



Ewa Kucewicz-Czech

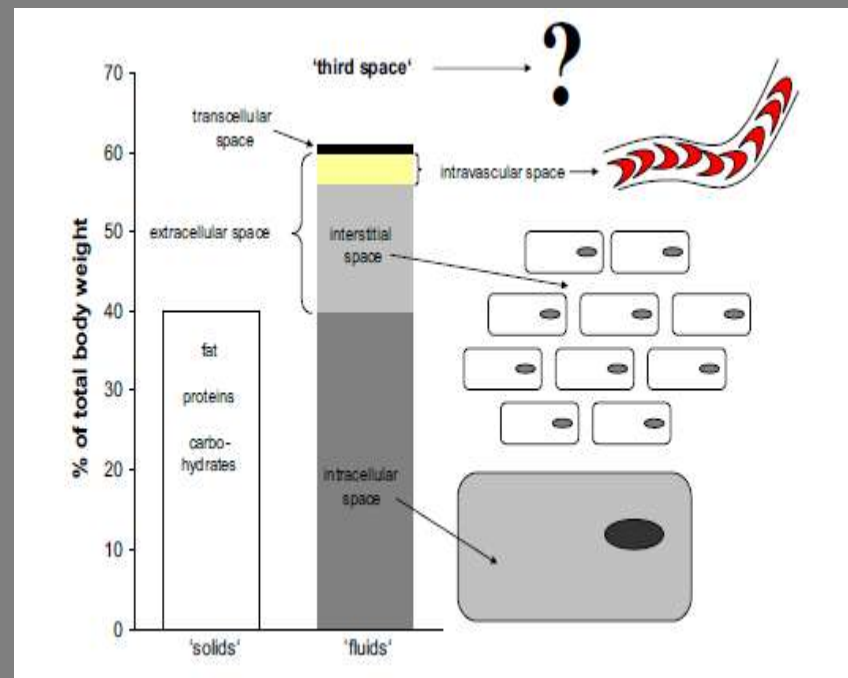
ROLA WODY W PRZESTRZENI  
ZEWNĄTRZ- I WEWNĄTRZNACZYNIOWEJ



WISŁA 22-24.05.2015

# PRZESTRZENIE PŁYNOWE W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

- 60% całkowitej masy ciała stanowi woda
- komórki zawierają 2/3 całkowitej wody ustrojowej, nie mają bezpośredniego kontaktu z substancjami odżywczymi
- zintegrowane komórki tworzą narządy
- przestrzeń pozakomórkowa jest częścią organizmu, podzieloną na wewnątrznaczyniową i międzykomórkową
- przestrzeń wewnątrznaczyniowa transportuje tlen (płuca) i substancje odżywcze (układ pokarmowy) w bezpośrednie sąsiedztwo komórek oraz usuwa produkty przemiany materii
- przestrzeń pozakomórkowa, pozanaczyniowa (śródmięszowa) stanowi 20% wody ustrojowej, wypełnia przestrzenie międzykomórkowe, małą jej część stanowią soki trawienne, płyn mózgowo-rdzeniowy, płyn gałki ocznej

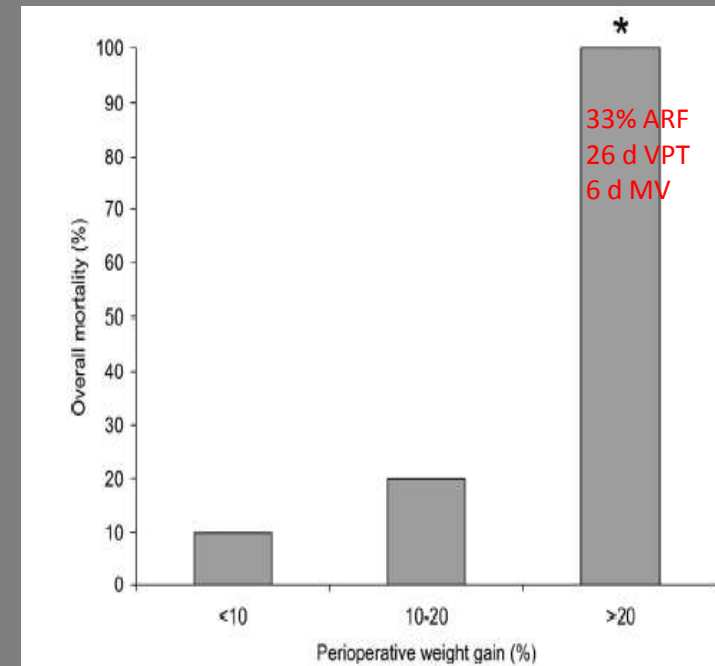


# PRZESUNIĘCIA PŁYNOWE POMIĘDZY PRZESTRZENIAMI

- zjawisko obserwowane w czasie i po zabiegach chirurgicznych, urazach
- dylemat (co było na początku?):
  - operacja, uraz są przyczyną przesunięć pomiędzy kompartmentami, co wymaga intensywnej płynoterapii
  - nadmierne przetaczanie płynów kreuje okołoperacyjne problemy (przesunięcia płynowe między przestrzeniami), których można unikać
- „trzecia przestrzeń płynowa” – hipoteza

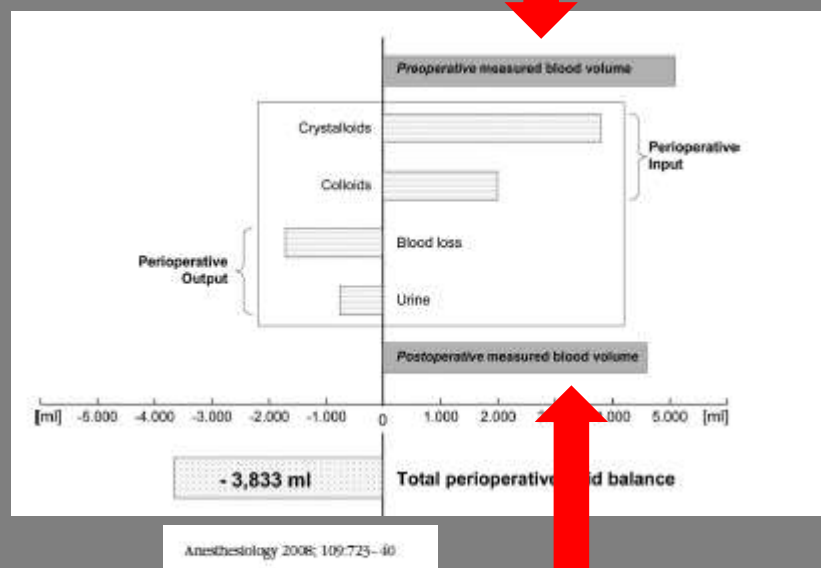
# PRZESUNIĘCIA PŁYNOWE POMIĘDZY PRZESTRZENIAMI

- szczyt przesunięć płynowych przypada na 5 h po urazie i utrzymuje się przez 72 godziny
- rozmiar uzależniony od lokalizacji zabiegu i czasu trwania
- przesunięcie z przestrzeni wewnątrznacyniowej – obrzęki – niewydolność wielonarządowa
- reabsorbcja płynów do układu naczyniowego – oveload – niewydolność serca, obrzęk płuc



# PŁYNOTERAPIA OKOŁOOPERACYJNA

- wymierna podaż - infuzje i transfuzje
- wymierna utrata – krwawienie, diureza
- niewymierna utrata:
  - deficyt przedoperacyjny
  - parowanie
  - „trzecia przestrzeń”
- objętość wewnątrznaczyniowa przed i po operacji są porównywalne – nadmiar płynów wynika z przesunięć między przestrzeniami



# PŁYNOTERAPIA OKOŁOOPERACYJNA

- przez lata zaniedbana debata na temat objętości przetaczanych płynów, dominująca liberalna zasada płynoterapii
- nieustająca dyskusja – krystaloidy czy koloidy
- nowatorskie podejście do płynoterapii – ocena przedoperacyjnego deficytu płynów, brak uzasadnienia do przedoperacyjnego uzupełniania objętości wewnątrznaczyniowej, gromadzenia płynów w tkankach można uniknąć



# PŁYNOTERAPIA OKOŁOOPERACYJNA

## STAŁA UTRATA

- parowanie, diureza
- dotyczy przestrzeni zewnątrzkomórkowej
- nie powoduje utraty ciśnienia koloidoosmotycznego w naczyniach
- substytucja krystaloidami

## UTRATA ZWIĄZANA Z URAZEM

- krwawienie
- dotyczy przestrzeni wewnątrznacyniowej
- utrata wszystkich składników krwi
- hemodilucja (poprawa reologii krwi)
- monitorowanie stężenia hemoglobiny – transfuzja
- substytucja koloidami

# PŁYNOTERAPIA

STANDARDOWA, LIBERALNA, RESTRYKCYJNA

## RESTRYKCYJNA

- ↓ częstość nieszczelności zespoleń
- ↓ zapaleń płuc
- ↓ obrzęku płuc
- ↓ infekcji rany
- ↓ LOS
- ↓ ilość powikłań

ZABIEGI WYSOKIEGO RYZYKA

## LIBERALNA

- ↓ nasilenie bólu
- ↓ nudności
- ↓ wymiotów
- rozcieńczenie czynników krzepnięcia
- zwiększenie ciężaru ciała

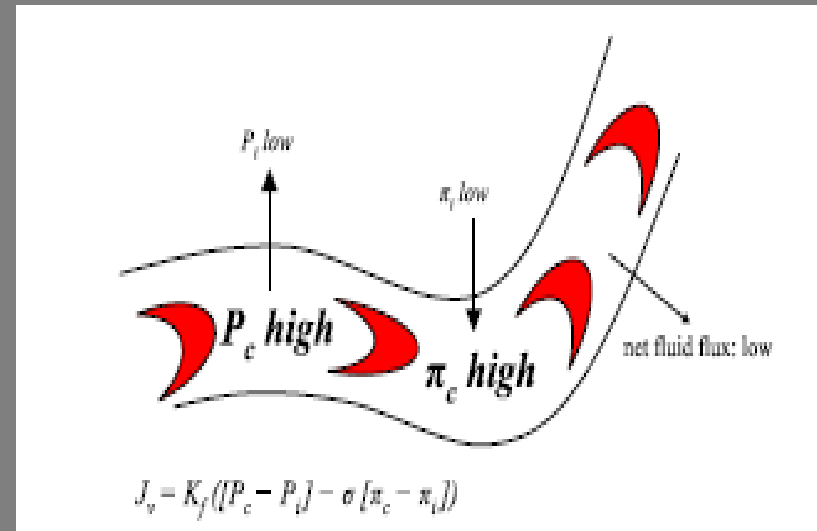
ZABIEGI NISKIEGO RYZYKA

**ZNACZENIE PŁYNOTERAPII JEST WPROST PROPORCJONALNE DO ROZLEGŁOŚCI ZABIEGU**



# BARIERA NACZYNIOWA (ŚCIANA)

- P  
R  
A  
W  
O
- przestrzeń wewnątrznacyniowa – duże cząsteczki i proteiny nie przechodzą przez barierę, generują wysokie ciśnienie koloidoosmotyczne i hydrostatyczne. Wysokie ciśnienie koloidoosmotyczne przeciwdziała nieszczelności ściany naczyń
- E  
R  
N  
E  
S  
T  
A
- przestrzeń zewnątrznacyniowa, pozakomórkowa – mała zawartość białka, niskie ciśnienie hydrostatyczne
  - przetoczenie izoonkotycznych koloidów nie zmienia ciśnienia w naczyniu i zapobiega przechodzeniu płynów przez ścianę
- S  
T  
A  
R  
L  
I  
N  
G  
A
- przetoczony krystaloid pozostaje w łóżysku w 1/5 objętości, pozostałe 4/5 przechodzą przez ścianę do przestrzeni pozanacyniowej, pozakomórkowej (nieuszkodzona ściana naczyń). Krystaloidy powodują wzrost ciśnienia hydrostatycznego w przestrzeni pozanacyniowej, aktywują układ limfatyczny, który może być niewydolny z powodu indukowanej urazem reakcji zapalnej



Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology 23 (2009) 145–157



Contents lists available at ScienceDirect

Best Practice & Research Clinical  
Anaesthesiology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/bean](http://www.elsevier.com/locate/bean)



# EFEKT OBJĘTOŚCIOWY KOLOIDÓW

- 100% efekt objętościowy koloidów – hemodilucja normowolemiczna, utracona objętość krwi zostaje w tym samym czasie zastąpiona koloidem
- wypełnianie normowolemicznego łożyska koloidem powoduje, że 60% przetoczonego koloidu natychmiast przemieszcza się do przestrzeni pozakomórkowej, pozanaczyniowej
- wypełnienia łożyska naczyniowego jest uzasadnione po utracie płynów krążących
- hiperwoleミア skutkuje dramatycznym przesunięciem płynów do przestrzeni pozanaczyniowej (uszkodzenie szczelności bariery naczyniowej)



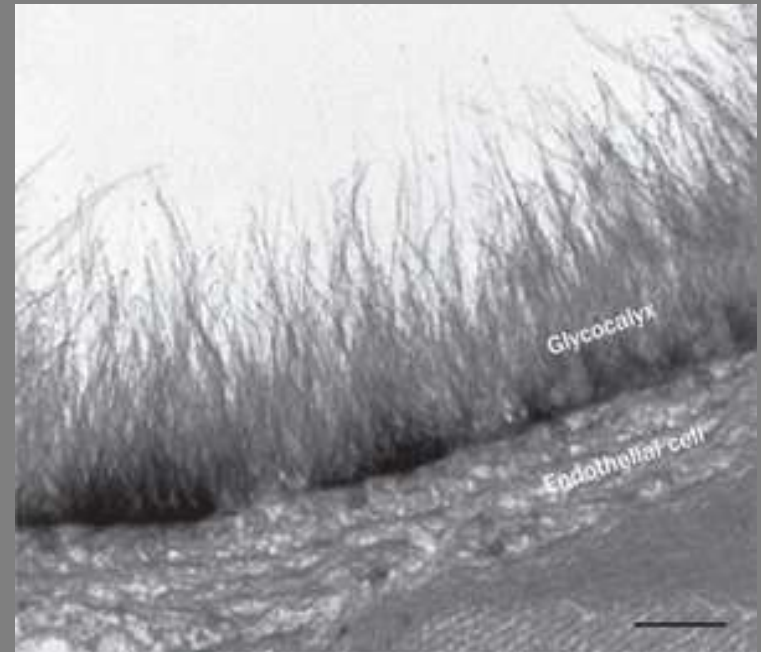
# KOLOIDY

- efekt zależny od stanu wypełnienia łożyska naczyniowego (kontekst)
- wlew we względnej hipowolemii nieuzasadniony – powrót tonusu naczyniowego po zabiegu może spowodować hiperwolemię i obrzęk płuc
- uraz chirurgiczny upośledza funkcję wydalniczą nerek



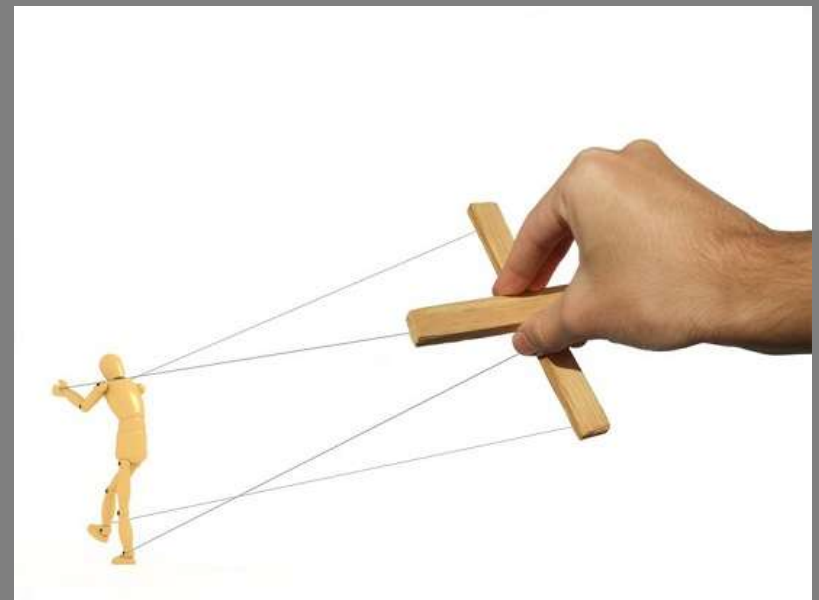
# GLYCOCALYX

- pokrywa śródbłonek naczyniowy, funkcjonalna grubość 1  $\mu\text{m}$
- istotna rola w funkcjonowaniu bariery ściany naczyń
- prewencja adhezji leukocytów i agregacji płytek krwi
- łagodzi nasilenie SIRS i obrzęków
- unieruchomione osocze (700-1000 ml) związane jest z glycocalyxem pozostając w dynamicznej równowadze z frakcją krążącą
- stężenie albumin odgrywa kluczową rolę w integralności funkcjonalnej śródbłonka
- glycocalyx zachowuje się jak filtr molekularny aktywnie zatrzymujący proteiny w naczyniu, hydrostatycznie wypychane na zewnątrz



# CZYNNIKI USZKADZAJĄCE GLYCOCALYX

- niedokrwienie/reperfuzja
- proteazy
- Tumor Necrosis Factor – TNF $\alpha$
- Atrial Natriuretic Peptide – ANP
- aktywne postacie tlenu
- uraz operacyjny – uwalnianie mediatorzy
- hiperwolemia



# PRZESUNIĘCIA PŁYNOWE – NOWOCZESNA KONCEPCJA

## TYP 1

- funkcjonalna objętość wody zewnątrzkomórkowej, fizjologiczne przesunięcie pomiędzy wodą wewnątrznacyniową i interstycjalną
- prawie pozbawiona białek
- może stanowić dużą objętość z powodu niskiego stężenia białek w osoczu i wysokiego ciśnienia hydrostatycznego w naczyniach
- bariera ściany naczynia nieuszkodzona, ważna rola układu limfatycznego (niewydolnego z powodu SIRS)
- klinicznie stan mniej groźny, wysokie prawdopodobieństwo szybkiego wycofania się zmian

## TYP 2

- niefunkcjonalna objętość wody zewnątrzkomórkowej, funkcjonalnie odseparowana od innych przestrzeni
- bogatobiałkowa
- zrujnowana integralność śródbłonka
- właściwie nieodwracalny w określonym czasie

# PRZECIWDZIAŁANIE PRZESUNIĘCIOM PŁYNOWYM

## TYP 1

- wlew krystaloidów w pierwszej fazie – pokrycie wymiernej utraty płynów
- straty przez parowanie należy uzupełniać krystaloidami, obowiązuje zasada zachowania prawidłowego pH
- ostre krwawienie wywołuje izolowany deficyt płynów wewnątrznaczyniowych – substytucja – transfuzja, koloidy izoonkotyczne

## TYP 2

- unikać hiperwolemii, profilaktyczne wypełnianie łożyska naczyniowego uszkadza barierę naczyniową
- wazodilatacja (względna hipowolemia) u normowolemicznych pacjentów wymaga przywrócenia tonusu naczyniowego – leki obkurczające naczynia

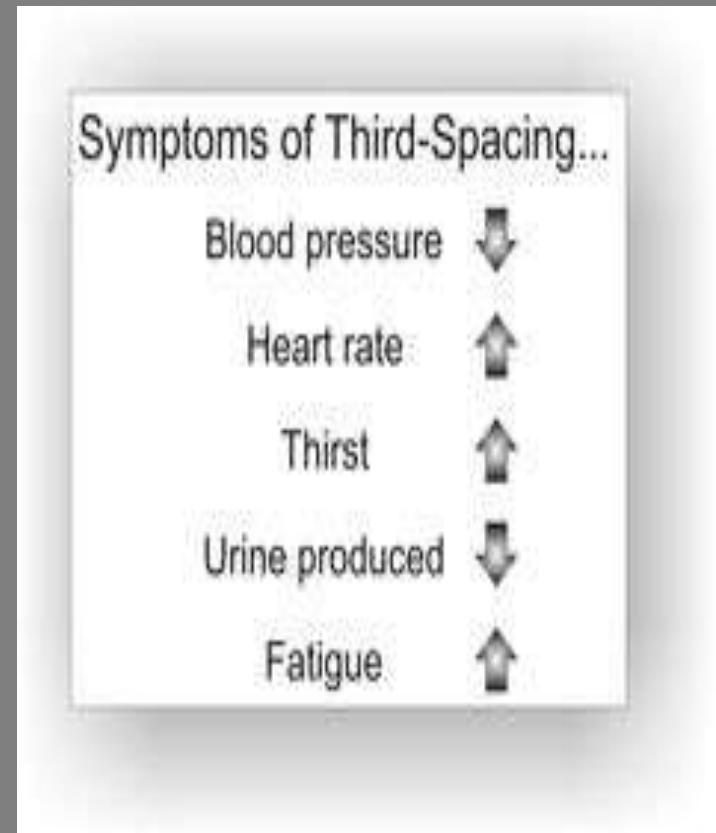
# PRZESUNIĘCIA PŁYNOWE - PODSUMOWANIE

- okołooperacyjne przesunięcie płynów polega w większości na gromadzeniu wody w przestrzeni pozakomórkowej, pozanaczyniowej
- zjawisko typowe, nie do uniknięcia
- nasila się przez stosowanie nieodpowiednich płynów infuzyjnych, nieprzestrzeganiu wskazań, nieodpowiedni dobór dawki
- krystaloidy służą do uzupełniania strat związanych z parowaniem i diurezą
- koloidy – terapia z wyboru w aktywnym krwawieniu
- unikanie hipo- i hiperwolemii ogranicza przesunięcia płynowe
- przyczyną hipowolemii mimo uzupełniania objętości łożyska naczyniowego jest niedoszacowanie krwawienia lub uszkodzenie bariery jaką jest ściana naczyń – leczenie polega na przetoczeniu koloidów
- wszystkie powyższe uwagi dotyczą pacjentów stabilnych hemodynamicznie
- aktywne krwawienie wymaga agresywnej płynoterapii, prewencja przesunięć płynowych między kompartmentami schodzi na drugi plan



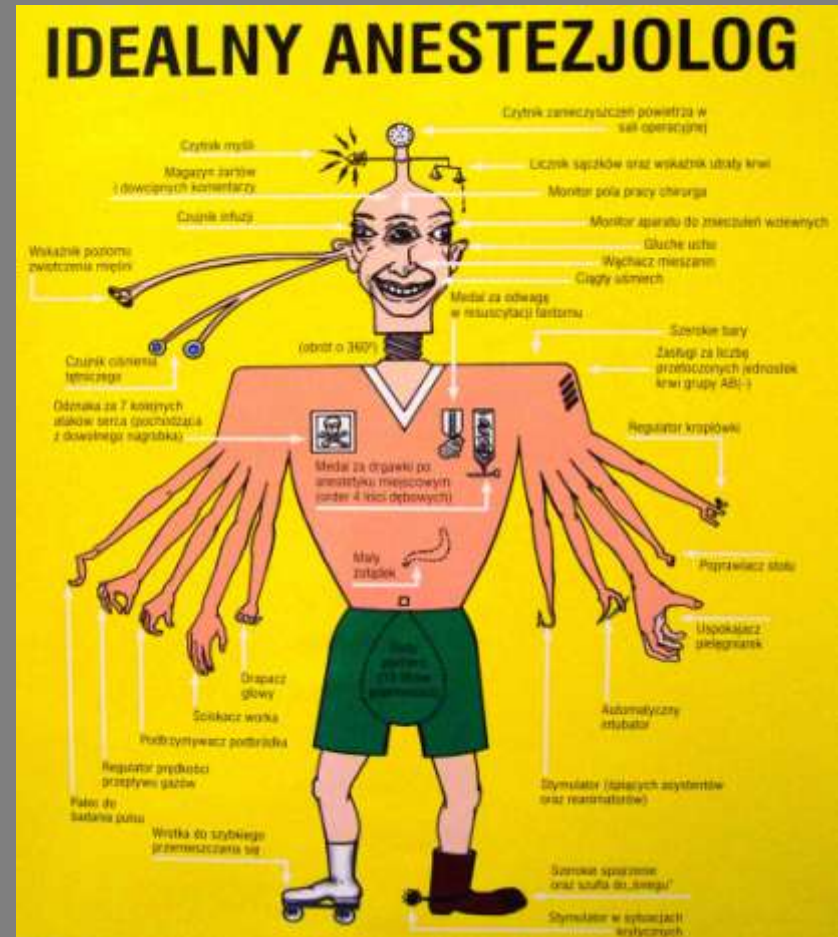
# „TRZCIA PRZESTRZEŃ”

- fikcyjna przestrzeń
- rola w formowaniu obrzęków związanych z zabiegiem i przetaczaniem płynów (manipulacje chirurgiczne zwiększają zawartość przestrzeni międzykomórkowej o 5 – 10 %, infuzja krystaloidu 5 ml/kg cc podwaja obrzęk)
- występowanie trzeciej przestrzeni wydaje się być konsekwencją standardów płynoterapii okołoperacyjnej



# NORMOVOLEMIA

- złożony problem (schorzenia towarzyszące)
- monitorowanie śródoperacyjne wypełnienia łożyska naczyniowego
- minimalizacja przesunięć płynowych mimo uszkodzeń bariery naczyniowej spowodowanej urazem chirurgicznym



# PODSTAWY KONSERWATYENJ PŁYNOTERAPII

- głodzenie powoduje hipowolemię – dodatkowa utrata z parowaniem, diureza
- parowanie dramatycznie rośnie od momentu przecięcia skóry przez chirurga
- nieprzewidywalne przesunięcie płynów do „trzeciej przestrzeni” wymaga obfitej substytucji
- hiperwoleミア nie jest szkodliwa ponieważ nerki usuwają nadmiar wody



## *A Rational Approach to Perioperative Fluid Management*

Daniel Chappell, M.D.,\* Matthias Jacob, M.D.,\* Klaus Hofmann-Kiefer, M.D.,\* Peter Conzen, M.D.,† Markus Rehm, M.D.†

# ~~PŁYNOTERAPIA SUBSTYTUCJA PŁYNÓW~~

1. deficyt płynów w przestrzeni pozakomórkowej po okresie głodzenia jest znikomy, utrzymuje się normowolemia wewnątrznaczyniowa
2. utrata płynów przez parowanie wynosi  $0,5 \text{ ml/kg}^{-1}$ , zwiększając się do  $1 \text{ ml/kg}^{-1}$  w czasie rozległych zabiegów na jamie brzusznej
3. „trzecia przestrzeń” nie istnieje



# PODSUMOWANIE

- płynoterapia oznacza substytucję płynów
- restrykcyjna płynoterapia ma przewagę nad liberalną - uproszczenie
- substytucja płynów adekwatna (indywidualizacja) i o czasie, dostosowana do utraty (objętość i jakość)
- optymalizacja – minimalizacja przesunięć płynowych
- rozumienie kinetyki płynów i funkcji glycoalyxu pozwala przewidywać dystrybucję płynów między kompartmentami

Mid-thoracic epidural  
anesthesia/analgesia  
No nasogastric tubes  
Prevention of nausea and vomiting  
Avoidance of salt and water overload  
Early removal of catheter  
Early oral nutrition  
Non-opioid oral analgesia/NSAIDs  
Early mobilization  
Stimulation of gut motility  
Audit of compliance and outcomes

Preadmission counseling  
Fluid and carbohydrate loading  
No prolonged fasting  
No/selective bowel preparation  
Antibiotic prophylaxis  
Thromboprophylaxis  
No premedication

Postoperative

Preoperative

**ERAS**

Intraoperative

Short-acting anesthetic agents  
Mid-thoracic epidural anesthesia/analgesia  
No drains

Avoidance of salt and water overload  
Maintenance of normothermia (body warmer/warm intravenous fluids)

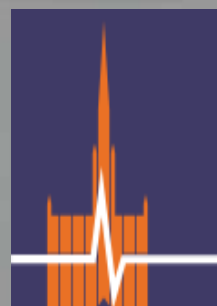
## Liberal or Restrictive Transfusion in High-Risk Patients after Hip Surgery

Jeffrey L. Carson, M.D., Michael L. Terris, M.D., M.P.H., Helaine Nowack, M.P.H., David W. Sanders, M.D., Bernard R. Chaitman, M.D., George G. Rhoads, M.D., M.P.H., George Nemo, Ph.D., Karen Oringer, R.N., Lauren Beaupre, P.T., Ph.D., Kevin Holtebrand, M.D., William Macaulay, M.D., Courtland Lewis, M.D., Donald Richard Cook, B.M.Sc., M.D., Gwendolyn Dobbin, C.C.R.P., Khawaja Zakriya, M.D., Fred S. Apple, Ph.D., Rebecca A. Hornby, B.A., and Joe Magaziner, Ph.D., M.S.P.H., for the FOCUS Investigators\*

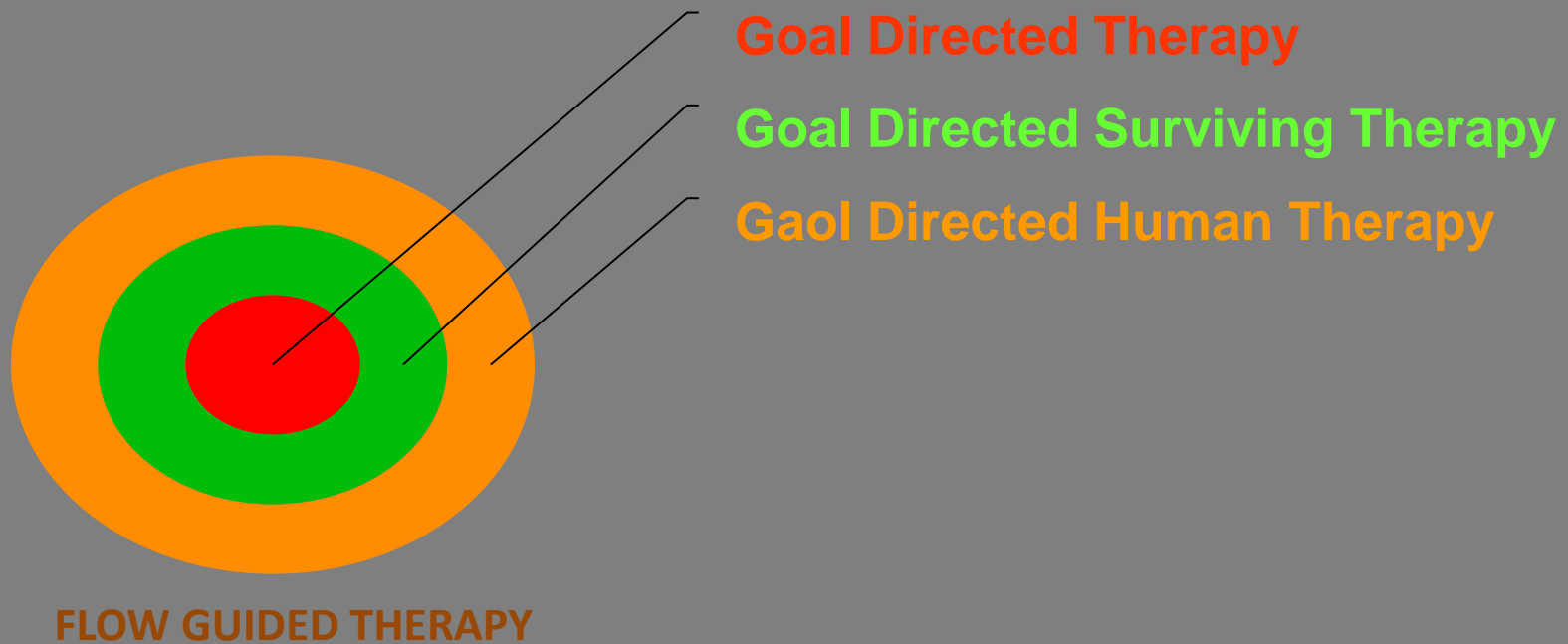
**Transfusion of 1-2 PRBCs  
with target Hb >8 g/dl = 4,8 mmol/l  
increases mortality, but has  
no effect on mobilisation**

$\text{mmol/l} = \text{g/dl} \times 0,62$

$\text{g/dl} = \text{mmol} \times 1,6$

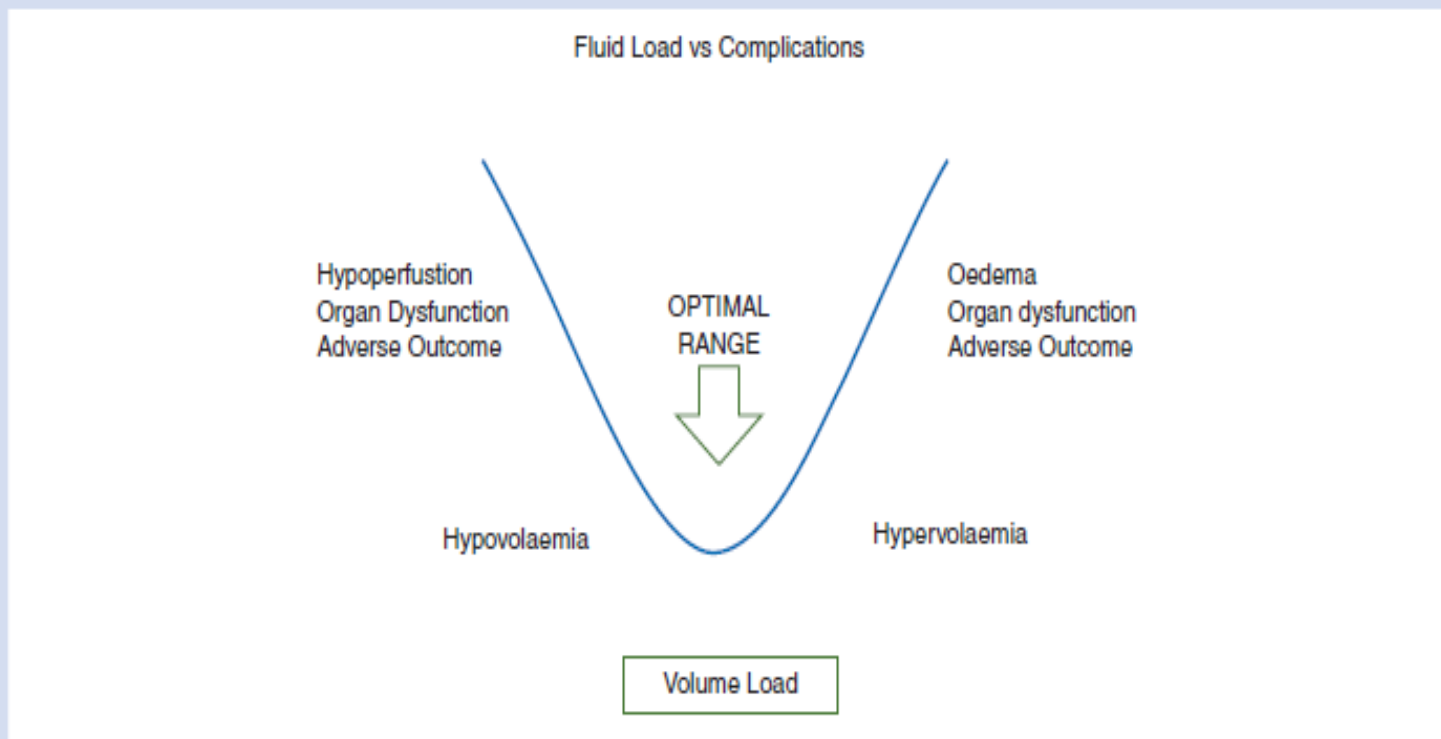


# TERAPIA UKIERUNKOWANA NA CEL



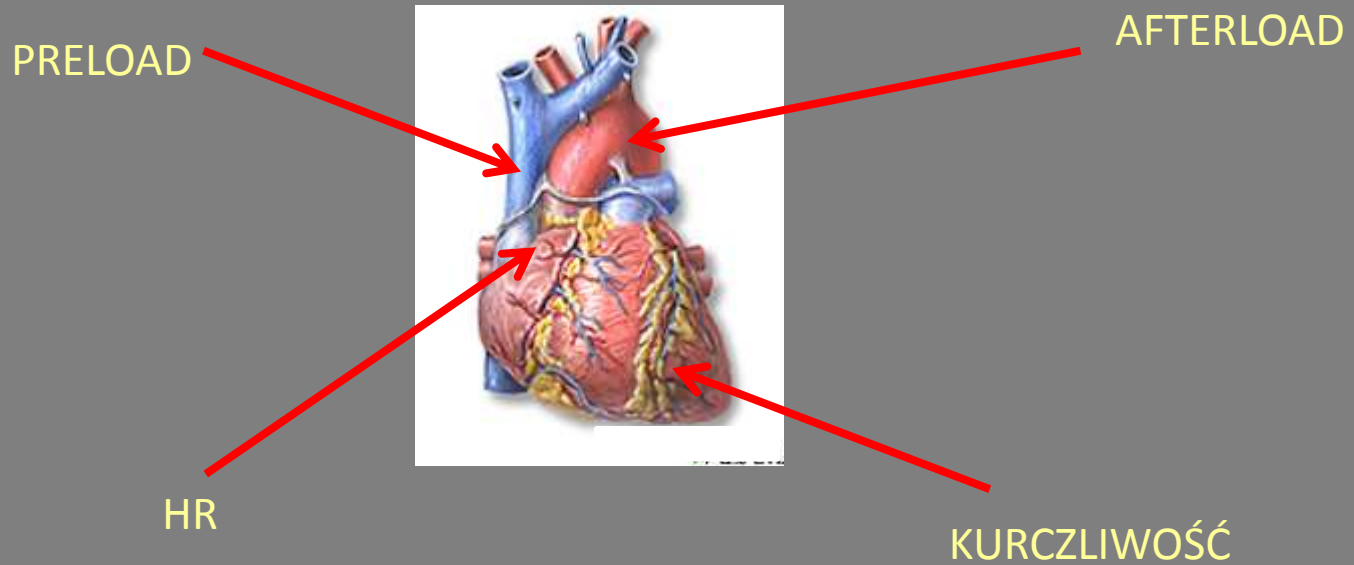


# NORMOVOLEMIA



**Fig 3** Avoidance of both hypo- and hypervolaemia is the aim of intraoperative fluid therapy in order to prevent adverse outcomes. Modified from Hahn.<sup>60</sup>

# FUNKCJA SERCA



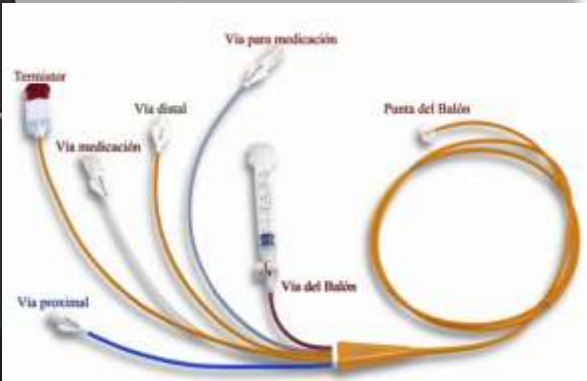
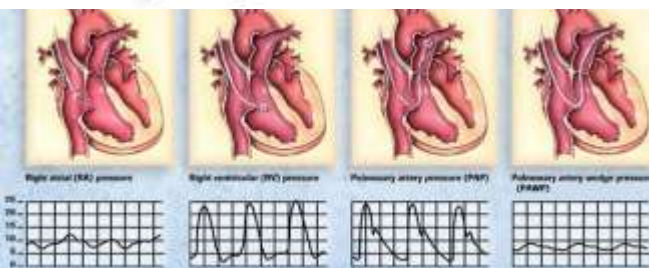
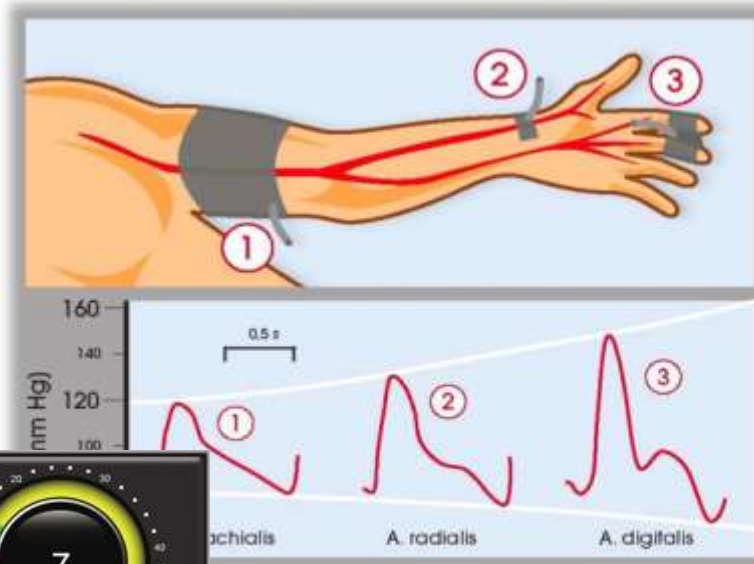
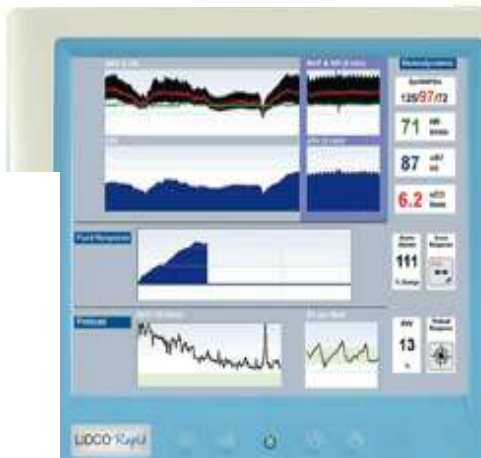


Figure 2. This is a typical waveforms progression as the pulmonary artery catheter floats through the cardiac chambers. Monitoring these waveforms tells clinicians where in the heart the catheter is as it advances.



*każda metoda jest  
dobra jeśli prowadzi  
do celu - GDT*