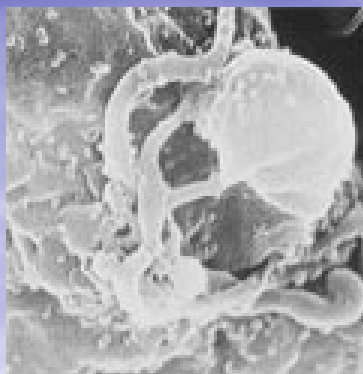


Bezkrvní medicína-současný stav

doc. MUDr. Ivan Čundrle, CSc
KARIM a LF MU Brno
CSBM



CSBM



Rizika krevní transfuze



Annals of Internal Medicine

ESTABLISHED IN 1977 BY THE AMERICAN COLLEGE OF PHYSICIANS

From: Red Blood Cell Transfusion: A Clinical Practice Guideline From the AABB*

Ann Intern Med. 2012;157(1):49-58. doi:10.7326/0000-9019-157-1-20120149-00129

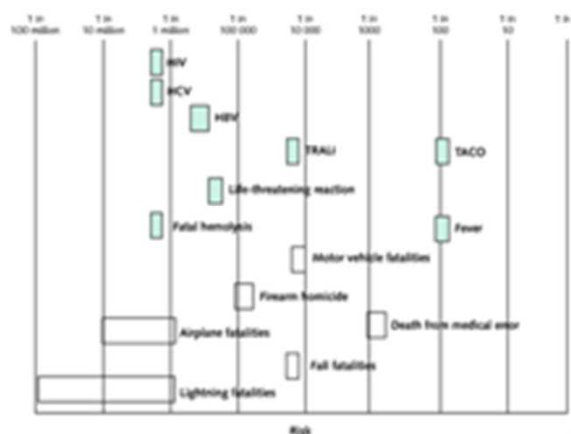
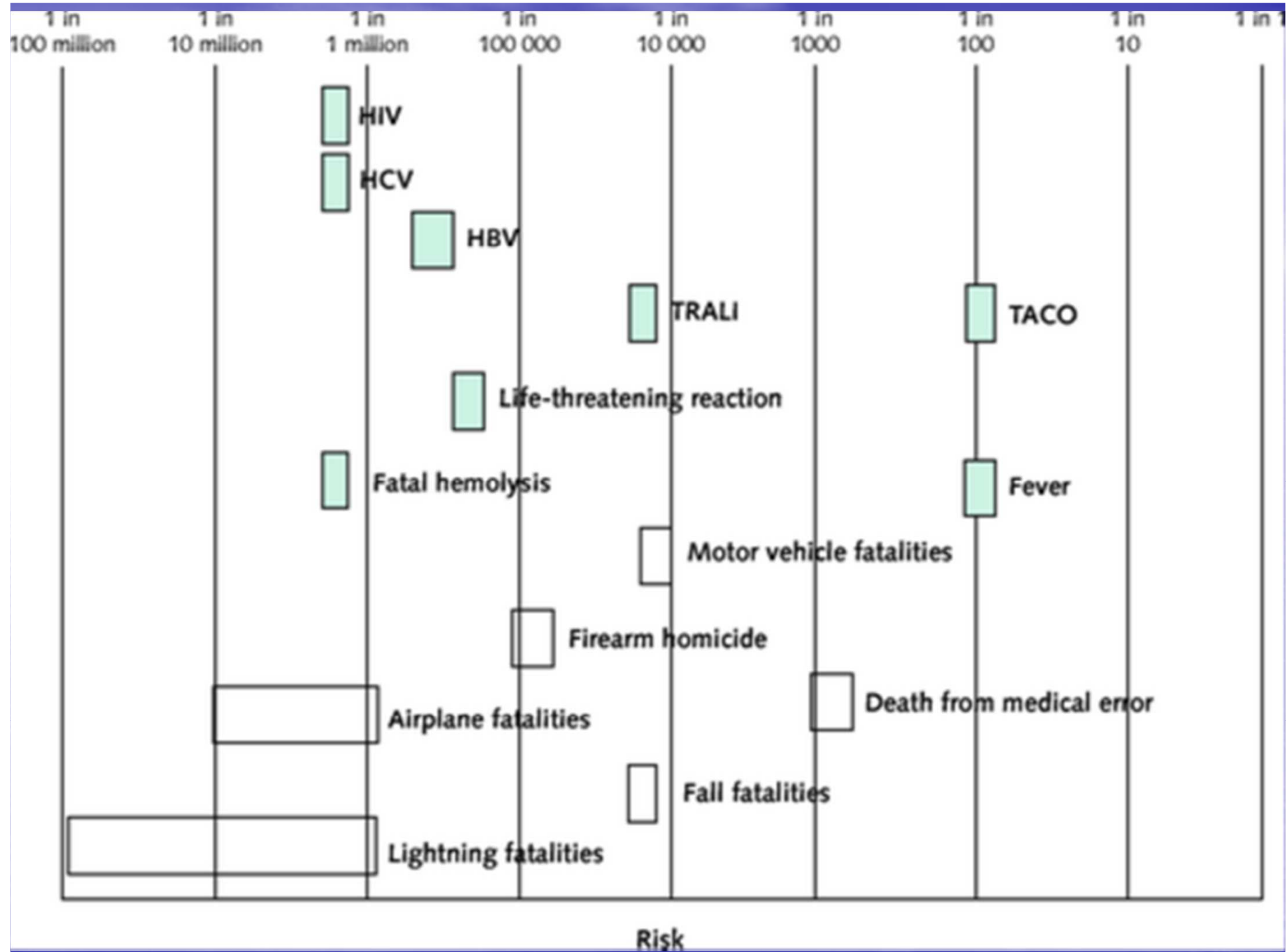


Figure Legend:

Adverse effects of RBC transfusion contrasted with other risks.

Risk is depicted on a logarithmic scale. Shaded bars represent the risk per RBC unit transfused, and unshaded bars represent the risk for fatality per person per year for various life events. During 2007 through 2008, HIV incidence in blood donors was 3.1 per 100 000 person-years. Residual risk was estimated at 1:1 487 000 transfused blood components or 8.8 per 10 million transfused components (10). During 2007 through 2008, HCV incidence in blood donors was 5.1 per 100 000 person-years with a residual risk estimate of 0.87 per million transfused blood components (11) or 3.7 per 10 million transfused components (10). For 2008 to 2009, HBV incidence in blood donors was 3.4 (10) or 3.45 per 100 000 person-years. The estimated residual risk for HBV was 1 in 282 000 to 1 in 367 000 transfused blood components (11) or 2.8 per million to 3.8 per million transfused blood



Adverse outcomes reported to be associated with RBC transfusion

- ✓ infekce
- ✓ septikémie
- ✓ TRALI
- ✓ MOF
- ✓ SIRS
- ✓ ARDS
- ✓ prodloužená UPV
- ✓ vazospasmus
- ✓ low-output srdeční selhání
- ✓ fibrilace síní
- ✓ infarkt myokardu
- ✓ srdeční zástava
- ✓ renální selhání
- ✓ iktus
- ✓ trombembolie
- ✓ zpomalené funkční zotavování po operaci
- ✓ krvácení vyžadující reoperaci
- ✓ častější přijetí na ICU
- ✓ prodloužení pobytu na ICU
- ✓ prodloužení délky hospitalizace
- ✓ častější znovupřijetí do nemocnice
- ✓ zvýšená mortalita



Orthogonal Polarization Spectral Imaging (OPS) Cytoscan





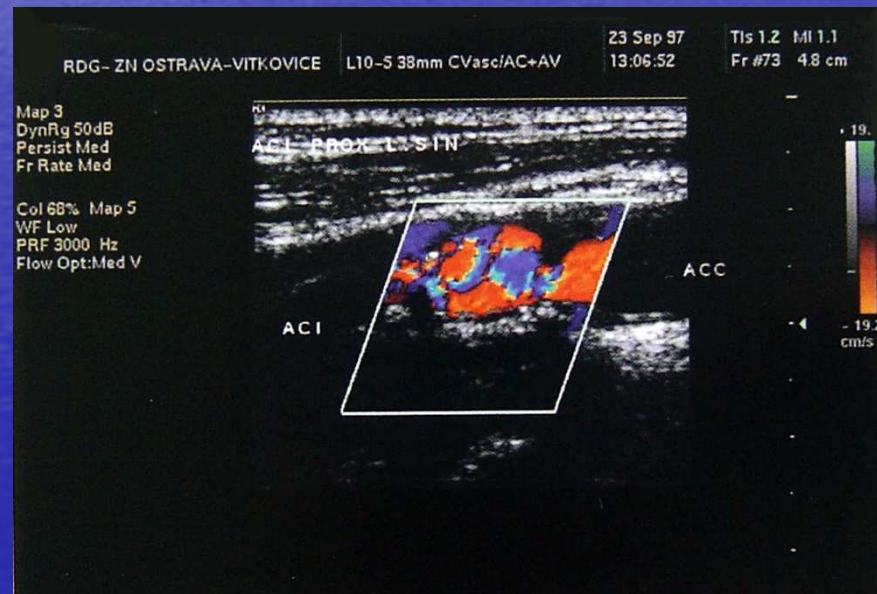
Charakteristika toku krve

- 1) Laminární proudění - směr toku všech vrstev krve v cévě je rovnoběžný s dlouhou osou cévy



2) Turbulentní proudění

- krev proudí cévou ve směrech, které svírají s dlouhou osou cévy různé úhly včetně pravého



Obrázek z ultrasonografického vyšetření a. carotis interna. Zde významná stenóza 70%. Barevný a dopplerovský mód.

I turbulentní proudění je v některých případech fyziologické - konkrétně v aortě

Důsledky turbulentního proudění

Vznik vírů změny tokových charakteristik (odpor kladený krevnímu toku je zvětšen o tzv. rigidní odpor)



riziko poškození cévní stěny

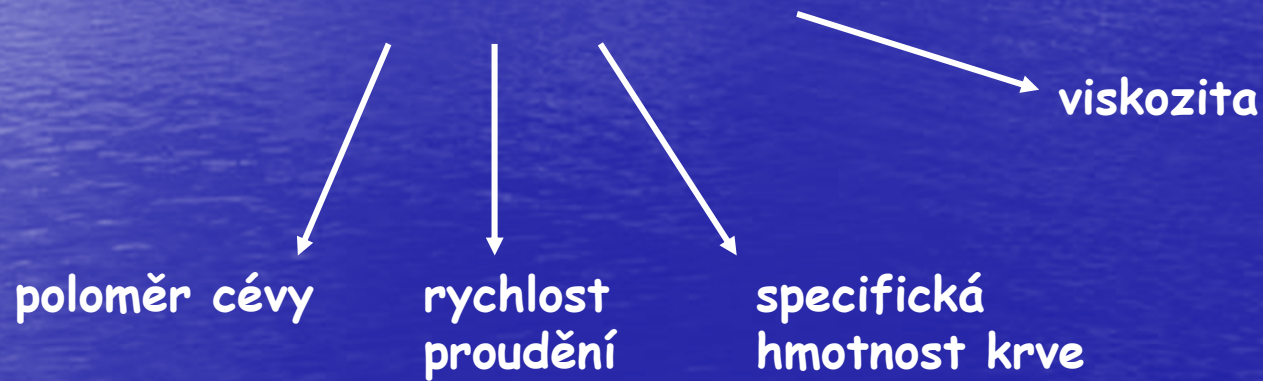
Turbulentní proudění je hlučné - způsobuje šelesty

Reynoldsovo číslo

Je-li $Re > 200$,
objevují se ojedinělé
turbulence.

Při $Re > 1000$ je
proudění plně
turbulentní

$$Re = r \cdot v \cdot \rho / \eta$$



Br. J. Anaesth, 2013, 111, p. 864-867, Bringing flow into haemostasis diagnostics

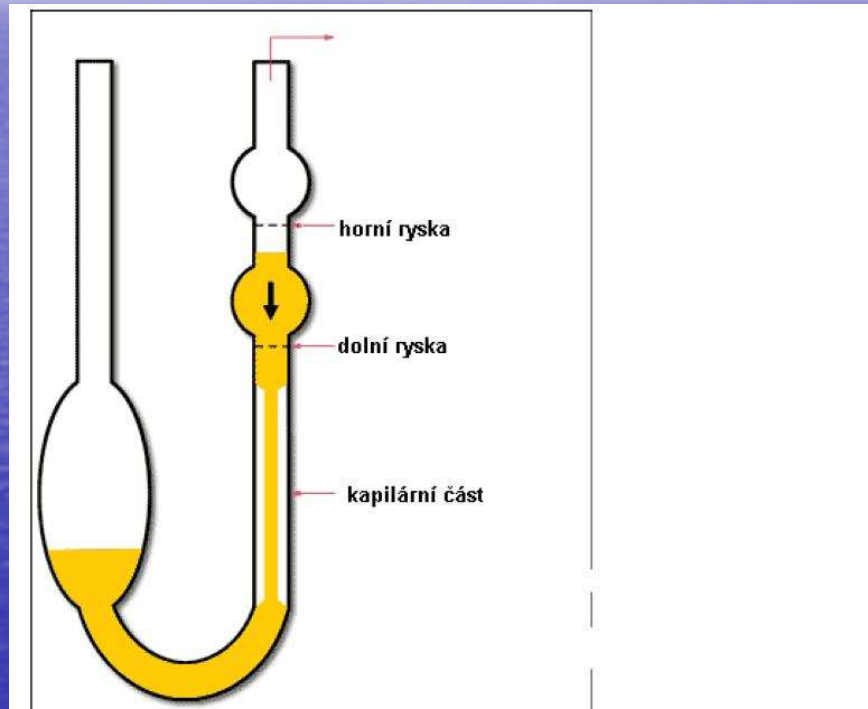
- Virchow byl první, kdo objevil důležitost krevního průtoku na hemostázu a trombózu, a to již v roce 1856.
- Krev je neneutonská tekutina a její viskozita je závislá na toku, rychlosti toku, typu toku (laminární, turbulentní atd) typu krevních buněk, koncentraci PP a teplotě. Při rychlém toku se začíná chovat jako newtonská tekutina se sníženou viskozitou.

Ogawa ,S.et al:Hemodilution-induced changes in coagulation and effects of haemostatic components under flow

conditions Br.J.Anaesth.2013,111,p.1013-1023

- Vyšší střižné síly vedou vedou k aktivaci destiček jak pomocí vWF tak nezávislými mechanismy.
 - Krevní průtok a střižné síly se perioperačně dynamicky mění následkem změn arteriálního tlaku a žilního tonu,krevní ztrátě a tekutinovou náhradou.

Viskozimetr



Kapilární Ostwaldův viskozimetr (www.noria.com, Troyer, 2006)

U Ostwaldova viskozimetru se vychází z tzv. Hagen-Poiseuilleova zákona, jehož zjednodušením lze získat vzorec pro výpočet ve tvaru

Analogie s elektrickým proudem

Ohmův zákon

$$I = U/R$$



$$Q = \Delta P/R$$

Průtok krve [ml.s⁻¹]

Rozdíl tlaků na
začátku a na
konci cévy

Periferní odpor
[Pa.ml⁻¹]

From Bloodless Surgery to Patient Blood Management

- ✓ Aryeh Shander MD^{1,2,*}
- ✓ Mazyar Javidroozi MD, PhD¹
- ✓ Seth Perelman MD¹
- ✓ Thomas Puzio MD¹
- ✓ Gregg Lobel MD¹

Article first published online: 11 JAN 2012

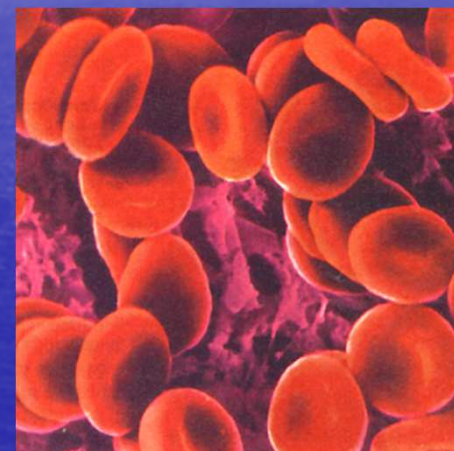
DOI: 10.1002/msj.21290

© 2012 Mount Sinai School of Medicine

- Issue

Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine

- [Volume 79, Issue 1](#), pages 56-65, January/February 2012



Patient blood management

Gombotz, H., Lancet, 2011, 378, 1362-3

- PBM je multidisciplinární přístup na základě EBM k optimalizaci péče o nemocné, kteří mohou potřebovat transfuzi.
- PBM může snížit spotřebu allogenní krve a redukovat náklady, zatímco její podání neupírá těm, kteří ji opravdu potřebují.



1. pilíř

Optimalizace červené krevní řady

předoperačně

detekce anémie

identifikace chorob vedoucích k anémii

léčba

plán dalšího vyšetření

léčba deficitu železa, chronické anémie

anémie je kontraindikací elektivního výkonu

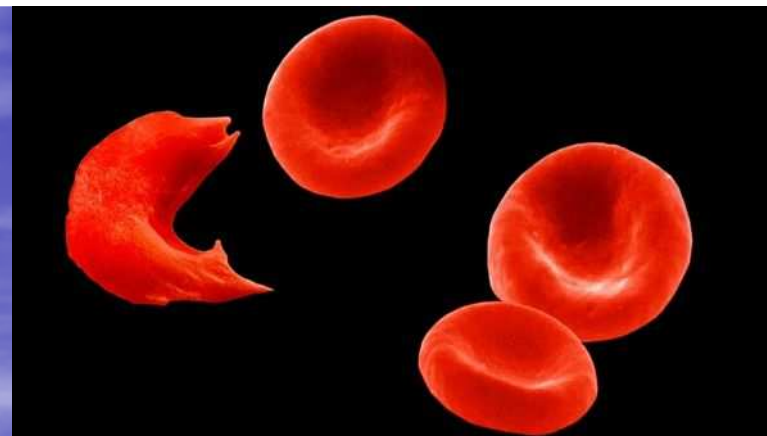
peroperačně

výkon v optimální hematologické situaci

pooperačně

stimulace erythropoézy

vyhnutí se lékovým interakcím vedoucím k anémii





2. pilíř

minimalizace krevní ztráty

předoperačně

identifikace a léčba rizika krvácení
minimalizace iatrogenní krevní ztráty
plánování a příprava výkonu
předoperační odběr autologní krve
další

peroperačně

pečlivé stavění krvácení, chirurgické techniky
krev šetřící chirurgické techniky
krev šetřící anesteziologické techniky
volba autologní krve
farmakologické/hemostatické látky

pooperačně

ostrážitě monitorování a léčba pooperačního krvácení
zabránění sekundárnímu krvácení
rychlé ohřívání/ udržování normotermie (pokud není indikována hypotermie)
pooperační sběr autologní krve
minimalizace iatrogenních krevních ztrát
hemostáza/antikoagulační léčba
profylaxe krvácení z horního traktu GIT
vyhnutí se/okamžitá léčba infekcí
ostrážitost k nežádoucím účinkům léků