Gospodarka płynami i transfuzjologia

Dlaczego?

Masa komórkowa (42% wagi) jest to suma wszystkich komórek ustroju, wśród których najliczniejsze są komórki mięśni szkieletowych i narządów miąższowych. Przestrzeń pozakomórkowa (33%) dzieli się na dwie frakcje: stałą i płynną. Frakcja stała to elementy podporowe (np. kości, ścięgna, powięzie), natomiast płynna to osocze, chłonka, płyn międzykomórkowy, soki trawienne. Tłuszcz stanowiący trzeci element (25%) stanowi rezerwę kaloryczną, i o ile dwie pierwsze przestrzenie tworzące tzw. beztłuszczową masę ciała zawierają dużo wody (około 73%), to tłuszcz jest w zasadzie bezwodny.

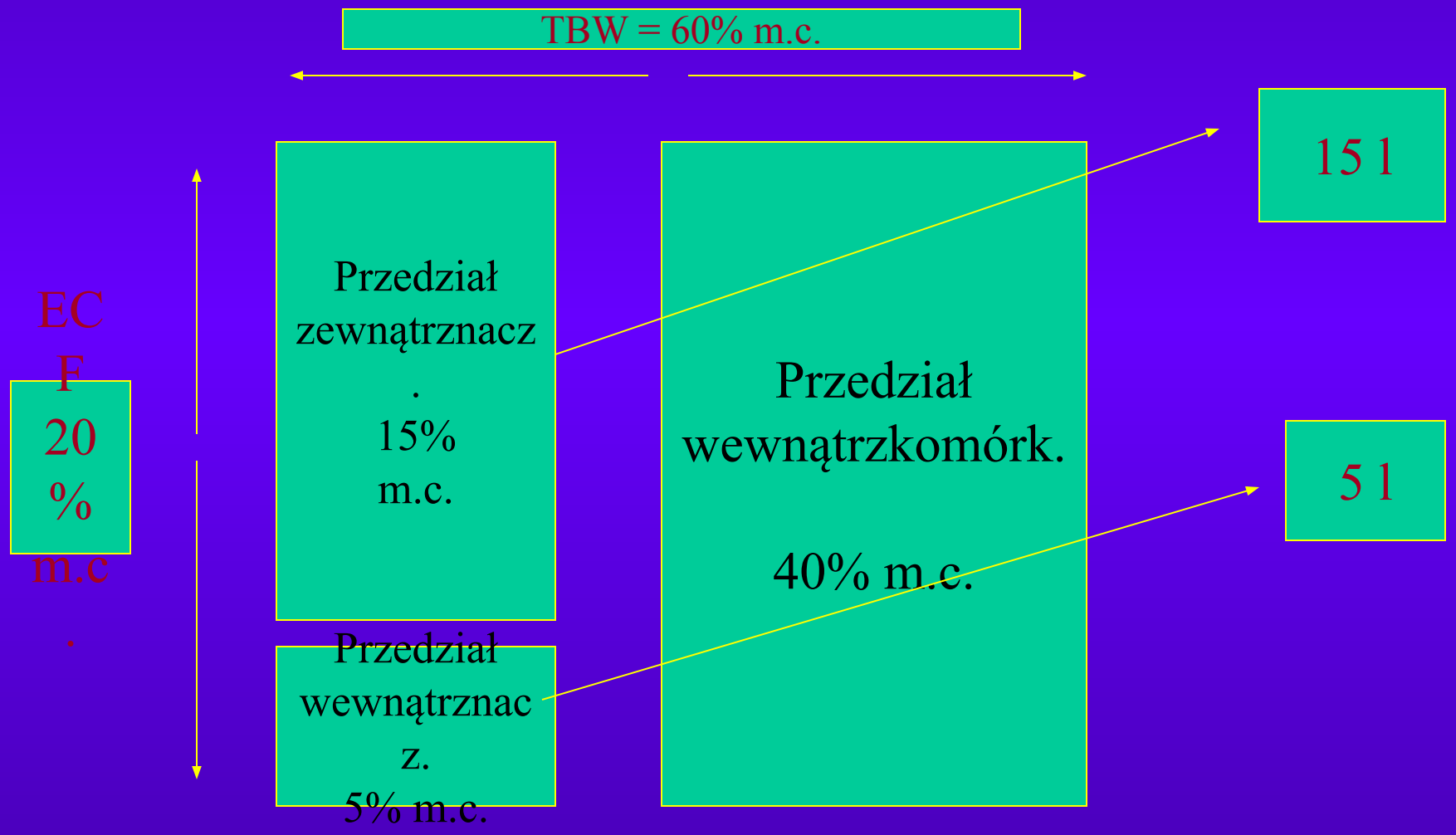
Dlaczego?

Zawartość wody w organizmie = 60% m.c.

Wewnątrzkomórkowa – 40%

Zewnątrzkomórkowa – 20%

Przestrzenie płynowe



Przedział zewnątrznaczyniowy

- Światło jelit – 9 litrów
- Woda w tkance łącznej & chrząstkach – 3 litry
- Układ kostny – 3 litry
- Przedział międzykomórkowy – 1 litr (Pp i układ moczowy)

Z czego składa się organizm?

Krew 70 ml/ kg
Osocze 40 ml/ kg
Składniki morfotyczne 30 ml/ kg

Bilans wodny

PODAŻ

- Podaż płynów - 1500ml
- Pokarmy – 700 ml
- Metabolizm 300 ml

UTRATA

1. **Perspiratio insensibilis – 900 ml**
2. **Mocz - 1500 ml**
3. **Straty niefizjologiczne: wymioty, biegunki, przetoki**
4. **Utrata do III przestrzeni**
5. **Stolec 100 ml**

Przewód pokarmowy

Podaż doustna (1.5 – 2.0 l)

Ślina (1.5 l)

Sok żołądkowy (1.5 l)

Sok trzustkowy (2.0 l)

DWUNASTNICA (8 l)

Żółć (1.0 l)

Jelito cienkie (3 l)

NIEDROŻNOŚĆ !

Zastawka krętniczo-kątnicza (1.5 l)

Stolec (0.1 l)

Zawartość elektrolitów w płynach wydzielniczych

Elektrolit	**Sód** [Na^+] (mmol/l)	**Potas** [K^+] (mmol/l)	**Chlor** [Cl^-] (mmol/l)
Ślina	44	20	
Sok żół.	70-120	10	100
Jelito cienkie	110-120	5-10	105
Żółć	140	5	100
Sok trzustkowy	140	5	75
Biegunki			
- Cholera (dorosły)	120	15	90
- Cholera (dziecko)	100	27	90
- Niespecyficzna (dziecko)	56	25	55

Zapotrzebowanie

- W niektórych sytuacjach zapotrzebowanie na wodę wzrasta, np.
- - wzrost temperatury ciała o 1 stopień zwiększa zapotrzebowanie o około 0,1 - 0,5 litra,
- - umiarkowane poty 0,5 l,
- - zlewne poty, wysoka gorączka 1,0 - 1,5 l,
- - hiperwentylacja 0,5 l,
- - otwarte rany lub jamy ciała (zabiegu krótsze niż 5 godzin) 0,5 - 3,0 l,
- Należy pamiętać, że utrata 10% wody wywołuje groźne dla życia konsekwencje, a 20% śmierć.

Elektrolity – zapotrzebowanie dzienne

- Sód 1 –2 mM/ kg
- Potas 0.5 – 2 mM/ kg
- Wapń 0.1 mM/ kg
- Magnez 0.1 – 0.2 mM/ kg
- Fosfor 0.1 – 0.5 mM/ kg

Płynoterapia

Najczęściej stosowane roztwory krystaloidów to:

1. 0,9% roztwór NaCl (zawiera po 154 mmol/ l sodu i chloru); tzw. ‘sól fizjologiczna’
2. płyn Ringera (zawiera ok. 130 mmol/ l sodu, 4 mmol/ l potasu, 109 mmol/ l chloru, 3 mmol/ l wapnia, ew. 28 mEq/ l mleczanu sodowego – tzw. Ringer zbuforowany mleczanem)
3. PWE (= płyn wieloelektrolitowy, zawiera ok. 141 mmol/ l sodu, 5 mmol/ l potasu, 4 mmol/ l wapnia, 34 mEq/ l dwuwęglanu sodu oraz 2 mEq/ l magnezu)

Płynoterapia

Chory jest w stanie przeżyć 6 dni bez podawania żywienia pod warunkiem zapewnienia podaży płynów i elektrolitów.

Standardowe zapotrzebowanie (M/ K, 70kg):

- 1000 ml 5% Glukozy iv
- 1500 ml r-r Ringera (lub inny płyn wieloelek.)iv
- 40 mEq K+ iv

Odwodnienie hipotoniczne

Rodzaj zaburzenia: niedobór wody, ale i większy niedobór sodu w organizmie.

Przyczyna: brak uzupełniania strat podczas wymiotów, biegunek, potów lub zaburzenia endokrynologiczne (np. stan po wycięciu nadnerczy, niewydolność nadnerczy).

Objawy: osłabienie, omdlenie, przyspieszenie akcji serca, zaburzenia świadomości

Leczenie: 0,9% NaCl, 5,85% NaCl

Odwodnienie izotoniczne

Rodzaj zaburzenia: niedobór wody i niedobór sodu w proporcjonalnym stosunku.

Przyczyna: utrata płynów podczas wymiotów, biegunek, potów, oparzenia, odbarczania wodobrzusza, zatrucia tlenkiem węgla

Objawy: pragnienie, osłabienie, omdlenie, wymioty, przyspieszenie akcji serca

Leczenie: płyn Ringera, PWE

Odwodnienie hipertoniczne

Rodzaj zaburzenia: niedobór wody i stosunkowo mniejszy niedobór sodu.

Przyczyna: niedostateczne uzupełnianie płynów podczas potów, przyjmowanie środków moczopędnych, hiperwentylacja, moczówka prosta (zaburzenie hormonalne – utrata samej wody), ostra niewydolność nerek

Objawy: pragnienie, niepokój ruchowy, delirium, śpiączka

Leczenie: roztwory glukozy (najczęściej 5%)

Przewodnienie hipotoniczne

Rodzaj zaburzenia: nadmierna ilość wody w ustroju

Przyczyna: nadmierna podaż płynów bezelektrolitowych, płukanie pęcherza i żołądka

Objawy: nudności, wymioty, duszność, zaburzenia świadomości

Leczenie: przyczynowe, restrykcje płynowe

Przewodnienie izotoniczne

Rodzaj zaburzenia: nadmierna ilość wody i sodu

Przyczyna: nadmierna podaż płynów izotonicznych (np. 0,9% NaCl) u chorych z zaburzeniami czynności nerek,

Objawy: obrzęki, duszność

Leczenie: przyczynowe, restrykcje płynowe i sodu, środki moczopędne

Przewodnienie hipertoniczne

Rodzaj zaburzenia: nadmierna ilość wody i sodu (szczególnie sodu)

Przyczyna: nadmierna podaż sodu, zaburzenia czynności nadnerczy

Objawy: nudności, wymioty, duszność, biegunka, obrzęk płuc

Leczenie: przyczynowe, środki moczopędne

Sód

- Całkowity Na - 3 000 - 4 000 mmol
- Główny kation ECF
- 50% ulega stałej wymianie
- Filtracja/ dzień 22 400 mmol
- Resorpcja/ dzień 22 300 mmol
- Wydzieliny Pp–zawartość 100-130mmol/l

Ciągła ścisła regulacja stężenia Na !

- Na stanowi wskaźnik ciężkości stanu chorego !!!
- Organizm traci inne kationy, a nie sód !

Hiponatriemia

Postać ostra

- spadek poziomu Na > 0,5 mmol/h lub
- szybki spadek < 120 mmol/l
- objawy neurologiczne
- należy traktować jak zagrożenie życia

Postać przewlekła

- rozwija się w ciągu > 48 godzin
- bez (rzadko) objawy neurologiczne

Zbyt szybkie wyrównywanie natriemii może spowodować:

- wiotkie porażenie czterokończynowe
- zaburzenia opuszkowe
- zaburzenia oddychania
- zaburzenia świadomości

Hiponatriemia - leczenie

-Hiponatriemia bezobjawowa < 120 mMol/l - nie wyrównywać !

-Im szybszy rozwój hyponatriemii - tym szybsze wyrównywanie

-NIE przekraczać stężenia 125 mmol/l podczas wyrównywania

- Max przyrost w surowicy to 12 mmol/DOBĘ – 0,5 mmol/godz

- Jeżeli hipowolemia – wyrównanie za pomocą 0,9% NaCl (1gNaCl=17 mmol Na)

- Normowolemia – r-ry hipertoniczne 3-10%

Monitorowanie stężenia – co godzinę !!!

Hiponatriemia - leczenie

Kalkulacja niedoboru:

Na praw. – Na aktualny x woda całkowita (60% mc)

Częstą przyczyną ostrej hiponatriemii jest podanie r-rów bezelektrolitowych po zabiegach operacyjnych (hipersekrecja ADH) – leczenie – 3% NaCl 1-2 ml/kg/h

0,9% NaCl – 1 ml zawiera 0,15 mmol Na i Cl

10% ‘’ 1 ml zawiera 1,7 mmol Na i Cl

Hipernatriemia

> 145 mmol/l – przesunięcie wody z komórki do pp kom i odwodnienie komórki

Hipernatriemia z normalnym st. Na – moczówka prosta

Obniżone st. Na – diureza osmotyczna, intensywne pocenie, biegunka

Podwyższone stężenie – zatrzymanie sodu przez nerki

Jak obliczyć utracona wodę?

Prawidłowy poziom Na/ aktualny Na x m.c. x 0,6

Potas

- **Całkowita zawartość: 3 000-3 500 mmol**
- **ICF – główny kation**
- **Filtracja/ absorpcja 680 / 640 mmol**
- **Stężenie w sokach jelit. 5-20 mmol/l**

Straty potasu zwykle wynikają z hypowolemii

- Katabolizm – K + ucieka z komórki proporcjonalnie do stopnia rozpadu białka
- Anabolizm – zagrożenie stężenie K+ !!! (pobór do wnętrza komórek)

Potas – hiperkaliemia (> 5,5 mM/l)

Objawy:

- porażenia mięśni,
- parestezje,
- EKG: uniesienie załamka T
- cardiac arrest

Potas – hiperkaliemia (> 5,5 mM/l)

- *Przerwać przetaczanie K+*
- środki moczopędne, osmoterapeutyki
- ***Glc + Insulina (1j/ 4-5 g Glc) - 10j w 500 ml 10% Glc***
- Powtarzane iniekcje 10 ml glukonian wapniowy (co 30 min.)
- Wlew 50-100 mEq NaHCO3
- ***Wyrównanie kwasicy***
- ***Wymienniki jonowe: Resonium, sól sodowa Resonium)***

podaż doodbytnicza; 30g (100 ml w 10% Glc) obniża – 1 mEq w osoczu

- Dializa otrzewnowa lub hemodializa

Potas - hipokaliemia (< 3,5 mM/l)

Objawy:

- **osłabienie, osłabienie odruchów ścięgnistych,**
- **niedrożność porażenna,**
- **EKG: spłaszczenie załamka T**
- **wzdęcie jelit**
- **nudności**

Potas - hipokaliemia (< 3,5 mM/l)

Roztwór – <u>KCl 15% 20ml</u> - 1ml – 3 mmol K i Cl

Spadek kaliemii z 4,0 do 3,0 – 150 mmol

Spadek kaliemii z 3,0 do 2,0 – 300 mmol

Spadek kaliemii z 2,0 do 1,5 – 150 mmol

Ale: **- < 20 mEq K/h**

- < 20 mEq K/l żyły obwodowej

- < 30 mEq K do 500 ml

- < 2-3 mEq/kg/dobę

7,5 g K+ = 100 mmol

Fosfor

- **Zawartość w organizmie: 30 000-32 000 mmol**
- **Rozkład:**
- **Kości: 25 000 - 27 000 mmol**
- **ICF: 4 500 - 5 000 mmol**
- **ECF: 12 - 20 mmol**
- **Filtracja/ Resorpcja: 150/ 120 mmol**

Fosfor

- ⇒ Duża utrata w sytuacjach krytycznych
- ⇒ Utrata zależy od stężenia w osoczu
- ⇒ Wzrost stężenia w kwasicy metabolicznej
- ⇒ Niedobór fosforu przyczyną ‘refeeding syndrome’
- ⇒ Wyrównywać i.v., jeżeli < 0,7 mmol/l – ale:
- ⇒ Pierwsza dawka < 2,5 mmol/kg/ 6 godz

Magnez

- Całkowita zawartość: 900 - 1200 mmol
- Rozkład: Układ kostny: 500 - 600 mmol
- ICF: 500 - 580 mmol
- ECF: 12 - 20 mmol
- Filtracja/ resorpcja: 160/ 150 mmol
- Hipomagnezemia: 8-16 mmol $MgSO_4$ (w 50-100 ml 5% Glc) przez 10-15 min., następnie 40 mmol $MgSO_4$ w 500 ml 5% Glc (5 godzin)

Wapń

- Całkowita zawartość: 25 000-27 000 mmol
- Rozkład w organizmie: Układ kostny: 99%
- ICF: 0.0005 - 0.001 mmol
- ECF: 20 - 25 mmol
- Filtracja/ resorpcja : 240/ 238 mmol
- Hipokalcemia: - leczenie przyczynowe, ale:
- 10 ml 10% glukoronianu lub chlorku Ca, a następnie 10 ml podawać POWOLI – aż do 80 ml/ dobę (4-8 godzin)

ABB – podstawowe pojęcia

1/ pH – ujemny logarytm ze stężenia jonów wodorowych; prawidłowe wartości: 7,35-7,45 (stężenie jonów wodoru we krwi jest bardzo małe, dlatego wygodniej posługiwać się wskaźnikiem, który obrazuje stan nie w skali dziesiętnej)

2/ kwas – substancja, która dysocjując uwalnia jon wodorowy (H+)

3/ zasada - substancja, która ma zdolność wiązania jonów wodorowych

4/ kwaśność – pH < 7,35

5/ zasadowość – pH > 7,45

ABB – podstawowe pojęcia

6/ kwasica – patologiczny wzrost stężenia H+ (czyli spadek pH) lub utrata zasad

7/ zasadowica (alkaloza) – patologiczny proces związany z gromadzeniem zasad lub utratą H+ (wzrost pH)

8/ kompensacja – odpowiedź metaboliczna lub oddechowa prowadząca do przywrócenia prawidłowego pH

9/ bufory – substancje, które mogą wiązać lub oddawać jony wodorowe i zapobiegać przez to zmianom w ich stężeniu

10/ nadmiar zasad – ilość mEq/ l zasady lub kwasu, która przywróci pH do wartości prawidłowej przy stałym (PaCO2)

11/ luka anionowa – aniony inne niż jony chlorkowe i węglanowe, potrzebne dla zrównoważenia sodu

Parametr	Zakres prawidłowych wartości
pH	7,35 - 7,45
pa CO_2 (ciśnienie parcjalne CO_2)	35 – 45 mmHg
$HCO3^-$ (stężenie jonów wodorowęglanowych)	24+/- 2
BE (nadmiar zasad)	+/- 5
paO_2 (ciśnienie parcjalne tlenu)	84 – 100 mmHg

Za równowagę kwasowo-zasadową organizmu odpowiedzialne są:

- układy buforowe organizmu, czyli substancje, które mogą wiązać lub oddawać jony wodorowe, neutralizując wahania jonów wodorowych; wyróżnia się bufor białkowy, fosforanowy, wodorowęglanowy

- nerki – wydzielają jony wodorowe i wodorowęglany,

- płuca – usuwają dwutlenek węgla (w wodzie CO2 jest czynny jak kwas)

Kwasica metaboliczna

-najczęstszy rodzaj zaburzeń gospodarki kwasowo-zasadowej;

- przyczynami są np. zatrucia (metanol, glikol etylenowy, kwas salicynowy), niewyrównana cukrzyca, kwasica mleczanowa, choroby nerek, utrata zasad przez przewód pokarmowy),

- w badaniach laboratoryjnych: obniżenie pH < 7,35, stężenia dwuwęglanów < 25 mmol/ l oraz objawy kompensacji oddechowej przejawiające się obniżeniem prężności dwutlenku węgla,

- leczenie oprócz leczenia przyczynowego, polega na przetaczaniu roztworów węglanów sodu

Kwasica oddechowa

- przyczyną są zaburzenia wentylacji płuc prowadzące do upośledzenia wydalania dwutlenku węgla, np. astma oskrzelowa, niedrożność drzewa oddechowego, choroby neurologiczne,

- w badaniach stwierdza się wzrost prężności dwutlenku węgla (> 45 mmHg),

- mechanizm kompensacyjny polega na wzmożeniu produkcji i zatrzymywania przez nerki wodorowęglanów,

- w leczeniu podstawowe znaczeniu ma poprawa wentylacji

Zasadowica (alkaloza) oddechowa

-spadek prężności dwutlenku węgla we krwi w wyniku zbyt szybkiej eliminacji CO2 przez płuca, czyli na skutek hiperwentylacji,

- przyczyny: zaburzenia psychiczne, zatrucie np. alkoholem, niewydolność wątroby, przebywanie na dużych wysokościach,

- mechanizm kompensacyjny polega na zatrzymywaniu jonów wodorowych przez nerki,

- w leczeniu przydaje się ograniczenie oddechu i ogólne uspokojenie chorego.

Zasadowica metaboliczna

- stan dosyć często spotykany w oddziałach Intensywnej Terapii;
- często występuje w wyniku stosowania środków moczopędnych, uporczywych wymiotów, odsysania treści żołądkowej, przetaczania krwi konserwowanej,
- pH wzrasta powyżej 7,45, stężenie dwuwęglanów powyżej 25 mmol/ l,
- mechanizm kompensacyjny polega na ograniczeniu wentylacji i wzroście ciśnienia dwutlenku węgla,
- leczenie polega na podawaniu soli fizjologicznej, stężonych roztworów NaCl i potasu.

Podstawy transfuzjologii

Koncentrat krwinek czerwonych (1)

- Przechowywać w temp. +1 do +6 st.
- Ht preparatu – 70-80%
- Przetoczenie KKCz w ilości 2ml/kg – podnosi Hb 10g/l a Ht o 3%
- Bezobjawowa niedokrwistość nie wymaga przetoczeń krwi, a wyrównanie łagodnej niedokrwistości nie przyspiesza gojenia rany ,

Koncentrat krwinek czerwonych (2)

- Jedynym wskazaniem do przetoczenia ME jest konieczność podniesienia zdolności przenoszenia tlenu,
- Jeżeli utrata sięga 25-30% objętości krwi krążącej, to konieczne jest przetoczenie; resuscytacja krystaloidowa wystarcza do utraty 25% objętości,
- Złamanie kości udowej - utrata > 1l krwi,
- Złamanie miednicy - utrata > 2 litry !!!
- Haemascos (krwawienie do jamy otrzewnej) - wstrząs nawet przed rozpoznaniem przyczyny

Osocze mrożone

Wskazania:

- uzupełnienie deficytu czynników krzepnięcia: II, V, VII, IX, X, XI
- odwrócenie działania pochodnych dwukumarolu
- w sytuacji masywnych przetoczeń krwi 1-2j FFP/ 8-10 j KKCz lub 3j FFP/ 10 j masy płytkowej,
- dostarczenie antytrombiny III
- DIC
- czas protrombinowy >18 sek; kaolinowo-kef > 55sek, poziom czynników krzep < 25%; fibrynogen < 100 mg%

Roztwory albumin – 5, 20, 25%

- normoalbuminemia jest korzystna, bo zmniejsza ryzyko wystąpienia obrzęku płuc, obrzęku jelit, obrzęku tkanek obwodowych.
- Preparaty 5, 20, 25%
- Przetoczenie 100 ml 25% zwiększa objętość osocza o 450 ml, 500 ml 5% o 250 ml

Masa płytkowa

Wskazania:

- - 10-20 tys płytek
- - DIC
- - Zaburzenia funkcji płytek
- - Małopłytkowość imminologiczna
- - Masywne przetoczenia
- Prawidłowa hemostaza przy poziomie 70-100 000
- Podanie 1 j powoduje wzrost ilości trombocytów o 5-10 tyś.
- Czas przetaczania max. 30 min

Masywne przetoczenie krwi

- **Przetoczenie przekraczające objętość krwi krążącej w ciągu 24 godzin (> 10 j)**
- **<u>Zaburzenia:</u>**
- - podwyższenie poziomu potasu; alkaloza rozwijająca się pod wpływem przemiany cytrynianu sodu do wodorowęglanu sodowego,
- - wzrost stężenia kwasu mlekowego i obniżenie pH
- - obniżenie 2,3-DPG
- - obniżenie ilości płytek (klinicznie istotne po przet. 15-20j)
- - obniżenie potencjału krzepnięcia,
- - obniżenie poziomu wapnia

Autotransfuzja – najlepsze rozwiązanie

- nie wytwarzają się p-ciała
- -poprawia mikrokrążenie
- -nie wymaga próby zgodności
- -jeżeli może zachodzić potrzeba przetoczeń śródoperacyjnych
- -Hb 11 g/dl; Ht min 33%
- -jednorazowo < 12% obj krwi krążącej
- -pobrania co 3-7 dni
- -ostatnie 72 godz przed zabiegiem

Autotransfuzja

Przeciwskazania:

- zwężenie aorty,
- świeży zawał,
- ciężka niewydolność wieńcowa,
- ciężkie postacie nadciśnienia,
- posocznica,
- niedokrwistość,
- < 14 rż,
- wczesna ciąża (do 14 tyg)

Odczyny poprzetoczeniowe

OSTRE (niezgodność AB0, biorą udział p-ciała IgM

- **wewnątrznaczyniowa hemoliza oraz pozanaczyniowa hemoliza (wątroba/śledziona – bo: niezgodność Rh, K, Fy; krwinki niszczone przez makrofagi, IgG)**
- **odczyn hemolityczny – gorączka, dreszcze, spadek CTK, duszność, krwawienia, bóle, wymioty, skąpomocz) – czasem rozwija się powoli**
- **odczyny gorączkowe (p-ciała p-krwinkom)**
- **odczyny alergiczne (p-ciała p-białkom osocza)-od razu (kaszel, wymioty, skurcz oskrzeli, wstrząs, biegunka, itp.) - 0,9% NaCl; adrenalina podskórnie**
- **przeciążenie krążenia, obrzęk płuc**
- **DIC, hemoliza nieimmunologiczna (uszkodzenie mechaniczne krwinek)**

Inne powikłania

- Opóźnione odczyny (3-10 dni)
- Choroby zakaźne (WZW, HIV, CMV, malaria, toksoplazmoza)
- Reakcja graft vs host

Co zrobić w sytuacji poprzetoczeniowej ?

- zatrzymać przetoczenie,
- przetaczać 0,9% NaCl,
- sprawdzić preparat, kartki, INNE preparaty
- zawiadomić stację krwiodawstwa, przesłać próbki