2%)	0.545
Any major complications	2(11.8%)	6(35.3%)	0.105
Any complications	15(88.2%)	16(94.1%)	0.545
ICU LOS (days)	7 ± 9.9	8 ± 9.6	0.569
Hospital LOS (days)	14 ± 6.5	15 ± 8.5	0.976

Výsledky

- proveditelnost a bezpečnost přístupu GDHT s použitím neinvazivního systému Starling™ SV u pacientů podstupující neurochirurgický výkon (34 dospělých osob)
- žádný pacient neměl během nebo 24 hodin po výkonu po operaci neuspokojivou relaxaci mozkové tkáně nebo otok mozku vyžadující léčbu
- komplikace se vyskytly u **dvou (11,8 %)** pacientů ve skupině GDHT a u **šesti (35,3 %)** pacientů kontrolní skupiny ($p = 0,105$).

Cíle studie

- testovaná skupina pacientů (n=70)
- cílem této studie bude posoudit bezpečnost a účinnost hemodynamické optimalizace pomocí neinvazivního systému Starling™ SV u elektivní neurochirurgických výkonů
- srovnání s kontrolní skupinou (n=70)
- hemodynamický management se bude řídit standardním monitorováním vitálních funkcí

Primární cíle

- Akutní poškození ledvin (stadium 1, 2, 3 podle doporučení KDIGO)
- Syndrom akutní respirační tísně (ARDS, podle berlínské definice syndromu respirační tísně)
- Arytmie (mírná/středně těžká/závažná)
- Srdeční zástava
- Kardiogenní plicní edém (mírný/středně těžký/těžký)
- Hluboká žilní trombóza (DVT; mírná/středně těžká/závažná)
- Plicní embolie (PE)
- Delirium (skóre ≥ 4 podle kontrolního seznamu pro screening deliria v intenzivní péči)
- Krvácení z gastrointestinálního traktu (mírné/středně závažné/závažné)
- Infekce, zdroj nejasný (mírná/středně těžká/závažná)
- Laboratorně potvrzená infekce krevního řečiště (mírná/středně těžká/těžká)
- Infarkt myokardu (lehký/středně těžký/těžký)
- Poškození myokardu po nekardiální operaci (MINS)
- Zápal plic (mírný/středně těžký/těžký) Paralytický ileus (lehký/středně těžký/těžký)
- Pooperační krvácení (středně těžké/těžké)
- Cévní mozková příhoda (lehká/středně těžká/těžká)
- Infekce v místě operace (povrchová; mírná/středně těžká/závažná)
- Infekce v místě chirurgického výkonu (hluboká; mírná/středně těžká/závažná)
- Infekce močových cest (mírná/středně těžká/těžká)

Sekundární cíle

- sledované parametry:
- doba trvání operace (min)
- LOS (den přijetí - den propuštění se počítá jako 1 den)
- LOS na jednotce intenzivní péče (den přijetí - den propuštění se počítá jako 1 den)
- 28 denní mortalita (počet pacientů, kteří nežijí 28 dní po randomizaci)

Srovnání hemodynamických charakteristik mezi studovanými skupinami

- MAP (mmHg; před operací, po operaci)
- HR (Bpm; před operací, po operaci)
- SVV (%; před operací, po operaci)
- počet epizod hypotenze
- MAP pod 65 torrů
- počet podání vazopresorů

Srovnání laboratorních hodnot

- Hemoglobin (g/l; před, a v 24hodinovém pooperačním období)
- hladina laktátu (mmol/L; před, a v 24hodinovém pooperačním období)
- srovnání tekutinové bilance a podaných tekutin mezi skupinami

Sledované parametry:

- objem krevních ztrát (ml/kg; během operace a v 24hodinovém pooperačním období)
- výdej moči (ml/kg/hod; během operace a ve 24hodinovém pooperačním období)
- počet podaných jednotek balených RBC (během operace a ve 24hodinovém pooperačním období)
- počet subjektů, kterým byla podána transfuze (během operace a ve 24hodinovém pooperačním období)
- spotřeba krystaloidních a koloidních roztoků (typ a celkový objem infuze během operace a ve 24hodinovém pooperačním období)
- bolusy krystaloidů (ml; během operace)



Děkuji za pozornost...

