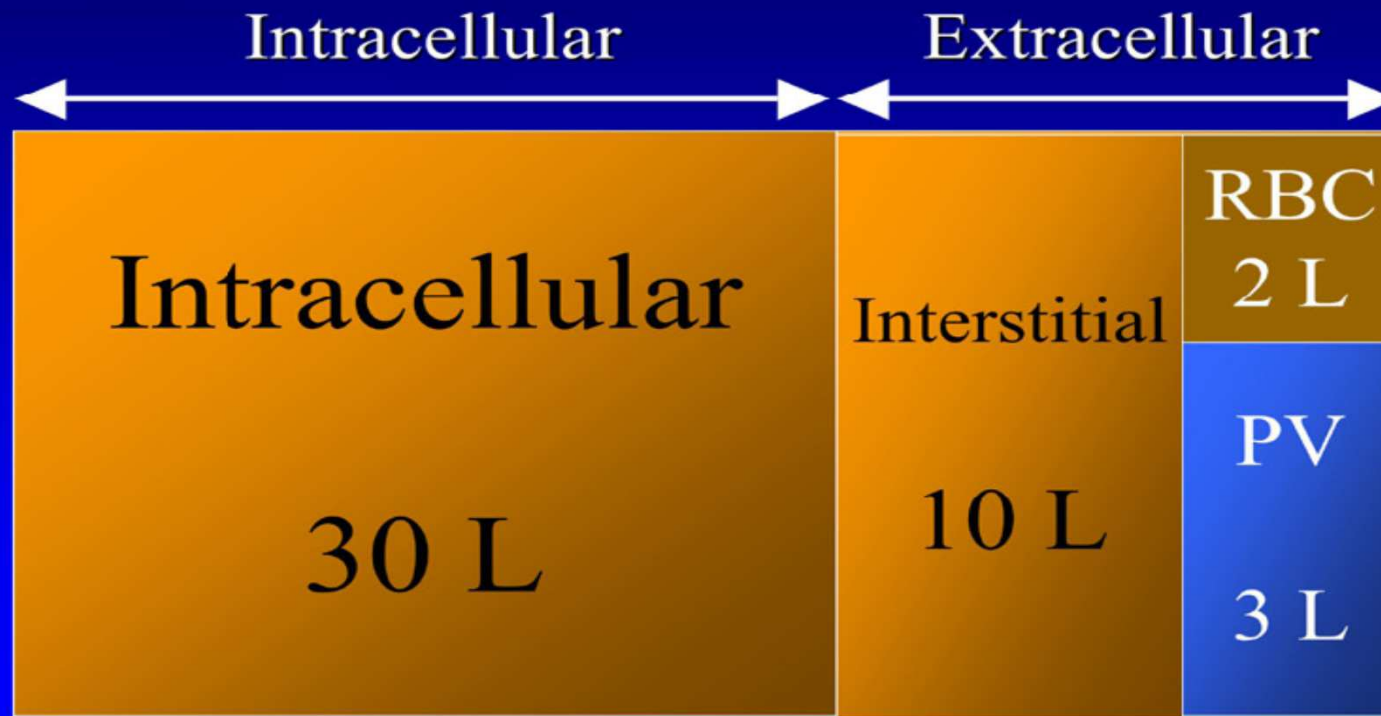


# Nadoknada tekućina, elektrolita i gubitaka krvi

Tatjana Šimurina  
[tsimurina@unizd.hr](mailto:tsimurina@unizd.hr)



**Figure 1. Fluid compartments**

Gan TJ. Does fluid restriction improve outcomes of surgical patients? *Anesth Analg* 2010; 110:76-9.

PV – plasma volume, RBC red blood cells

# NORMALAN UNOS I IZLUČIVANJE

UNOS (ml)		GUBITAK (ml)	
PIĆE	1100	DIUREZA	1450
VODA I HRANA	1000	RESPIRACIJA	600
METABOLIZAM	400	KOŽA I STOLICA	400 + 50
Ukupno	2500	Ukupno	2500

# CILJ NADOKNADE VOLUMENA

- Nadoknada volumena tekućinama koje sadrže elektrolite, glukozu, makromolekule (albumini) i krvnim derivatima u perioperativnom periodu obavlja se zbog:
  - zadovoljenja normalnih potreba
  - korekcije postojećih poremećaja
  - gubitaka za vrijeme operacije

# PRIJEOPERATIVNA PROCJENA

## HIPOVOLEMIJA

Šok

Vrućica

Pothranjenost i žeđ

Povraćanje, proljev, drenaže

Opekline

Dijabetes s hiperglikemijom

Krvarenje

Peritonitis (upale)

Opstrukcija crijeva

Ascites (intravaskularno)

Poliurija (nefropatija)

## HIPERVOLEMIJA

Popuštanje srca

Pretjerana terapija tekućinama

Ascites (ukupna voda)

Zatajenje bubrega

# POREMEĆAJ VOLUMENA U ANESTEZIJI

- Nekorigirana preoperativna **hipovolemija** veći je problem od hipervolemije
- Vazodilatacija i smanjen tonus simpatikusa – **produbljenje hipotenzije**
- Kompenzirana hipovolemija – nastup hipotenzije u **općoj i regionalnoj** anesteziji
- **Povoljni efekti anestezije:**
  - **PPV** (engl. *positive pressure ventilation*) smanjuje razvoj plućnog edema
  - **vazodilatacija** u anesteziji, pojačano dijastoličko punjenje kod prepunjenosti
- Prilagođavanje suprotstavljenih zahtjeva prema različitim organskim sustavima



## Češće otopine u perioperacijskom razdoblju

- 0,9% Na Cl (154 mmola Na)
- Ringer laktat (130 mmola Na, 4 mmola K)
- Infusol (140 mmola Na, 5 mmola K)
- Plasma-Lyte 148 (140 mmola Na, 5 mmola K)
- 5% glukoza ( glukoza 50 mmola /l)
- 10% dekstran 40 (glukoza 50 mmola)
- HAES 6% (154 mmola Na)
- 5% albumin (145±15 mmola Na, < 2,4 K)

# OSMOLALNOST TJELESNIH TEKUĆINA

- Izmjena vode između odjeljaka tjelesne tekućine:
  - hidrostatski tlak
  - osmotski tlak
- Osmol je 1 g molekularne težine molekule koja ne disocira a kod molekule koja disocira u ione (n):  
osmolalnost (mOsm/kg H<sub>2</sub>O) = n x mol.konc. (mmola/kg H<sub>2</sub>O)
- Osmolalnost tjelesnih tekućina: 280-290 mOsm/kg H<sub>2</sub>O
- Kapilare:
  - Arterijski kraj : hidrostatski > osmotski tlak => filtracija u intersticijsku tekućinu
  - Venski kraj: osmotski > hidrostatskog => filtracija u kapilaru



# IZOTONIČNOST, IZOOSMOTIČNOST

- **Izotonična** otopina je ona u kojoj stanice ne mijenjaju volumen
- Otopine jednake osmolalnosti su **izoosmotske**
- Na osmotsku učinkovitost utječu specifičnosti pojedine membrane (kapilarna je propustljivija od stanične)
- **Osmotski djelotvorna** tvar - ona koja na jednoj strani polupropusne membrane nastoji potisnuti vodu kroz membranu
- Osmotski nedjelotvorna tvar sama brzo prolazi kroz polupropusnu membranu

# ODRŽAVANJE TJELESNIH TEKUĆINA

- ECT povećana osmolalnost (dehidracija, proljev, unos koncentrirane tvari) => Osmoreceptori (hipotalamus):
  - 1. lateralno preoptičko područje (žed, unos tekućine)
  - 2. ADH (hipofiza) (bubrezi zadržavaju vodu)
- ECT smanjena osmolalnost (višak unosa tekućine) => Osmoreceptori:
  - 1. nema žeđi
  - 2. ne izlučuje se ADH (zbirni tubuli nisu propusni za vodu, bubrezi izlučuju vodu)

# MONITORING TERAPIJE DEFICITA

- Klinički znakovi dehidracije (dovoljno za zdrave)
- Praćenje izlučivanja urina
- Ortostatska hipotenzija
- Invazivni intravaskularni monitoring (bolesnici sa srčanom, bubrežnom i plućnom disfunkcijom)

# TERAPIJA DEFICITA VOLUMENA

- Dehidrirani bolesnik s dobrom srčanom i bubrežnom funkcijom kad je anestezija **hitna** imaju obilnu, brzu nadoknadu: 1l svakih 10 – 15 min do ukupno 3 – 5 l
- Kod **manje hitnih** zahvata nadoknada traje više sati
- Nadoknada traje do nestanka znakova hipovolemije i prekida se prije nego bi došlo do preopterećenja
- Bolesnici s poremećajem srčane, plućne, bubrežne funkcije zahtijevaju laganu **postepenu titraciju** (manjim češćim volumenima)

# PREOPTEREĆENJE TEKUĆINAMA

- Bubrežno zatajenje
- Pretjerano davanje intravenskih tekućina
- Simptomi evidentni neposredno nakon izlaska iz anestezije: prestanak utjecaja anestezije

# MONITORING I LIJEČENJE PREOPTEREĆENJA TEKUĆINAMA

- Motrenje kliničkih znakova:
  - Dispneja
  - Hipoksemija
  - Tahikardija
  - Poliurija
  - Edemi
  - Hropci nad plućnim bazama
  - Ružičasta pjena u tubusu
- Postupak tijekom anestezije: ograničiti nadoknadu na korekciju hipovolemije i intraoperacijskih gubitaka
- Terapija:
  - ograničavanje unosa tekućine
  - diuretici
  - kisik
  - ventilacija pozitivnim tlakom

# PERIOPERACIJSKA NADOKNADA

- Manji kirurški zahvati: održavanje iv puta
- Prvih pola sata: nadoknada za period prijeoperativnog neunošenja na usta (glukoza, fiziološka, fiziološka-glukoza)
- Tijekom zahvata– nadoknada nevidljivih gubitaka (2 ml/kg/h fiziološke)
- Dodatno ovisno o veličini zahvata kao odgovor na znakove hipovolemije (izotonične otopine 2 – 8 ml/kg/h)
- Nadoknada gubitaka krvi
  - kristaloidi (3 : 1)
  - koloidne otopine (1 : 1)
  - anemija (hemodilucija) transfuzija eritrocita
- Održavanje diureze > 0,5 – 1 ml/kg/h
- Oligurija, hipotenzija, znakovi smanjenja srčanog izbačaja ili hipovolemije – terapija: izotonična otopina 2 – 6 ml/kg

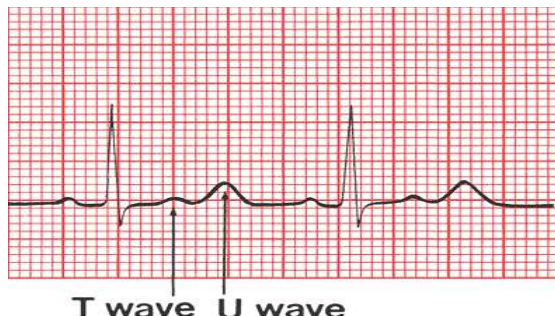
# POSTUPAK KOD HITNIH PROCEDURA

- Dijagnosticirati poremećaj volumena, elektrolita, ABS (acido-bazni status)
- Postavljanje potrebnog monitoringa
- Korekcija abnormalnosti što je brže moguće
- Dalje kao kod planiranih procedura



# Elektroliti

- Bazični kationi:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$
- Bazični anioni:  $\text{Cl}^-$ , bikarbonat  $\text{HCO}_3^-$ , fosfati  $\text{HPO}_4^-$ , sulfat  $\text{SO}_4$ , organske kiseline i bjelančevine
- $\text{Na}^+$  (136 – 145 mEq/l) 90% osmolalnosti ECT; izlučuje se kožom, crijevima, bubrezima – ovisno o unosu; koncentraciju održavaju bubrezima (renin-angiotenzin-aldosteron)
- $\text{K}^+$  (150 – 160 mEq/l) glavni kation stanične tekućine, 98%  $\text{K}^+$  u ICT, 2 % u ECT; izlučivanje putem bubrega; dnevni unos 50 – 150mEq/l i toliko ga dnevno bubreg izluči



## Hipo K<sup>+</sup>

- POMANJKANJE K<sup>+</sup> (n.v. 3,9 – 5,1 mmol/L)
- Uzroci: povećano izlučivanje bubrezima (diuretici, bolesti bubrega, šećerna bolest), preko probavnog sustava (povraćanje, proljevi, fistule) ili premali unos, alkalozna
- Simptomi: hipotonija mišića (paraliza respiratornih mišića, napetost crijeva/paralitički ileus), ↓kontraktilnost miokarda, smetnje srčanog ritma, EKG: spuštana ST spojica, sniženi T val, produljenje QT, povećanje U vala
- Liječenje: unos tabletama/infuzije kroz CVK



## Hiper K<sup>+</sup>

- VIŠAK K<sup>+</sup> (n.v. 3,9 – 5,1 mmol/L)
- Uzroci: insuficijencija akutna renalna i nadbubrega, ↑ unos, oslobađanje iz oštećenog tkiva (rabdomioliza), hemoliza, masivne transfuzije krvi, lijekovi (diuretici koji štede K), respiracijska i metabolička acidoza
- Simptomi: slabost, bolovi u trbuhu, poremećaj svijesti, snižena kontraktilnost miokarda, smetnje ritma, EKG: visoki šiljasti T val, smetnje provođenja, blok srca ili FA
- Liječenje: ukidanje unosa K, otopina glukoze s inzulinom u infuziji, Na bikarbonat u infuziji, poglavito ako je bolesnik u acidozi, Ca<sup>++</sup> i.v., izmjenjivači iona u obliku klizme, krajnja mjera je hemodijaliza

# HIPEROSMOLARNA STANJA

- Osmolalnost ECT je povećana kad je količina osmotski aktivnih čimbenika u ECT povećana
- Hipertonična stanja
- 1. Hipertonična hipoNa (osmotski aktivni čimbenici u ECT povećani)
  - voda iz stanice u prostor ECT - Na snižen
  - ( terapija: hipotonične otopine)

■ 2.

HiperNa	Hipovolemijska	Normovolemijska	Hipervolemijska
Uzroci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pretjerana perspiracija</li> <li>• Gubitci probavnim organima</li> <li>• Bubrezi ne koncentriraju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dijabetes insipidus</li> <li>• Osmotska diureza</li> <li>• Akutno popuštanje bubrega</li> <li>• Proljevi</li> <li>• Znojenje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipertonična o. ili Na bikarbonat – veliki unos</li> <li>• Primarni aldosteronizam</li> <li>• Cushingov sindrom</li> </ul>
Terapija	Izotonična i hipotonična otopina	Hipotonična otopina	Hipotonična otopina Diuretik



## NADOKNADA KRVI

- Ograničeno na minimum potreban za sigurnost dopuštajući umjerenu anemiju
- Terapija krvnim komponentama ili cijelom krvi
- Autologna transfuzija krvi (prijeoperacijsko sakupljanje i skladištenje vlastite krvi)
  - **Akutna izovolemijska hemodilucija** (oblik autologne transfuzije gdje se uzima jedan dio od dozvoljenog gubitka krvi na samom početku operacije uz istovremenu infuziju i.v. otopine za održanje volumena tako da dilucija krvi smanjuje intraoperativni gubitak eritrocita Er, a reinfuzija spremljene krvi osigurava vlastite Er i trombocite)

# DOPUŠTENI KRVNI GUBITAK

- **Hb 70g/L** sigurnosni limit prije operacije (ranije 100g/L koji još vrijedi ako je kompromitiran protok krvi u kritične organe pr. koronarna bolest)
- Nadoknada **kristaloidima (3 : 1)** ili **koloidima (1 : 1)** do anemije zbog hemodilucije kad treba dati transfuziju eritrocita
- Prihvatljiv gubitak krvi =  
$$\text{EBV} \times (\text{Hb početni} - \text{Hb ciljani}) / (\text{Hb početni})$$
  
EBV – procijenjeni volumen krvi

# Krvne komponente ili cijela krv?

- 80 % sakupljene krvi se prije upotrebe frakcionira na komponente za ciljano specifičnu terapiju
- **Transfuzija eritrocita** kod **umjerenog** krvarenja (umjereno razrjeđenje trombocita, albumina, topivih faktora zgrušavanja dobro se tolerira)
- **Transfuzija pune krvi** (sa svim komponentama) kod **većih** gubitaka
- Razrjeđivanje pune krvi zbog frakcioniranja komplicira terapiju masivnih krvarenja
- Hitna transfuzija – 0 neg Er (univerzalni donor) su bolji izbor od pune krvi koja može sadržavati anti A, anti B antitijela

# Sigurnost nadoknade krvi

- Infekcija (virusne, bakterijske, parazitarne)
- Inkompatibilnost\* (ABO nekompatibilnost)
- Immunološke posljedice (recidiv i lošija prognoza karcinoma)
- Hemolitičke transfuzijske reakcije (AKUTNE – obično rezultat transfuzije nekompatibilnih Er, nekompatibilnih otopina infudiranih s Er, gram negativne sepse zbog kontaminirane krvi; ODGOĐENE – na bazi **ne**-ABO Ag)
- Febrilne i alergijske – posljedice djelovanja antitijela prema L, Trc, proteinima plazme

\*Tipiziranje i interakcija = serum bolesnika i stanice potencijalnog donora se zajedno inkubiraju kroz 30 min, aglutinacija označava da bolesnikova antitijela reagiraju s donorovim antigenima te nisu kompatibilna



# Hemostatski poremećaji

- **SSP**, svježe smrznuta\* plazma (15 – 20 mL/kg osigurava zamjenu faktora zgrušavanja za 25 %)
- **Koncentrat trombocita** (1 jedinica = povećanje 5 – 10 000 Trc, uobičajeno se primjenjuje 6 – 8 j)
- **Krioprecipitat** (faktor VIII, fibrinogen)
- **PCC**, koncentrat protrombinskog kompleksa (F II, VII, IX, X)
- **Desmopresin** (analog vazopresina, otpuštanje F VIII iz endotelih stanica)

\*jednodonorska plazma nije smrznuta, a skladištenjem na sobnoj temperaturi gube se faktori zgrušavanja V i VIII