



Jak nám pomáhá ROTEM

XXVIII. Kongres ČSARIM, Brno 2022

Matek Vojtěch, Budáčová Ivana

CARIM - Krajská nemocnice Liberec, a.s.



Česká společnost anesteziologie,
resuscitace a intenzivní medicíny





- Nemáme konflikt zájmů



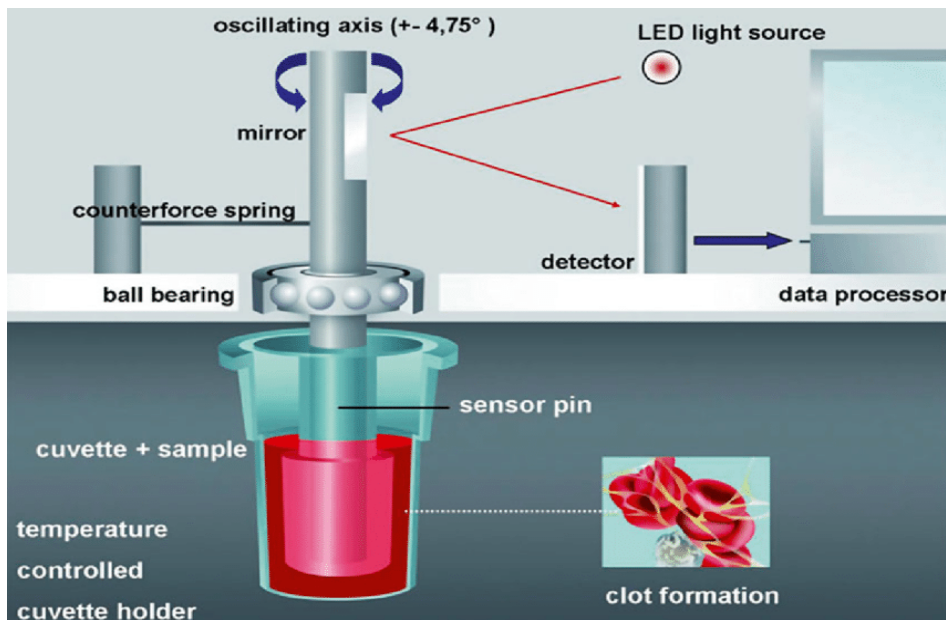
Jak nám pomáhá ROTEM

- Co je to ROTEM
- Význam a limitace
- Možnosti vyšetření
- Aplikace v praxi



ROTEM – rotační tromboelastometrie

- Viskoelastická POC metoda
- Monitoruje změny viskoelastických vlastností krve v souvislosti s tvorbou koagula
- Hodnotí srážení celé krve v reálném čase a všechny fáze sekundární hemostázy
 - iniciace, amplifikace, propagace + detekce fibrinolýzy





Význam ROTEM

RESEARCH

Open Access

The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition



Donat R. Spahn¹, Bertil Bouillon², Vladimír Cerný^{3,4,5,6}, Jacques Duranteau⁷, Daniela Filippescu⁸, Beverley J. Hunt⁹, Radko Komadina¹⁰, Marc Maegele¹¹, Giuseppe Nardi¹², Louis Riddez¹³, Charles-Marc Samama¹⁴, Jean-Louis Vincent¹⁵ and Rolf Rossaint^{16*}

Coagulation support

Recommendation 23 We recommend that monitoring and measures to support coagulation be initiated immediately upon hospital admission. (Grade 1B)

- Goal-directed therapy ŽOK
- Diagnostika a cílená terapie koagulopatie
- Výhody: časově dostupnější výsledky (ROTEM 5-10min vs 30-40min u standardních vyš. koagulace)
 - snížení krevní ztráty
 - snížená spotřeba krevních přípravků a jejich nežádoucích účinků
 - snížení morbidity a mortality pacientů

VI. Further goal-directed coagulation management

Goal-directed therapy

Recommendation 25 We recommend that resuscitation measures be continued using a goal-directed strategy, guided by standard laboratory coagulation values and/or VEM. (Grade 1B)

inantly in advanced trauma centres [556]. POC VEM may provide more rapid information about the underlying haemostatic deficiencies, including information on which part of the clotting process is disrupted, as well as on the dynamics of clot formation and lysis [557, 558], thereby allowing optimised and targeted coagulation therapy according to individual deficits, particularly with respect to the early use of coagulation factor concentrates (CFC) [544, 547, 559].



Limitace ROTEM:

- nelze zhodnotit antiagregační terapii
- na zhodnocení funkce trombocytů nutnost ROTEM Platelet
- nelze zhodnotit funkci endotelu

ROTEM

ROTEM Delta – 4-kanálový přístroj

- možnost nastavení teploty v rozmezí 30-40°C
- díky kombinace EXTEM/FIBTEM i nepřímé zhodnocení funkce trombocytů
- speciální modem ROTEM Platelet
- nevýhoda – pipetování

ROTEM Sigma – nejvyšší stupeň automatizace

- 1 cartridge se všemi reagens

ClotPro – 6 měřících kanálů, speciální „suché“ reagens ve špičce

- diagnostika vlivu přímých inhibitorů trombinu (ECA-test) a přímých inhibitorů F Xa (RVV-test)

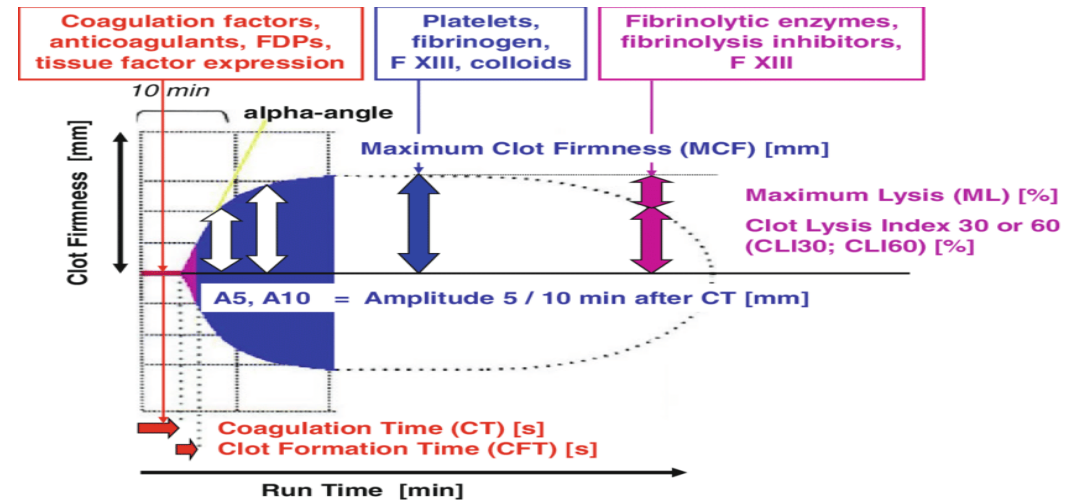
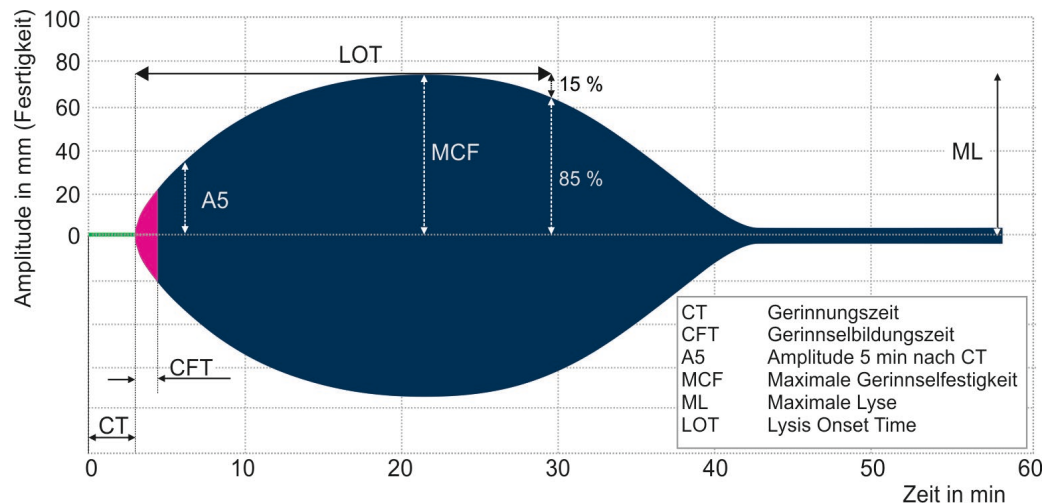


Zdroj: matel.org



Sledované parametry ROTEM

- **CT** (clotting time) – čas od počátku vyšetření po vznik prvních fibrinových vláken
 - aktivace koagulačních faktorů, tvorba trombinu, iniciace koagulace
- **CFT** (clot formation time) – čas od iniciace srážení po tvorbu koagula o velikosti 20mm
 - kinetika srážení, polymerizace fibrinu, stabilizace koagula
 - s uhlím alfa vypovídají o propagační fáze koagulace
- **MCF** (maximum clot firmness) – maximální pevnost koagula, zhodnocení v 5. a 10. minutě (A5, A10)
- **LI30** (lysis index) a **ML** (maximum lysis) – fibrinolýza – rozpad koagula





Možnosti vyšetření

- EXTEM – vnější cesta koagulace
 - aktivace koagulace tkáňovým faktorem
 - hodnocení funkce faktorů VII, X, V, II, I, trombocytů, fibrinolýzy

- FIBTEM - aktivace jako EXTEM + Cytochalasin D – blokátor funkce trombocytů
 - vyš. hladiny funkčního fibrinogenu a polymerizace fibrinu
 - hraniční velikost 7-8mm = 1,5 g/l (Těhotné > 12 mm)

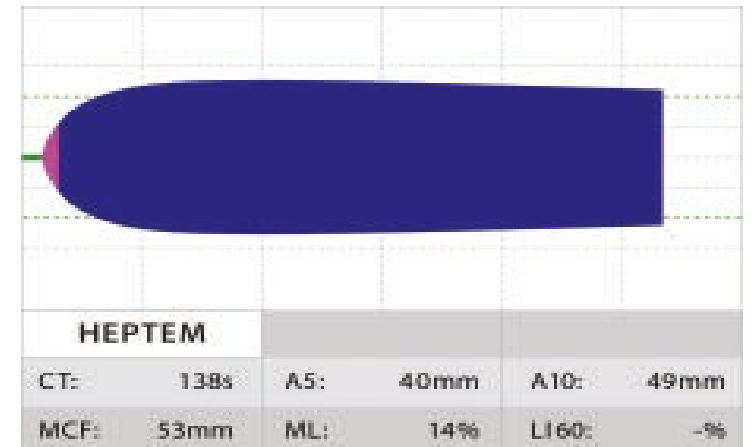
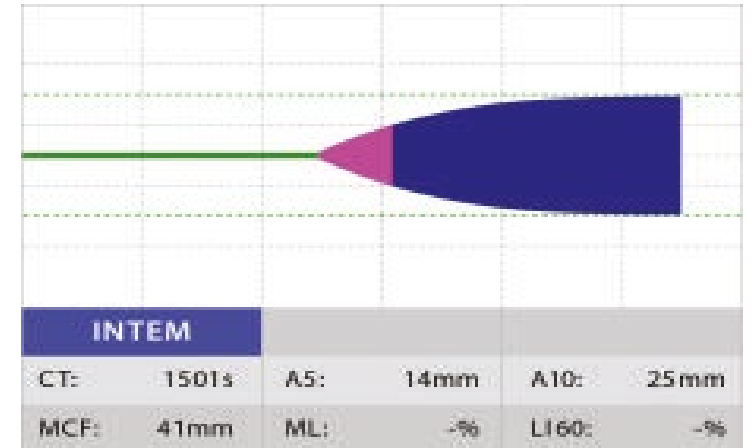
Normal clot:

EXTEM CT	43-82 s
EXTEM A10	40-60 mm
EXTEM MCF	52-70 mm
EXTEM ML	< 15%
EXTEM LI60	> 85%
FIBTEM A10	6-21 mm
FIBTEM MCF	7-24 mm





- INTEM – vnitřní cesta koagulace
 - aktivace koagulace kontaktní fází (kys. ellagová)
 - účinek heparinu, obdoba APTT
- HEPTM – aktivace jako INTEM + heparináza
 - detekce přítomnosti heparinu



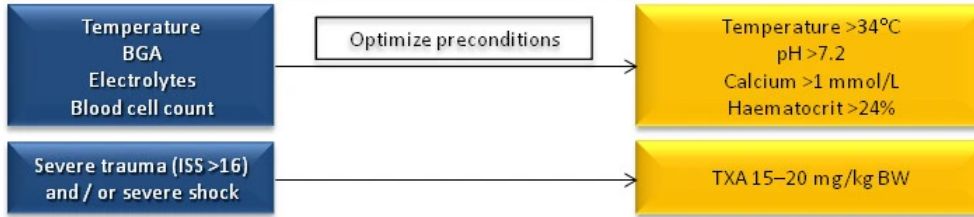


- APTEM – aktivace jako EXTEM + inhibitor fibrinolýzy Aprotinin
- možnost zpozorovat hyperfibrinolýzu již po 10min.

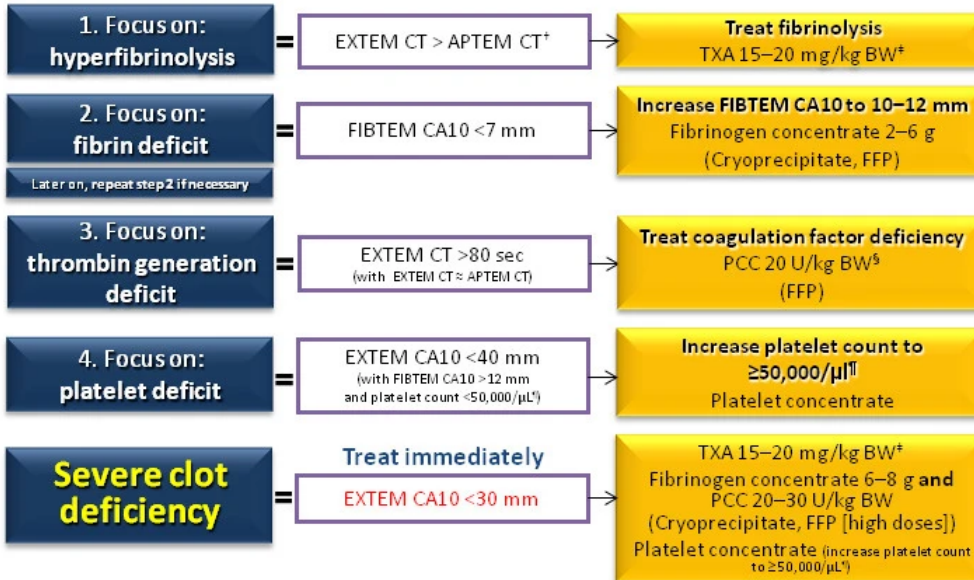




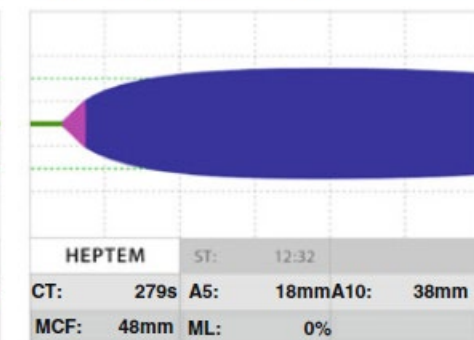
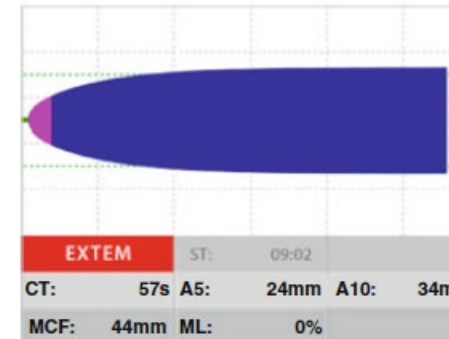
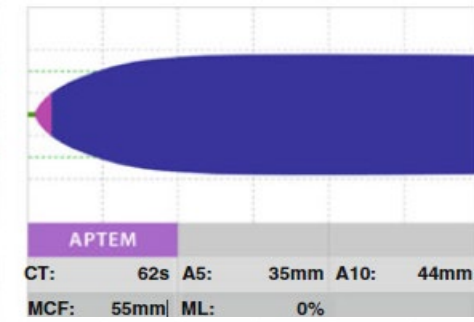
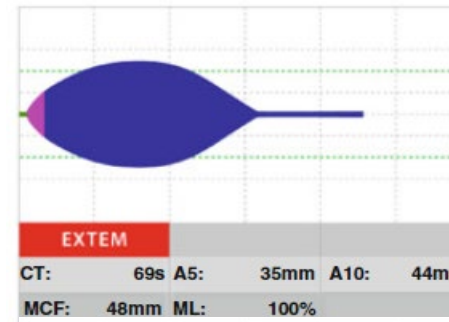
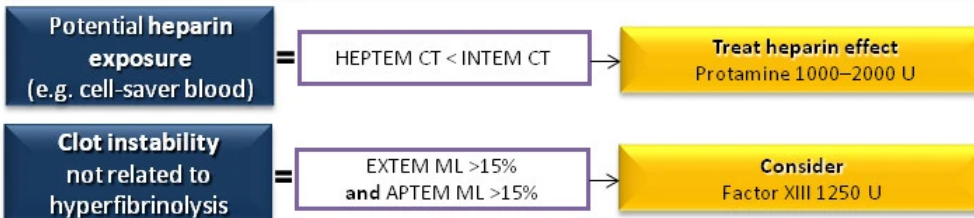
Algorithm for treating bleeding in patients with trauma-induced coagulopathy



Run ROTEM (EXTEM, INTEM, FIBTEM, APTEM)*



ROTEM may also identify:



ROTEM-guided treatment algorithm: managing trauma-induced coagulopathy and diffuse microvascular bleeding (AUVA Trauma Hospital, Salzburg, Austria)

Courtesy of Klaus Görlinger, Tem International



Fibrinogen a jeho význam

- finální výsledek a „klíčový hráč“ koagulace, agregace trombocytů
- traumatické krvácení - zvýšená fibrinolýza, nízká hladina fibrinogenu
- doporučená aplikace při koncentraci $< 1,5\text{g/l}$, event. dle ROTEM
- obsah FBG v koncentrátu **20mg/ml**
v FFP **2mg/ml**
- snížení podání allogenních transfuzních přípravků, redukce mortality, zvýšené 30-ti denní přežití



Fibrinogen a jeho význam

RESEARCH

Open Access

The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition



Donat R. Spahn¹, Bertil Bouillon², Vladimír Cerný^{3,4,5,6}, Jacques Duranteau⁷, Daniela Filippescu⁸, Beverley J. Hunt⁹, Radko Komadina¹⁰, Marc Maegele¹¹, Giuseppe Nardi¹², Louis Riddez¹³, Charles-Marc Samama¹⁴, Jean-Louis Vincent¹⁵ and Rolf Rossaint^{16*}

Injury severity is often inversely correlated with low fibrinogen levels at hospital admission [23, 226, 594, 595]. Rugeri et al. described a median fibrinogen level of 0.9 g/L [interquartile range (IQR) 0.5–1.5 g/L] in trauma patients with coagulopathy [29]. Schöchl and co-workers found approximately 50% of patients with an admission fibrinogen level < 1.5 g/L [587]. Rourke and colleagues reported 40% of hypotensive trauma patients with a fibrinogen concentration < 1.5 g/L [536] and Schlimp et al. reported that 54% of patients with a Hb < 120 g/L also had a fibrinogen concentration < 1.5 g/L, increasing to approximately 75% with an admission Hb < 100 g/L or progressively negative

Fibrinogen supplementation

Recommendation 28 We recommend treatment with fibrinogen concentrate or cryoprecipitate if major bleeding is accompanied by hypofibrinogenaemia (viscoelastic signs of a functional fibrinogen deficit or a plasma Clauss fibrinogen level ≤ 1.5 g/L). (Grade 1C)

We suggest an initial fibrinogen supplementation of 3–4 g. This is equivalent to 15–20 single-donor units of cryoprecipitate or 3–4 g fibrinogen concentrate. Repeat doses should be guided by VEM and laboratory assessment of fibrinogen levels. (Grade 2C)





kazuistika

Heliport



Co teď ?

→ **Fibrinogen 4g** (naslepo)
2x ERD (0Rh-)
TXA 1g

krystaloid 2.000ml,
koloid 500ml,

→ Fibrinogen ?

→ Transfuzní přípravky ?

→ CT/Damage control surgery ?

pás,

Příjem heliport

A Zaintubovaný
Krční límec

♂, 50 let, 100kg

B SpO₂ 98%, etCO₂ 35mmHg
UPV – FiO₂ 0,5, MV 7l/m
Poslech symetrický, sliding bilat+

C **CRT >> 5s** , **perif. pulzace 0**,

!! eFAST negativní, !! (! RTG není k dispozici !)

SF 120/m (SR), TK 70/30mmHg, NA až 0,3ug/kg/min
POCT Hb 96g/l

ROTEM se nedaří odebrat

málo materiálu

pánevní pás, **PDK,PHK,LDK dlaha**
2x pvk

D GCS 3, **anizokorie (P3,L2)**

celotělová fixace - vakuová dlaha

analgesedace: midazolam, ketamin, sufentanil
Gly 11.0mmol/l

E poranění končetin viz výše

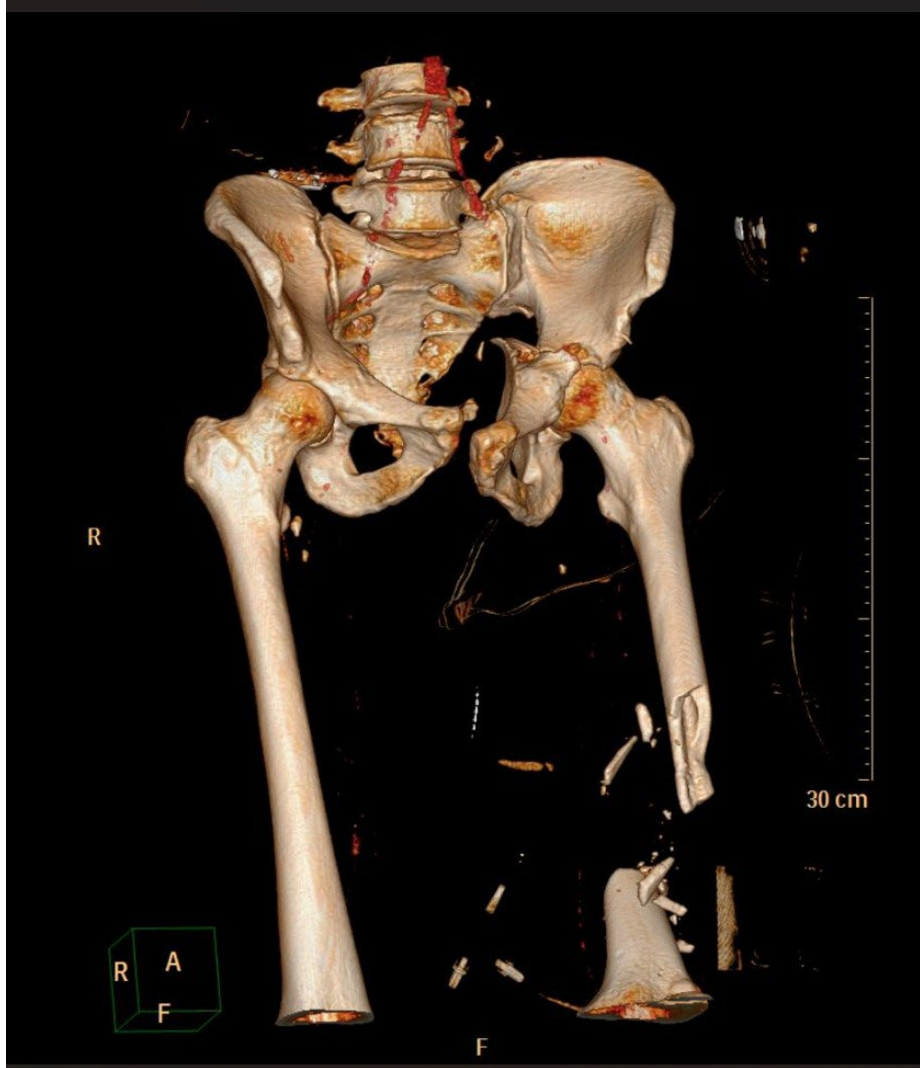
částečně rozstříhané oblečení

9.8.2022

→ 15:30



CT



Pánev:

vlevo:

**fr.acetabula + os ilium,
lýže SI kloubu**

hematom m.illiopsoas, svalů pánevního dna
dislokace MM a rekta doprava

LDK:

kominutivní fr. femoru,

LHK:

kominutivní fr. humeru + předloktí



OP sál

- ZF pánve, LDK - femur, bérec, hlezno SF LHK + P zápěstí
- Zajištění pacienta CVK, IBP, NGS, PMK, ATB, ohřev,...
- Progreduje oběhová nestabilita

NA až 1,66 mcg/kg/min, VA 4 IU/h

NaBiC 8,4% 250ml

ERD 8x, Octaplas 8x, krystaloid 4.000ml, koloid 2.000ml (Aktivován masivní transfuzní protokol)

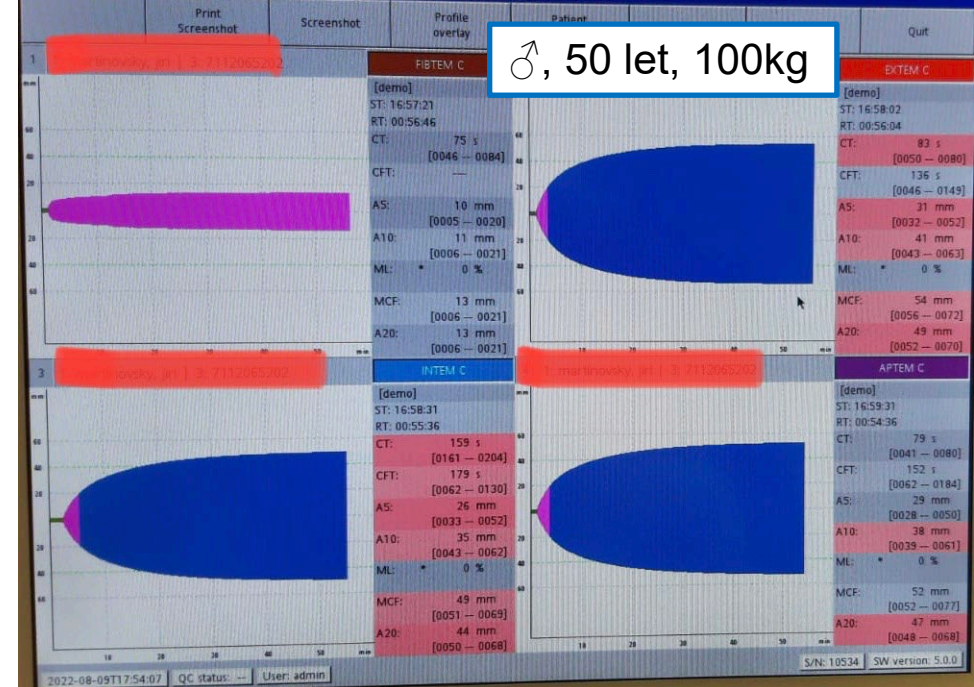
→ částečná stabilizace oběhu
..po odrouškování ozřejmeno **krvácení z rekta**

9.8.2022

16:00 – 18:45

Fibrinogen 4g

Datum odběru	út 9.8. 16:43
Pozn. k odběru	
Krev pro ABR	
B-GLUK	19,9
B-LAKT	13,90
B-Na..	132
B-K...	6,0
B-Cl..	103
B-Cal.	1,07
B-KREV_	Arteriál
T.Teplota	37,0
--FIO2	0,400
B-HB..	70,0
B-PH..	7,034
B-PCO2	5,99
B-SBC.	10,9
B-SBE.	-17,2
B-PO2.	30,00
B-SO2.	0,988
B-ABE.	-17,7
B-TCO2	12,0
B-AKTb	11,4
B-VO2.	4,5
B-AaDO	0,02
B-OXHB	0,966
B-p50	5,05
B-px	
B-SHUN	0,011



FIBTEM

A10 12mm

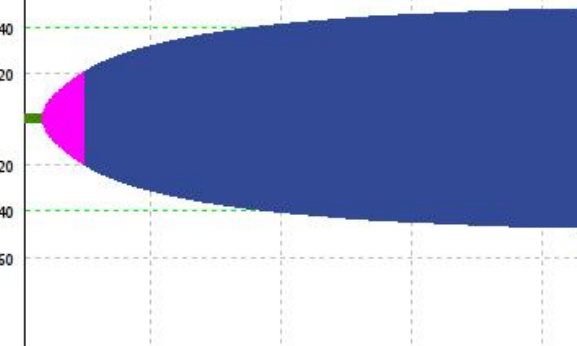
EXTEM

CT 83s,
A10 41mm
ML 0%



FIBTEM

A10 12mm



EXTEM

CT 91s,
A10 32mm
ML 0%

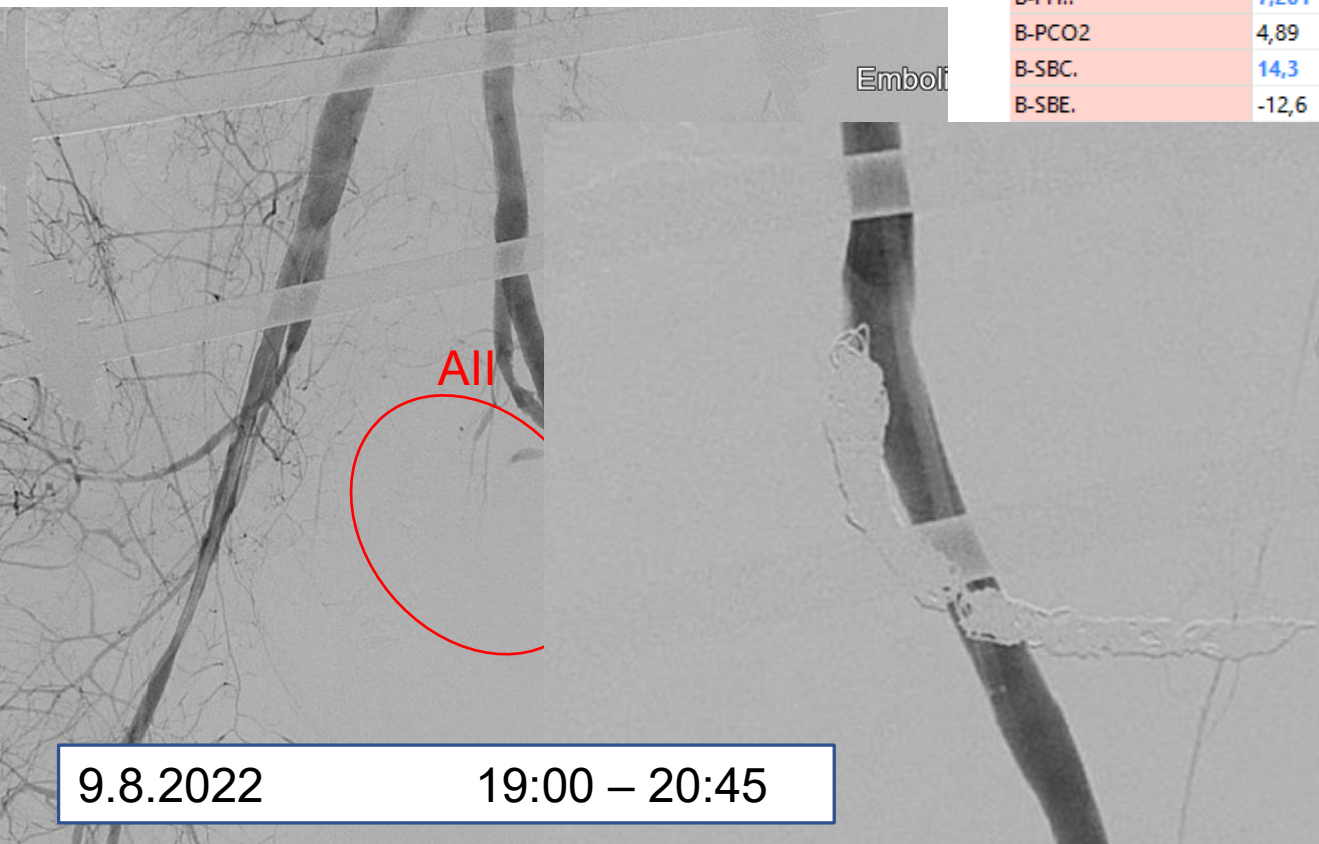
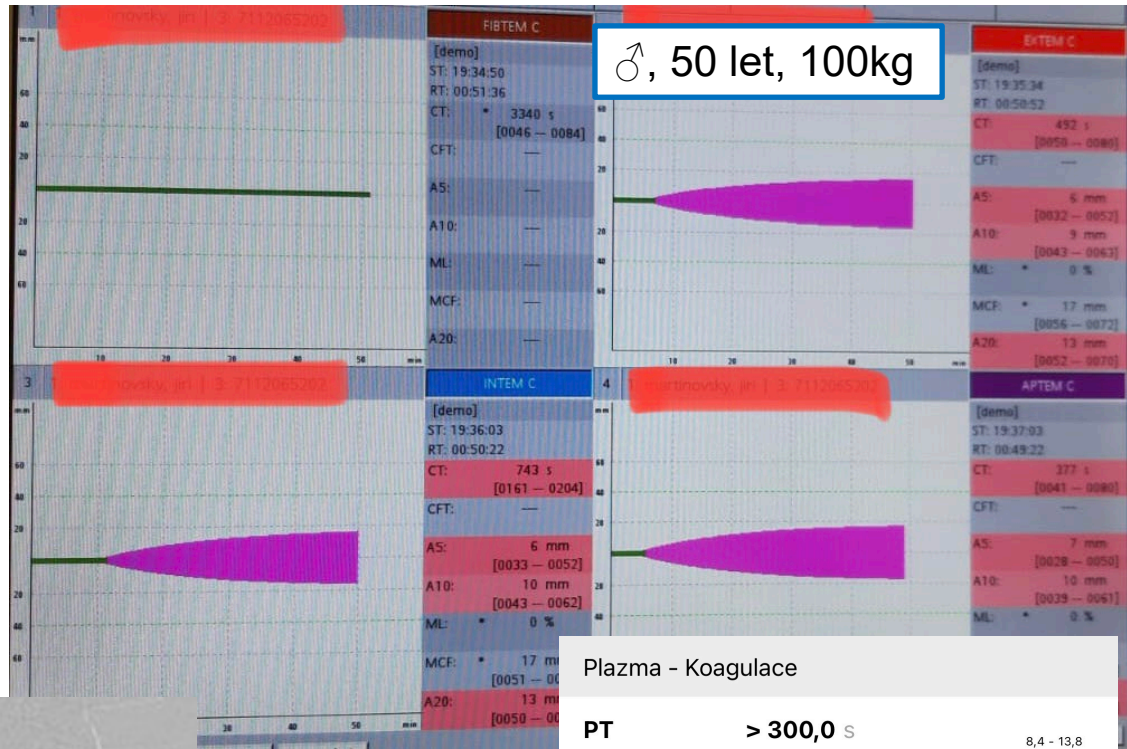
multidisciplinárně rozhodnuto o **DSA**



DSA

- Vlevo: embolizace viscerálních větví AII a ramus pubicus a.epigastrica inf. sin. (= corona mortis)
- Vpravo: bez nálezu jasného zdroje krvácení

Datum odběru	út 9.8. 19:30
Pozn. k odběru	Nenalezená
Krev pro ABR	
B-GLUK	5,8
B-LAKT	17,00
B-Na..	145
B-K...	4,5
B-Cl..	106
B-Cal.	0,95
B-KREV_	Arteriál
T.Teplota	35,0
--FIO2	1,000
B-HB..	23,0
B-PH..	7,201
B-PCO2	4,89
B-SBC.	14,3
B-SBE.	-12,6



Plazma - Koagulace		
PT	> 300,0 s	8,4 - 13,8
DTN	11,0 s	10,0 - 15,0
Fibrinogen	8g	2,0 - 4,0
PCC	1.200 IU	22,8 - 34,4
ERD	14x, 2x TBSDR, 2x Octaplas	23,0 - 35,0
Alb5%	500ml, CaCl2 10% 20ml	1,80 - 4,20
krystaloid	4.000ml, koloid 1.000ml	80,0 - 120,0
TČ	40,9 s	15,0 - 22,0
TČN	17,8 s	
Plazma - Koagulace speciální		
FXIII	28,7 %	60,0 - 130,0

9.8.2022 19:00 – 20:45



ARO



Datum odběru	út 9.8. 23:20
Pozn. k odběru	
Krev pro ABR	
B-GLUK	5,4
B-LAKT	10,30
B-Na..	140
B-K...	4,4
B-Cl..	113
B-Cal.	0,95
B-KREV_	Arteriál
T.Teplota	31,0
--FIO2	0,350
B-HB..	110,0
B-PH..	7,139
B-PCO2	4,09
B-SBC.	11,0
B-SBE.	-17,1
B-PO2.	11,90
B-SO2.	0,978
B-ABE.	-18,2
B-TCO2	11,2
B-AKTB	11,2
B-VO2.	6,8
B-AaDO	16,34
B-OXHB	0,966
B-p50	3,25
B-px	
B-SHUN	0,104



FIBTEM

A10 5mm

**Fibrinogen 10g,
PCC 600 IU
TXA 1g**

**Octaplas 10x, ERD 6x,
TBSDR 4x**



♂, 50 let, 100kg

EXTEM

CT 109s,
A10 32mm
ML 0%

Krev - Krevní obraz		
LE..	3,3 10 ⁹ /l	4,0 - 10,0
ER..	2,97 10 ¹² /l	4,00 - 5,80
HB.._	91 g/l	135 - 175
HTC.	0,26 l	0,40 - 0,50
MCV.	87,3 fl	82,0 - 98,0
MCH.	30,7 pg	28,0 - 34,0
MCHC_	351 g/l	320 - 360
RDW.	13,0 %	10,0 - 15,2
TR..	46 10 ⁹ /l	150 - 400
MPV.	5,6 fl	6,2 - 11,1

OP revize pánve

v bance dochází trombocyt. koncentrát

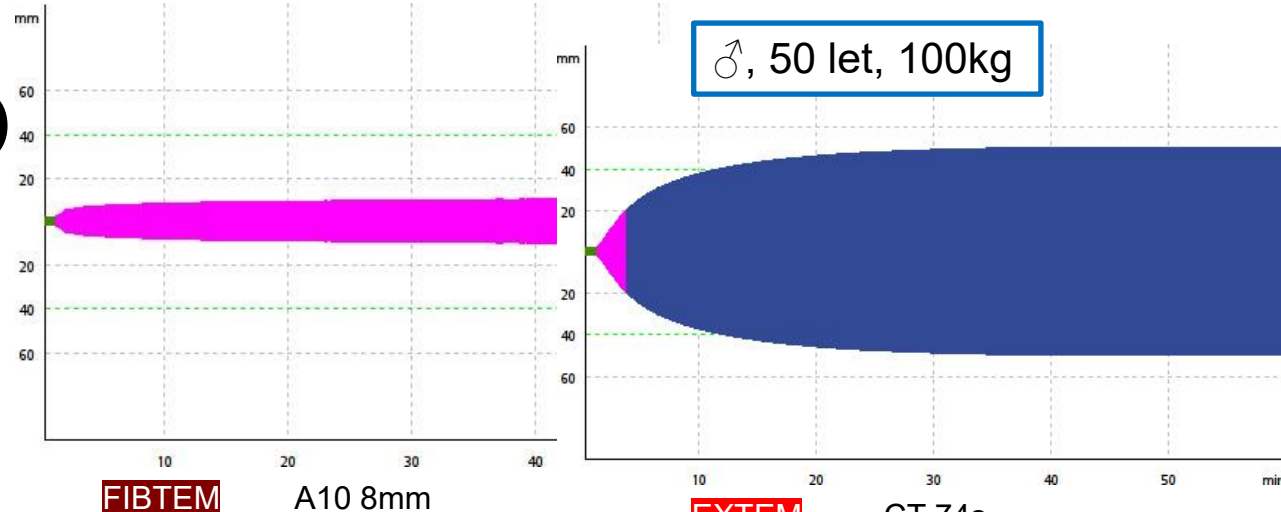
9.8.2022

21:00 – 24:00



OP sál podruhé + ARO

- Packing pánve + zadní stabilizace pánve (svorka na SI klouby)
- Stabilizace oběhu
NA 1 mcg/kg/min -> 0,2 mcg/kg/min



6xERD, 8xOctaplas

CT 74s,
A10 39mm
ML 1%

SOUHRN PODANÝCH TRF + KREVNÍCH DERIVÁTŮ

- 44x ERD
- 8x TROMBOCITY
- 32x OCTOPLAZMA
- 1 200 U1 PROTHROMPLEX
- 20g HAEMOCOMPETTAN
- 10 mg NOVOKSEVEN

Krvácení pokračuje...

Pacient zpět na ARO

- snaha o normotermii
- péče o vnitřní prostředí, Ca++

2x TBSDR, Fibrinogen 4g
10x ERD, 8x Octaplas

- Ultimum refugium
rFVIIa 10mg (4:00 AM)

LE..	1,0 10 ⁹ /l	4,0 - 10,0
ER..	1,76 10 ¹² /l	4,00 - 5,80
HB.._	57 g/l	135 - 175
HTC.	0,16 1	0,40 - 0,50
MCV.	89,9 fl	82,0 - 98,0
MCH.	32,6 pg	28,0 - 34,0
MCHC_	363 g/l	320 - 360
RDW.	13,2 %	10,0 - 15,2
TR..	47 10 ⁹ /l	150 - 400
MPV.	6,0 fl	6,2 - 11,1

Datum odběru	st 10.8. 03:41
Pozn. k odběru	
Krev pro ABR	
B-GLUK	6,2
B-LAKT	16,00
B-Na..	147
B-K...	4,4
B-Cl..	111
B-Cal.	1,11
B-KREV_	Arteriál
T.Teplota	31,1
--FIO2	0,400
B-HB.	95,0
B-PH..	7,187
B-PCO2	4,18
B-SBC.	12,5
B-SBE.	-14,9
B-PO2.	10,60
B-SO2.	0,978
B-ABE.	-15,6
B-TCO2	12,8
B-AKTb	12,7
B-VO2.	5,8
B-AaDO	22,14
B-OYHR	0,955

10.8.2022

00:30 – 02:00

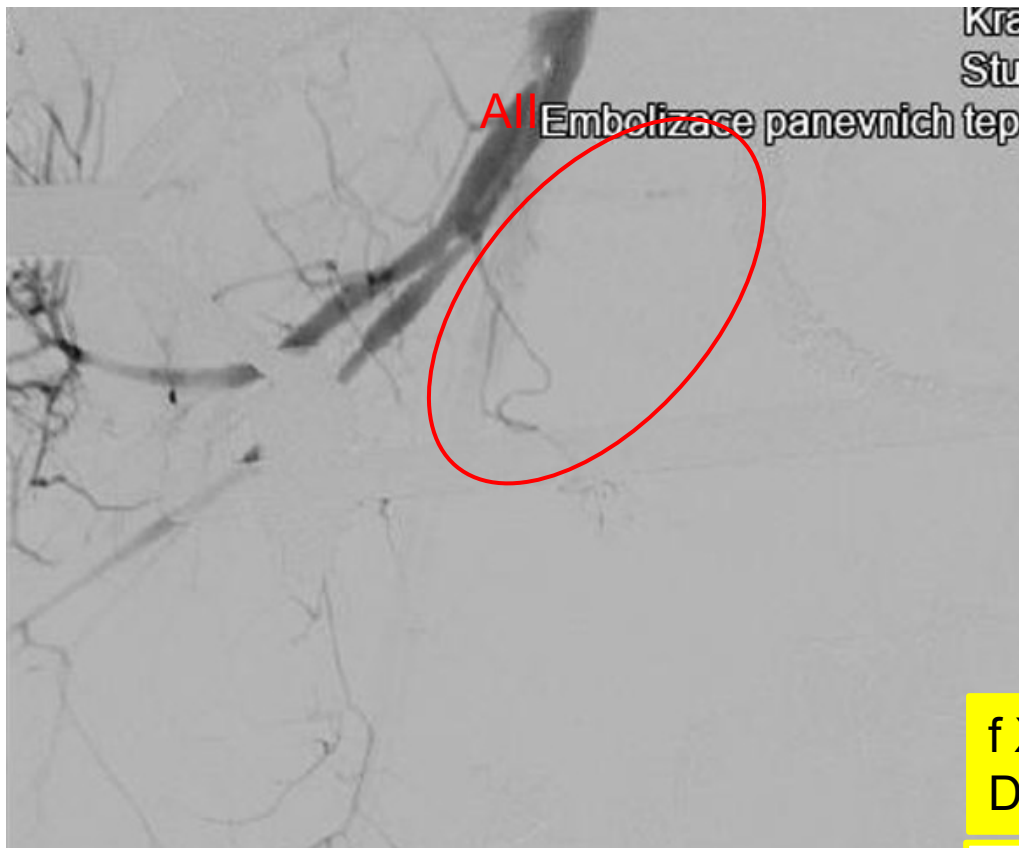
10.8.2022

02:00 – 06:00



DSA podruhé

- embolizace AII dx. a a. lumbalis l.sin.
+ retroperitoneálního krvácení

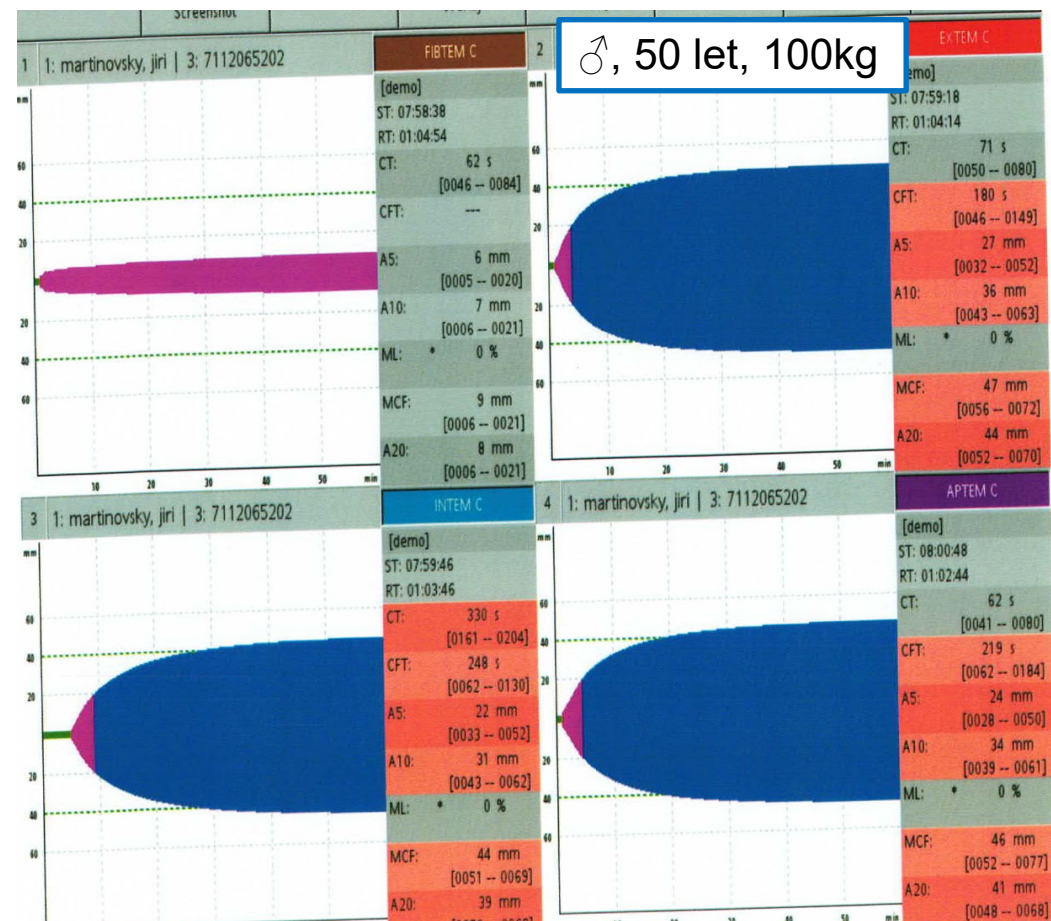


10.8.2022

06:30 – 10:00

f XIII 7x 250 IU (1750IU), Fibrinogen 4g
Desmopressin 15mcg

1x TBSDR, 6xERD



FIBTEM

A10 7mm

EXTEM

CT 71s,
A10 36mm
ML 0%

Plazma - Koagulace speciální

FXIII 57,6 %

60,0 - 130,0

Plazma - Koagulace speciální

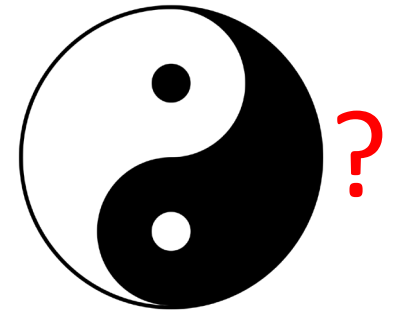
FXIII 84,8 %

60,0 - 130,0



Souhrn

- Priorita č.1 – kontrola zdroje krvácení
- POCT – goal-directed hemoterapie
 - Fibrinogenu - zásadní role, podání naslepo, dostatečná agresivita
 - TXA jako prevence fibrinolýzy
 - PCC, F XIII
- Masivní transfuzní protokol v.s. „Plasmafree concept“?
 - u takto velkého krvácení nelze vnímat situaci černobíle
 - management probíhá současně
- Podpora koagulace – korekce vnitřního prostředí, snaha o normotermii, Ca⁺⁺





Děkujeme za pozornost

