UNIVERSITY HOSPITAL BRNO
FACULTY OF MEDICINE
MASARYK UNIVERSITY

DEPARTMENT OF PAEDIATRIC
ANAESTHESIOLOGY
AND INTENSIVE CARE MEDICINE

Patient Blood Management v dětské anestezii – máme ještě rezervy?

Eva Klabusayová

FAKULTNÍ NEMOCNICE BRNO

MUNI MED

Patient Blood Management



Multimodální strategie za účelem screeningu, diagnostiky a správné léčby anémie a koagulopate pomocí cílené terapie (goal-directed therapy) při současné minimalizaci krvácení



Cílem je zlepšit péči o pacienty a jejich outcome



Management pacientů s potenciální nebo probíhající kritickou anémií, klinický významným krvácením a/nebo koagulopatií



V dětské anestezii problematické vzhledem k odlišnému věku, fyziologii, farmakologii

Benefity PBM

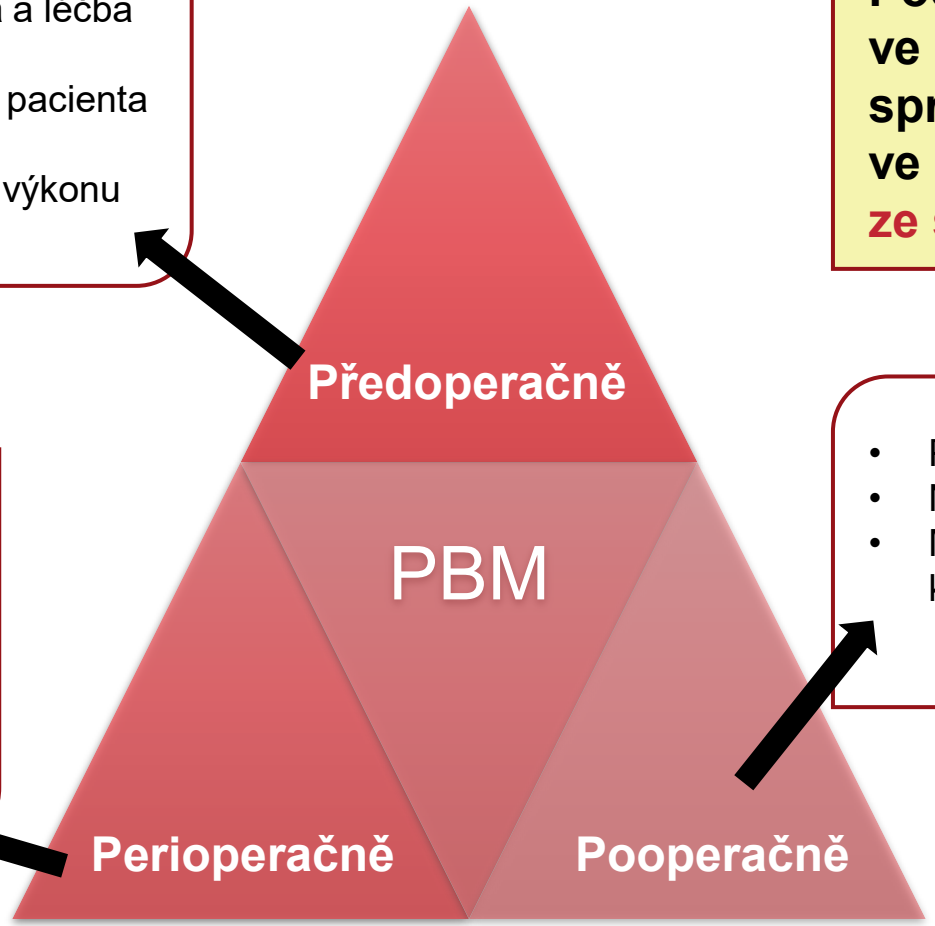


- Využívá doporučení odborného konsensu a EBM k podpoře, zlepšení a udržení vysoce kvalitních postupů ve zdravotnictví.
- Snižuje variabilitu v poskytované péči.
- Zvyšuje bezpečnost pacienta s nižší morbiditou a mortalitou.
- Zlepšuje výsledky léčby orientované na pacienta.
- Snižuje počet zbytečných krevních transfuzí.
- Zlepšuje alokaci zdrojů.
- Snižuje náklady spojené s poskytováním zdravotní péče.
- Zlepšuje péči poskytovatelů zdravotní péče a jejich pracovní spokojenost.
- Prosazuje autonomii pacienta a péči zaměřenou na pacienta.
- Podporuje optimální využívání krevních složek.

Tři pilíře PBM v perioperační péči

- Screening, diagnostika a léčba anémie
- Zhodnocení rizikovosti pacienta a operačního výkonu
- Adekvátní načasování výkonu
- Plán péče

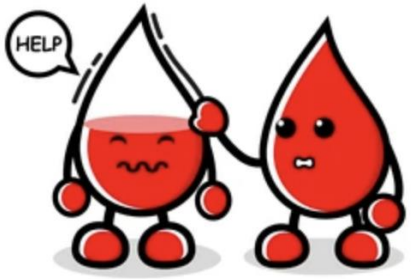
Podej správný přípravek ve správné dávce, správnému pacientovi, ve správnou chvíli, ze správného důvodu.



- Minimalizace krevních ztrát
- Minimalizace iatrogenních ztrát
- Chirurgické/anestetické techniky
- Normotermie
- POCT viskoelastometrické metody
- Restriktivní přístup k transfuzím

- Péče zaměřená na pacienta
- Netransfuzní léčba anémie
- Maximalizace fyziologické kompenzace anémie

Blood Health, anémie



Snížení počtu RBC – snížení transportní kapacity pro O_2

Population	Non -Anaemia*	Anaemia*		
		Mild[a]	Moderate	Severe
Children 6 - 59 months of age	110 or higher	100-109	70-99	lower than 70
Children 5 - 11 years of age	115 or higher	110-114	80-109	lower than 80
Children 12 - 14 years of age	120 or higher	110-119	80-109	lower than 80
Non-pregnant women (15 years of age and above)	120 or higher	110-119	80-109	lower than 80
Pregnant women	110 or higher	100-109	70-99	lower than 70
Men (15 years of age and above)	130 or higher	110-129	80-109	lower than 80

WHO. Haemoglobin Concentrations for the Diagnosis of Anaemia and Assessment of Severity. Geneva: World Health organization; 2011

Předoperační příprava

Incidence anémie před chirurgickým výkonem je u novorozenců 32%, u dětí 24% [Goobie et al.]

Předoperační anémie u dospělých i u dětí je silným prediktorem perioperačního podání krevní transfuze a je spojena s nežádoucími outcomy (grade A) [ESAIC]

Předoperační screening u výkonů s vysokým rizikem krevních ztrát je doporučen 3-6 týdnů před plánovaným výkonem

Plánované výkony je doporučeno za účelem optimalizace Hb odložit



Table 3 Oral and intravenous iron formulations for paediatrics. *Ganzoni formula to estimate total iron deficit.[21]

Iron formulation	*Recommended dosage*	*Benefit*	*Criticality*
Oral			
Iron sulfate Iron gluconate	2–6 mg kg^{-1} day^{-1}	Standard treatment Good intestinal absorption Low cost	GI side-effects in 15–32% Unpleasant taste Drop preparation rarely available
Iron glycinate	0.45 mg kg^{-1} day^{-1}	Good intestinal absorption Limited side-effects Drop formulation available	
Liposomal iron	1.4 mg kg^{-1} day^{-1}	Excellent palatability No side-effects Drop formulation available	Possibly less prompt response to therapy
Intravenous			
I.V. iron gluconate (FDA approved for ≥6 yr)	Iron deficit (mg)* =weight (kg) ×(target-actual Hb (g dl^{-1}) ×2.4+15×weight (kg)	Effectiveness independent of GI absorption Very low GI side-effects	Hospitalisation required Multiple infusions
I.V. carboxymaltose iron (FDA approved >1 yr)	Iron deficit (mg)* =weight (kg) ×(target-actual Hb (g dl^{-1}) ×2.4+15×weight (kg)	Effectiveness independent of GI absorption Single administration	Hospitalisation required

Zdroj: Goobie SM, Faraoni D. Perioperative paediatric patient blood management: a narrative review. Br J Anaesth. 2025;134(1):168-179

Peroperačně

- Optimalizace krevního tlaku a tekutinového managementu (cave hemodiluce)
- Restriktivní transfuzní strategie řízená fyziologickými parametry
- Goal-directed transfuzní algortitmy řízené POCT
- Optimalizace hemostatické chirurgické techniky
- Antifibrinolytika
- Cell saver
- Rekombinantní koagulační faktory
- Normovolemická hemodiluce

NORMOTERMIE

Peroperačně

Nedoporučuje se podání krevní transfuze u hemodynamicky stabilních dětí, pokud je hodnota hemoglobinu aspoň 70 g/l (grade 1B) [ESAIC]

Korelace s klinickým obrazem: hemodynamická stabilita, NIRS, laktát, BD, pH

CAVE: over-transfuze - potransfuzní cíl Hb 95 g/l u hemodynamicky stabilních bez aktivního krvácení

Antifibrinolytika – kyselina tranexamová

- Redukce krevní ztráty a následné potřeby transfuzí
- Při správném dávkování nezvyšuje incidenci trombembolických komplikací
- Loading dose 10-30 mg/kg, infuze 5-10 mg/kg/h

Peroperačně

U novorozenců a dětí podstupujících kardiochirurgické i nekardiochirurgické výkony je doporučeno využívat intervence řízené pomocí viskoelastometrických metod, které napomáhají rozhodování o indikaci transfuze. (grade 2C) [ESAIC]

Normovolemická hemodiluce

odběr a uskladnění plné krve po úvodu do anestezie při současném udržení normovolemie náhradou krystaloidy, cíl dosažení HCT 0,2-0,25

\+ Očekávána vysoká krevní ztráta a omezené uplatnění ostatních strategií PBM

\− Nevhodné pro urgentní stavy
Rychlý přesun tekutin

Rekombinantní faktory

U dětí s masivním krvácením a hypofibrinogenémií je doporučeno použití fibrinogenu jako alternativy ke kryoprecipitátu. (grade 2B) [ESAIC]

PCC – téměř žádná data pro pediatrickou populaci, indikace pouze u vzácně u koagulopatií nereagující na první linii léčby

Peroperačně - Cell saver





Odebrání krve z operačního pole → antikoagulace a shromáždění ve sterilním zásobníku → koncentrace a promytí na jednotku PRC (packed red cells)

Bez rizika infekce nebo potransfuzní reakce
Vyloučení chyb v AB0 systému
Rychlé vrácení objemu
Vysoká koncentrace koncentrátu erytrocytů

Vysoká finanční náročnost
Profesionálně vyškolený personál
Časová prodleva u akutního krvácení

Peroperačně – transfuzní protokol

Kritéria ŽOK u dětí

Hemodynamická nestabilita s krevní ztrátou ± pokračující krvácení, klinické a laboratorní známky hypoperfuze

* Ztráta krve: > 10 % objemu do 30 minut. / 50 % objemu krve během 3 hodin/ celého objemu za 24 hodin
(novorozenec 80-85ml/kg, do 2 let 75ml/kg, 2-15let 72ml/kg, >15let 60ml/kg)
* Trauma hrudníku, břicha, pánve či mnohočetné poranění dlouhých kostí a/nebo kraniocerebrární poranění
* Závažné GIT či chirurgické krvácení

Damage control resuscitace
Identifikace a kontrola krvácení, komprese, turniket, tlakový obvaz, chirurgické ošetření, angiografie

ABCD, vitální funkce, GCS, TT, 2x i.v. vstup/ i.o. vstup + vstupní vyšetření
- KS, KO, ABR, iCa, laktát, biochemie
- Koagulace PT, INR, APTT, Fibrinogen + ROTEM

TXA do 3 hodin od začátku krvácení
15 - 20 mg i.v. (max. 1g)
Násl. zvaž kont. Aplikaci 2 mg/kg/h
(8 hod či do zástavy krvácení)

dávka: _____ čas: _____

Aktivuj krevní banku 2626, 4500;
Konzultace: hematolog 4500, ROTEM 4404
Info: Jméno, RČ, hmotnost, odd/op.sál č.
Vzorek: do červené zkumavky, odešli co nejdříve

Optimalizace:
- oxygenace,
- srdeční výdej
- tkáňová perfuze
- prevence hypotermie + aktivní ohřev
- TK syst v normě, vyjímka při KCP – viz. protokol KDAR

TK sys = 2 × věk (roky) + 65

MAP = 1,5 × věk (roky) + 40

Objemová resuscitace
10 - 20 ml/kg balancovaný roztok, max. 30 - 40 ml/kg/h i.v.

1. krok: Rescue terapie

Transfuze erytrocyty
0 Rh negat
20 ml/kg/10 min

Fibrinogen koncentr.
50 mg/kg/5 min

Anebo/když nejsou dostupné koncentráty koag.f.

Transfuze erytrocyty
0 Rh negat
20 ml/kg/10 min

Octaplas/FFP AB
15 - 20 mg/kg/10min
ERY:FFP 2:1

2. krok: Co nejdříve cílená léčba

vyšetření	aktuální hodnota	indikační hranice	intervence	dávka
ML nebo „flatline“		> 15 % nebo „flatline“	TXA 20 mg/kg (max. 1g)	
APTEM		v normě		
INR*heparin? hemofilik?		> 2 a/nebo	PCC 25 – 50 IU/kg	
EXTEM CT		>100s	ev. Octaplas/FFP 20ml/kg	
event. INTEM CT		>240		
Fibrinogen		< 2 g/l a/nebo	Konc. fbg 50 mg/kg	
FIBTEM A10		< 10 mm		
Hb		< 70 g/l	ERD 20 ml/kg izoskup.	
Trombocyty		< 50×10^9/l, KCP<100×10^9/l	Tromokoncentrát 20ml/kg,	
FIBTEM A10		> 10 mm	ev. 1 TU	
EXTEM A10		< 40 mm		
iCa^{2+}		< 1,0 mmol/l	10% Ca gluc 0,3 ml/kg	

Cílové parametry: Teplota > 36°C, pH > 7,2, Laktát < 3mmol/l, iCa^{2+} > 1,1 mmol/l, Trombocyty: > 50×10^9/l, KCP > 100×10^9/l, PT/APTT-R < 1,5, Fibrinogen > 2g/l, Hb > 70 – 90 g/l

- vyluč chirurgické krvácení, koriguj acidózu, hypotermii, hypoklacémii, hypovolemii
- rescue „off-label“ podání rfVIIa při selhání standardních postupů (90 – 100 µg/kg)
- při přetvávání masivního difuzního krvácení zvaž fXIII 20 IU/kg (fXIII < 40%, ROTEM)

Chirurgické ošetření krvácení / hemodynamická stabilizace / cílové parametry krevního obrazu

ano → Ukonči protokol ŽOK, profylaxe HŽT pokud je indikována

ne → Opakuj vyšetření a léčbu do chir. kontroly krvácení

Zdroj: Trčková A., Doporučený postup pro ŽOK, KDAR FN Brno

Pooperačně

Netransfuzní léčba anémie

- Omezení dalších krevních ztrát
- Podpora krvetvorby (železo, B12, K, folát)

Individuální přístup k transfuzím

- Restriktivní práh pro transfuzi (Hb <70 g/l u stabilních pacientů)
- Odklon od rigidních číselných limitů (Hb)
- Zohlednění fyziologického stavu a kardiopulmonální rezervy

Prevence vzniku iatrogenní anémie

- Minimalnizace krevních odběrů
- Použití uzavřených odběrových systémů

Objem krve

Věk	Objem krve (ml/kg)
Novorozenec	80-90
Kojenec	70-80
Děti	70-75
Dospělí	65-70

Novorozenec ≈ 300ml





250-500 µl

3-leté dítě ≈ 1l





10 ml

Dospělý ≈ 4,5l







10 ml

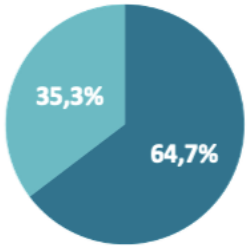
Vliv techniky odběru krve na celkové množství krve odebrané pro laboratorní diagnostiku u kriticky nemocných pediatrických pacientů: prospektivní randomizovaná studie

Prospektivní, randomizovaná, monocentrická studie.

data prvních 53 konsekutivně zařazených pacientů (z celkového plánovaného počtu n=100)

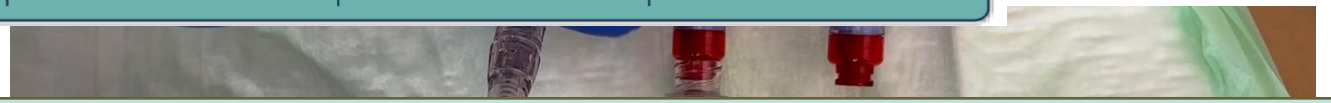
VÝSLEDKY - průběžná analýza (medián [IQR])

	OTEVŘENÝ SYSTÉM	UZAVŘENÝ SYSTÉM	
POČET PACIENTŮ	n=27	n=26	
MNOŽSTVÍ ODEBRANÉ KRVE	102,6 g [57,4; 204,6]	47,5 g [18,7; 68,3]	p<0,001
POKLES Hb (D1-D3)	21 g/l [4; 55]	3 g/l [-31; 57]	p=0,006

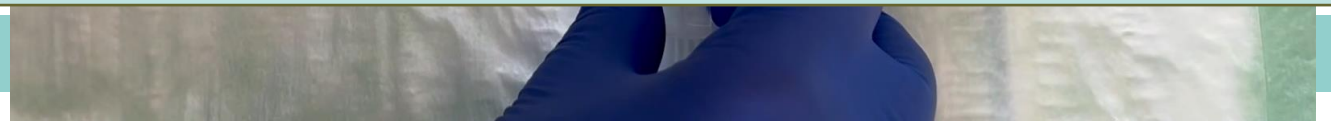


Medián množství krve **BEZ diagnostického využití** u **OTEVŘENÉHO** systému

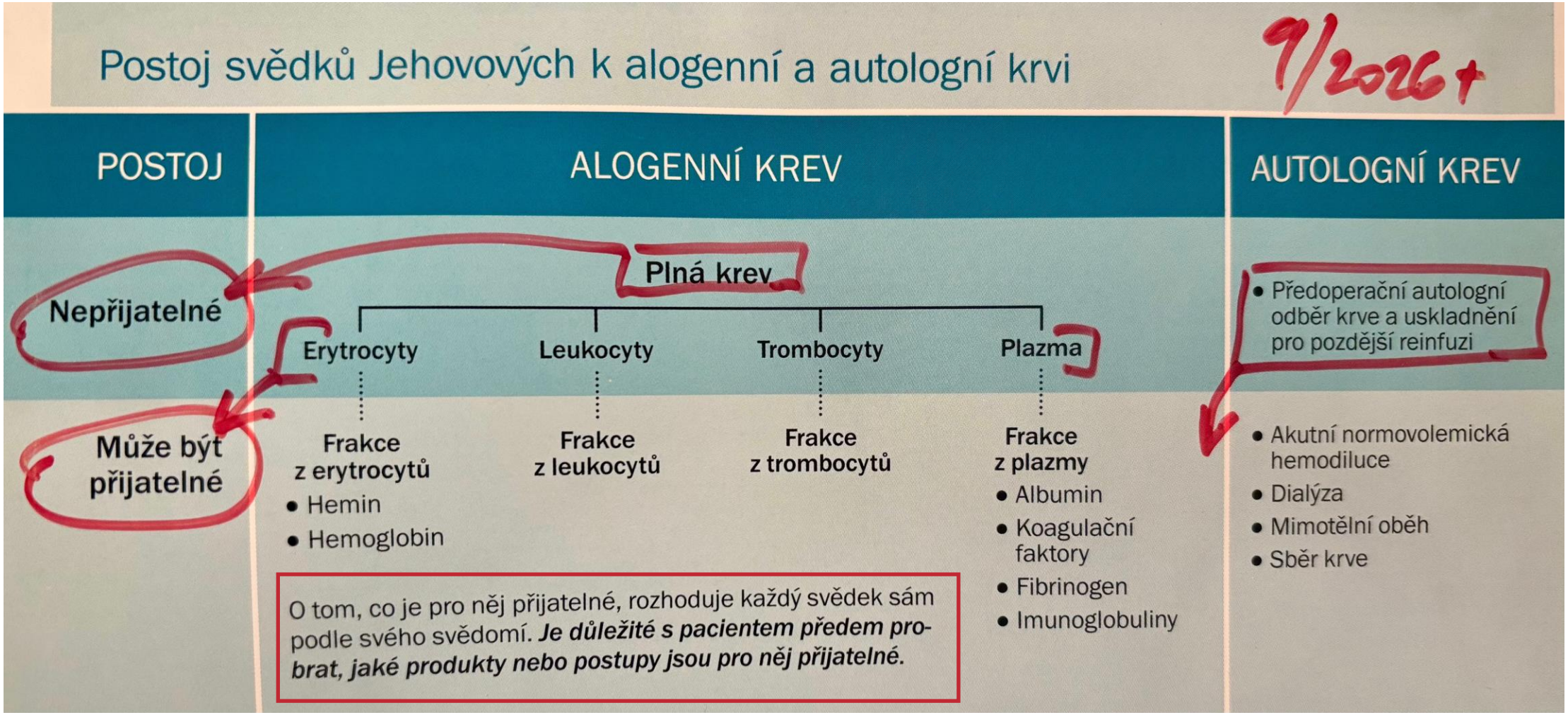
72,9 g (IQR: 40,2–135,5), tj. **64,7 %** odebraného množství.



Předběžné výsledky naznačují, že modifikovaný uzavřený odběrový systém **snižuje diagnostické krevní ztráty a je spojen s menším poklesem hemoglobinu**.
Jde o snadno implementovatelnou strategií PBM s potenciálem snížit incidenci hospitalizační anémie v pediatrické intenzivní péči.



Svědkové Jehovovi



Zdroj: https://www.jw.org/cs/materialy-pro-lekare/

5 pravidel do praxe



Neignoruj předoperační anémii.

Vyhýbej se zbytečným krevním ztrátám.

Udrž krev v pacientovi.

Léčíš pacienta, ne čísla.

Podej správný přípravek
ve správné dávce,
správnému pacientovi,
ve správnou chvíli,
ze správného důvodu.

Použité zdroje

Kietaibl S, Ahmed A, Afshari A, et al. Management of severe peri-operative bleeding: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care: Second update 2022 European Journal of Anaesthesiology. 2023;40(4):226-304. doi:10.1097/EJA.0000000000001803

Goobie SM, Faraoni D. Perioperative paediatric patient blood management: a narrative review. Br J Anaesth. 2025;134(1):168-179. doi:10.1016/j.bja.2024.08.034

Hart M, Batinic A, Skowno J. Preoperative Anemia and Perioperative Outcomes in Children: Prevalence, Risk Factors, and Associations in an Australian Cohort. Paediatr Anaesth. 2026;36(9):1108-1116. doi:10.1002/pan.70236

Wittenmeier E, Komorek Y, Engelhard K. Current hemoglobin thresholds in pediatric anesthesia - guidelines and studies. Curr Opin Anaesthesiol. 2023;36(3):301-310. doi:10.1097/ACO.0000000000001253

AKUTNE.CZ®

MUNI | SIMU MED

https://www.med.muni.cz/simu/kurzy



Děkuji za pozornost

klabusayova.eva@fnbrno.cz



UNIVERSITY HOSPITAL BRNO
FACULTY OF MEDICINE
MASARYK UNIVERSITY

DEPARTMENT OF PAEDIATRIC ANAESTHESIOLOGY AND INTENSIVE CARE MEDICINE

Podpořeno grantem SV Lékařské fakulty Masarykovy univerzity: MUNI/A/1781/2025; MUNI/A/1831/2025 a Fakultní nemocnicí Brno, grantem MZ ČR - RVO (FNBr, 65269705).