

# Poslijeoperacijski balans tekućina u kirurških bolesnika

---

Klanac, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:404953>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI  
SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Ana Klanac

**POSLIJEOPERACIJSKI BALANS TEKUĆINA U KIRURŠKIH BOLESNIKA**

Diplomski rad

Rijeka, 2016.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI  
SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Ana Klanac

**POSLIJEOPERACIJSKI BALANS TEKUĆINA U KIRURŠKIH BOLESNIKA**

Diplomski rad

Rijeka, 2016.

Mentor rada: Željko Župan, prof. dr. sc.

Diplomski rad ocijenjen je dana \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u

sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Rad sadrži \_\_\_24\_\_\_ stranice, \_\_\_0\_\_\_ slika, \_\_\_0\_\_\_ tablica, \_\_\_38\_\_\_ literaturnih  
navoda.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru, prof. dr. sc. Željku Županu, dr. med. koji je sa svojim znanjem, savjetima i strpljenjem pomogao prilikom izrade ovog diplomskog rada.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Tjelesne tekućine .....	1
1.1.1. Razlike između izvanstanične i unutarstanične tekućine .....	1
1.1.2. Revidirana Starlingova ravnoteža .....	2
1.2. Tekućine za nadoknadu volumena .....	3
1.3. Anestezija, kirurgija i balans tekućine .....	4
1.4. Mehanizmi perioperativne primjene tekućine .....	5
1.5. Komplikacije prekomjernog perioperativnog unosa tekućine .....	7
2. SVRHA RADA .....	8
3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU .....	9
4. RASPRAVA .....	15
5. ZAKLJUČCI .....	16
6. SAŽETAK .....	17
7. SUMMARY .....	18
8. LITERATURA .....	19
9. ŽIVOTOPIS .....	24

## 1. UVOD

### 1.1. Tjelesne tekućine

Oko 60% ljudskog tijela čini tekućina, pretežno vodena otopina iona i drugih sastojaka. Dvije trećine te tekućine nalazi se unutar stanica i naziva se stanična (intracelularna) tekućina, a jedna trećina se nalazi izvan stanica i naziva se izvanstanična (ekstracelularna) tekućina. Izvanstanična tekućina, koje ima oko 14 litara, dijeli se na međustaničnu tekućinu (11 litara) i krvnu plazmu (3 litre). Poseban oblik izvanstanične tekućine je transcelularna tekućina koja obuhvaća tekućinu u sinovijalnom, peritonealnom, perikardijalnom, intraokularnom prostoru i u cerebrospinalnom likvoru. Unutarstanične tekućine ima oko 28 litara (1). Ukupni volumen tjelesne vode čini oko 80% tjelesne mase donošenog novorođenčeta, da bi se do kraja prve godine života taj udio smanjio na 65% i poslije u odraslog muškarca iznosio oko 60%, odnosno 55% u žena. U muškaraca je udio vode veći jer žene imaju veći postotak masnog tkiva koje sadržava vrlo malo vode. Volumen intracelularne tekućine tijekom života više-manje je konstantan, a relativno smanjivanje količine vode u organizmu s porastom dobi isključivo je posljedica smanjenja volumena ekstracelularne tekućine (2).

#### 1.1.1. Razlike između izvanstanične i unutarstanične tekućine

Izvanstanična tekućina sadržava velike količine iona natrija, klorida i hidrogenkarbonata te hranjive tvari poput kisika, glukoze, masnih kiselina i aminokiselina. Također, sadrži i ugljikov dioksid, kao i ostale otpadne stanične produkte. Stanična tekućina se izrazito razlikuje od izvanstanične tekućine, ponajviše zbog toga što sadržava velike količine iona kalija, magnezija i fosfata. Raspodjelu između unutarstaničnog i izvanstaničnog odjeljka određuje uglavnom osmotsko djelovanje malih otopljenih tvari, posebice iona klora na staničnu membranu. Raspodjelu izvanstanične tekućine između plazme i međustaničnog

prostora određuje ravnoteža hidrostatskih i koloidno-osmotskih sila na kapilarnoj membrani te očuvanost glikokaliksa molekularnog sloja na vanjskoj površini žilnog endotela (1).

### 1.1.2. Revidirana Starlingova ravnoteža

E.H. Starling otkrio je da u normalnim okolnostima na kapilarnoj membrani postoji približna ravnoteža. Pri tome je količina tekućine koja se filtrira iz arterijskih krajeva kapilara gotovo potpuno jednaka količini tekućine koja se apsorpcijom vraća u cirkulaciju. Hidrostatski tlak nastoji protisnuti tekućinu i otopljene tvari kroz kapilarne pore u međustanični prostor. Nasuprot tom, koloidno-osmotski tlak bjelančevina plazme nastoji pokrenuti tekućinu iz međustaničnih prostora u krv (1).

Novija istraživanja su potvrdila da intravenska nadoknada tekućina ne rezultira ekstracelularnom distribucijom volumena očekivanom prema Starlingovom originalnom modelu polupropusnih kapilara koje podliježu gradijentu hidrostatskog i koloidno-osmotskog tlaka. Revidirana Starlingova teorija uzima u obzir utjecaj endotelnog glikokaliksa, endotelne bazalne membrane i ekstracelularnog matriksa. Endotelni glikokaliks je osjetljiva struktura i može doći do njegova oštećenja pod utjecajem brze infuzije intravenske tekućine, akutne hiperglikemije, operacije i sepse. Model glikokaliksa opisuje balans između hidrostatskog tlaka subglikokaliksa i intersticijskog prostora te kapilarnog protoka i upozorava na korištenje supstituta plazme u terapiji koji bi mogli poremetiti zaštitno niski hidrostatski tlak subglikokaliksa. Unatoč prethodnoj teoriji, dokazano je da nefenestrirane arteriole filtriraju tekućinu u intersticijski prostor cijelom svojom duljinom te da se apsorpcija kroz venske kapilare i venule ne događa. Koloidno-osmotski tlak mijenja se s obzirom na endotelni glikokaliks, suprotstavlja se, ali ne mijenja smjer filtracije (engl. *transcapillary flow*  $J_V$ ), odnosno apsorpcije. Većina filtriranih tekućina u cirkulaciju se vraća kao limfa. Upravo iz ovoga dolazi važan zaključak o nemogućnosti liječenja ili prevencije edema transfuzijom koloidnih otopina (3).



Važna stavka revidirane Starlingove teorije i glikokaliks modela je dokaz nepostojanja prednosti koloidnih otopina naspram kristaloidnih otopina pri normalnom hidrostatskom tlaku (3).

## **1.2. Tekućine za nadoknadu volumena**

Perioperacijska primjena tekućina danas je aktualna tema rasprava među anesteziolozima. Nakon rasprava o učincima kristaloidnih i koloidnih otopina te o idealnom sastavu tekućina, danas se najveći naglasak stavlja na količinu perioperativno primjenjene tekućine (4).

Tekućina za nadoknadu volumena trebala bi stvarati predvidiv i održiv porast intravaskularnog volumena. Bilo bi poželjno da po kemijskom sastavu što više odgovara ekstracelularnoj tekućini, da se izlučuje iz organizma bez nakupljanja u tkivima, te da nema metaboličke i sistemne učinke (5).

Kristaloidne otopine sadrže elektrolite i ostale otopljene tvari koje samostalno izlaze izvan krvne žile. Dijele se na balansirane i nebalansirane otopine. Sastav balansiranih otopina je sličan sastavu izvanstanične tekućine, dok sastav nebalansiranih otopina nije sličan sastavu izvanstanične tekućine. Ove otopine povećavaju volumen izvanstanične tekućine. Između intravaskularnog i intersticijskog prostora se redistribuiraju u omjeru 1:4. U cirkulaciji se, uglavnom, zadržavaju oko 60 minuta i zbog toga ih je često potrebno dodavati. Mogu se podijeliti i na izotonične, hipotonične i hipertonične otopine. Danas su najčešće primjenjivane kristaloidne otopine 0.9%NaCl, Ringerov laktat, Hartmann-ova otopina i Plasmalyte (6). Neke od prednosti kristaloida su u tom što ne izazivaju alergijske reakcije, ne djeluju štetno na organizam, mogu se davati u većim količinama i cijena im je niska (7).

Koloidne otopine sadržavaju molekule velike molekularne mase i zadržavaju se duže unutar krvnih žila. Osim vode i elektrolita, u svom sastavu imaju i koloidne čestice. Upravo te koloidne čestice sprječavaju slobodno difundiranje otopine kroz polupropusnu membranu. Za

razliku od kristaloida koji difundiraju kroz čitav ekstracelularni prostor, koloidi imaju izraženiji volumski efekt, raspoređuju se dominantno u intravaskularnom prostoru, brže dovode do porasta intravaskularnog volumena te se duže vremena zadržavaju u organizmu. Dijele se na prirodne i sintetske (8).

### **1.3. Anestezija, kirurgija i balans tekućine**

Pomaci tekućine tijekom perioperacijskog razdoblja i fiziološki odgovori na kirurški stres imaju značajan utjecaj na perioperacijsku nadoknadu tekućine.

Postoje dvije glavne komponente odgovora na kirurški stres: neuroendokrini i upalni odgovor. Neuroendokrini odgovor potiče bol putem aferentnih živčanih podražaja i na taj način dolazi do središnjeg živčanog sustava, a može biti smanjen uporabom regionalne anestezije. Odgovor citokina uzrokovan je oštećenjem lokalnog tkiva za vrijeme operacije te ne može biti umanjen uporabom neuronske blokade, odnosno regionalne anestezije. Naravno, što je više lokalnog tkiva oštećeno, odgovor je veći.

Najvažniji odgovor na anesteziju i operaciju u perioperacijskom razdoblju je zadržavanje natrija i vode. Općenito, tendencija zadržavanja vode je u izravnoj korelaciji sa opsežnošću operativnog zahvata. Niz čimbenika može tome doprinijeti: učinak anestetika na bubrežni krvotok i glomerularnu filtraciju; učinci intraoperativne hipotenzije ili hipovolemije na bubrežnu funkciju; povećan tonus simpatikusa i kruženje katekolamina uzrokuje renalnu vazokonstrikciju; povećanje razine kortizola i aldosterona u odgovoru na kirurški stres; povećanje aktivnosti antidiuretskog hormona. Najvažniji čimbenik je upravo povećanje aktivnosti antidiuretskog hormona (ADH). Tijekom operativnog zahvata koncentracija ADH može narasti 50 do 100 puta. Koncentracija pada pri kraju operacije, ali na normalne vrijednosti se vraća nakon 3 do 5 dana što korelira s poslijeoperacijskim smanjenjem diureze (9,10).

#### 1.4. Mehanizmi perioperativne primjene tekućine

Prije davanja intravenske tekućine, bilo za resuscitaciju, nadoknadu gubitaka ili samo za održavanje, nekoliko stvari treba uzeti u obzir. Naravno, potrebna je klinička procjena statusa tekućina kod pacijenta da bi se utvrdilo postoji li deficit tekućine koji zahtijeva nadoknadu volumena ili je potrebno davanje tekućine samo za održavanje potreba. Kod pacijenata kod kojih se utvrdi deficit volumena, potrebno je ispitati kojim putem je došlo do gubitka (npr. krvarenjem, proljevom, povraćanjem) da bi se mogla izabrati adekvatna vrsta tekućine za nadoknadu volumena i održavanje euvolemije. Isto tako, potrebno je pažljivo dozirati količinu tekućine za nadoknadu prema kliničkom statusu pacijenta. Nakon svega, nastavlja se praćenje statusa tekućine i elektrolita. Godinama su se kao parametri za procjenu statusa volemije kod pacijenata pratili puls, vrijednost krvnog tlaka i centralni venski tlak. Međutim, ovaj pristup nema dovoljno visoku osjetljivost i specifičnost u procjeni deficita tekućine te je često dovodio do neadekvatne i prekomjerne nadoknade volumena. Danas, uz dostupnost minimalno invazivne tehnike za mjerenje udarnog volumena i srčanog izbačaja korištenjem transezofagealnog Dopplera, moguće je preciznije odrediti količinu potrebne tekućine za nadoknadu u svakog pacijenta. Mnoga klinička ispitivanja su pokazala da ovaj način procjene daje puno bolje rezultate u konačnom kliničkom ishodu (11).

Intraoperativne i postoperativne komplikacije ravnoteže tekućine i elektrolita često imaju porijeklo u samoj pripremi pacijenta za operaciju. Važno je, ukoliko je to moguće, da pacijent u operacijsku salu dođe u stanju normalne ravnoteže tekućine i elektrolita. Kad god je to moguće, retenciju tekućine uzrokovanu srčanom, bubrežnom ili jetrenom bolešću, treba korigirati prije početka kirurškog zahvata (11).

Uočeno je da kod pacijenata koji idu na abdominalnu operaciju, prijeoperacijsko mehaničko čišćenje crijeva nije korisno jer može komplicirati perioperativnu nadoknadu tekućine pa to treba izbjegavati kada god je moguće (11).

Perioperativna aplikacija tekućine mora nadomjestiti dvije vrste gubitka tekućine: gubitke urinom i znojenjem koji su prisutni cijelo vrijeme te gubitke uzrokovane isključivo traumom i operativnim zahvatom. Prva vrsta gubitka zahvaća čitav ekstracelularni prostor i normalno ne dovodi do snižavanja koloidno-osmotskog tlaka u intravaskularnom prostoru. Druga vrsta gubitka izaziva prvenstveno izolirani deficit tekućine u intravaskularnom prostoru sa gubitkom svih krvnih komponenti (4).

Ekstracelularni gubitci tekućine urinarnim sustavom i insenzibilnom perspiracijom nadomještaju se uglavnom putem apsorpcije u gastrointestinalnom sustavu. Međutim, kod kritičnih i hitnih pacijenata, kompenzatorni mehanizam zakazuje i gubitke mora nadoknaditi anesteziolog (4).

Danas se zna da svaki pacijent ima svoj individualni status tjelesne tekućine, ovisno o vrsti operacije, postojećim komorbiditetima, već primjenjenoj tekućini prije operacije, ali i o brojnim drugim čimbenicima te nije moguće nadoknađivati tekućinu prema nekim univerzalnim formulama. Glavni cilj nadoknade tekućine je održavati odgovarajuću perfuziju tkiva i minimizirati rizik od komplikacije prekomjerne hidracije, kao što su plućni, cerebralni ili intestinalni edem (4).

Postoje tri strategije nadoknade tekućine: liberalna strategija, restriktivna (konzervativna) strategija i ciljno usmjerena strategija (engl. *goal-directed strategy*). Količine tekućine u liberalnoj i restriktivnoj strategiji različito su definirane s obzirom na autore (12). Na primjer, u jednoj studiji, restriktivna strategija definira unos do 1000 mL tekućine (13), dok u drugoj, ta ista strategija navodi unos od 2000 mL tekućine na dan kirurškog zahvata (14). Budući da su poznate posljedice prekomjernog unosa tekućine, može se reći da je sigurnija restriktivna strategija (15). S druge strane, liberalna strategija je bolja od restriktivne strategije zbog smanjenog javljanja postoperativne mučnine, glavobolje, vrtoglavice i povraćanja (16). Ciljno usmjerena strategija bazira se potpuno na podacima dobivenim

kliničkim praćenjem pacijenta. Na taj način pacijentu bi se nadoknadio onaj volumen koji mu je uistinu potreban te bi se spriječile posljedice nedovoljnog, odnosno prekomjernog unosa tekućine. Međutim, ovaj pristup donekle ograničava dostupnost alata potrebnih za praćenje statusa pacijenta i kvaliteta dobivenih informacija (17).

Nakon operativnog zahvata, bitno je procijeniti hemodinamsko stanje pacijenta na odjelu ili u jedinici intenzivnog liječenja (JIL-u) prije odluke o postoperativnoj nadoknadi tekućine. Česta pogreška je rutinsko davanje tekućine nakon operacije, umjesto nadoknade volumena prema potrebama svakog pojedinog pacijenta (11).

### **1.5. Komplikacije prekomjernog perioperativnog unosa tekućine**

Perioperacijska primjena velikih količina kristaloida ima značajne nuspojave u nekoliko organskih sustava. Na srce utječe prvenstveno zbog mogućeg smanjenja udarnog volumena lijeve klijetke, ali i razvoja ishemije miokarda. Plućna funkcija može biti oštećena akumulacijom intersticijske tekućine, što doprinosi razvoju plućnog edema, atelektaze pluća, upale pluća ili respiratorne insuficijencije (18). Nastala smanjena oksigenacija tkiva može dovesti do usporenog zacjeljivanja rana (19). Prekomjerni unos tekućine može uzrokovati edem crijeva te produljiti postojanje paralitičkog ileusa nakon operacije. Isto tako, moguć je razvoj abdominalnog kompartment sindroma (20). Povećan je i rizik za razvoj postoperativne duboke venske tromboze (21). Opterećenje tekućinom povećava i rizik od postoperativne urinarne retencije. U konačnici, prekomjeran unos tekućine naglašava efekt čuvanja vode i natrija kao odgovora na kirurški stres, a može povećati i rizik nastanka elektrolitskog disbalansa, odnosno hiponatrijemije i metaboličke acidoze (22).

Pacijenti koji su preopterećeni tekućinom dulje borave u JIL-u u odnosu na pacijente kod kojih ne postoji prekomjeran unos tekućine (23).

## **2. SVRHA RADA**

Svrha ovog rada je ukazati na važnost opreznog pristupa kod intravenske nadoknade tekućine pacijentima prije, za vrijeme i nakon operativnog zahvata. Posebnu pažnju treba obratiti na postoperativni balans tekućine kod kirurških pacijenata, budući da se danas zna da je upravo on u izravnoj korelaciji sa razvojem komplikacija te stopom morbiditeta i mortaliteta.

### 3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

Lowell i njegovi suradnici prospektivno su pratili 48 pacijenata primljenih u JIL nakon operacije te ustanovili da 40% pacijenata ima porast tjelesne težine više od 10% u odnosu na preoperativnu težinu, a što, naravno, ukazuje na preopterećenje tekućinom. Isti ti pacijenti dulje su boravili u JIL-u i imali su veću stopu morbiditeta i mortaliteta, odnosno mortalitet u tih pacijenata iznosio je 31,6%, a kod pacijenata koji su imali porast tjelesne težine manji od 10% u odnosu na preoperativnu težinu, mortalitet je iznosio 10,3%. Pacijenti čiji je porast težine iznosio više od 20%, imali su mortalitet 100% (24).

Arieff je retrospektivno analizirao podatke od 13 pacijenata sa smrtnim ishodom zbog posljedica postoperativnog plućnog edema. Pacijenti nisu imali komorbiditete i prosječna dob im je bila 38 godina. Ustanovio je da se plućni edem nije mogao predvidjeti prateći uobičajene parametre, poput srednjeg arterijskog tlaka, centralnog venskog tlaka, srčane frekvencije i diureze. Edem se najčešće javljao u prvih 36 sati nakon operacije, kada je retencija tekućine iznosila oko 67 mL/kg na dan. Nakon toga, Arieff je analizirao ishode pacijenata iz dvije sveučilišne bolnice koji su išli na velike operacije. U istraživanju je bilo uključeno 8195 pacijenata i od toga je postoperativni plućni edem razvilo 7,6% pacijenata, a 11,9% je završilo smrtnim ishodom. 2,6% pacijenata koji su postoperativno razvili plućni edem bili su bez komorbiditeta, a retencija tekućine u istih je bila 90 mL/kg/dan, što ukazuje na preopterećenje tekućinom kao glavni uzrok razvoja edema (25).

U jednom retrospektivnom istraživanju, praćeno je 36 pacijenata sa septičkim šokom iz JIL-a te je ustanovljeno da je 11 pacijenata, čiji je balans tekućine bio više od 500 mL u minusu barem jedan dan u prva tri dana liječenja, preživjelo. S druge strane, samo 5 pacijenata od preostalih 25 je preživjelo, a balans tekućine im nije bio negativan. Autori su

onda zaključili da negativan balans tekućine, tijekom barem jednog dana, pridonosi stopi preživljenja (26).

Tijekom neke studije praćeno je 107 pacijenata kojima je rađena elektivna pulmektomija, te je od toga 31 pacijent, odnosno 29% njih, razvio jednu ili više postoperativnih komplikacija, a stopa mortaliteta iznosila je 10,3%. Analiza je pokazala da je pozitivan balans tekućine, odnosno dodavanje više od 4 L tekućine za vrijeme operacije, veći faktor rizika za razvoj postoperativnih komplikacija nego gubitak 1 L krvi za vrijeme operacije (27).

Neal i njegovi suradnici su proveli pilot projekt kod 56 pacijenata koji su se išli na totalnu ezofagektomiju. Odlučili su se za restriktivno davanje tekućine tijekom operacije, tj. htjeli su postići intraoperativnu diurezu od 0,3 do 0,5 mL/kg/h. Nakon operacije, svi pacijenti su primili 1-1,5 mL/kg/h Ringerove otopine. Enteralna prehrana je započeta treći ili četvrti postoperativni dan, a diureza je svima iznosila oko 20-30 mL/h sa normalnim vrijednostima serumskog kreatinina. Između drugog i šestog dana, primili su diuretik furosemid. Svi pacijenti su se probudili odmah nakon operacije, u operacijskoj sali i nitko nije razvio akutno zatajenje bubrega ni respiratornu insuficijenciju. Komplikacije su zabilježene u 18% pacijenata, međutim, nije bilo smrtnog ishoda u prvih 30 dana nakon operacije. Iako nije bilo kontrolne skupine da bi se ustanovila točna korist ovakvog režima restriktivne nadoknade tekućine, autori su mišljenja da se na ovakav način može postići izvrstan kirurški rezultat bez značajnih postoperativnih komplikacija i povisiti stopa preživljenja (28).

U retrospektivnoj kohort studiji praćeno je 100 pacijenata koji su išli na resekciju kolona i rektuma. U prvih pet postoperativnih dana kumulativni ukupni unos intravenske tekućine iznosio je između 10 i 13 L, a koncentracija natrija bila je između 874 i 1168 mmol. Ustanovljeno je da pacijenti koji su primali prosječno više od 149 mmol natrija dnevno lakše



razvijaju komplikacije u odnosu na pacijente koji su poslije operacije primali manje od 115 mmol natrija (29).

Woods i Kelley u svom istraživanju su postavili hipotezu da bi porast koncentracije serumskog albumina iznad 35 g/L skratio trajanje postoperativnog ileusa, budući da su u nekim prethodnim studijama autori ukazali na povezanost hipoalbuminemije i trajanja ileusa. Izabrali su pacijente koji su išli na elektivne vaskularne zahvate, te ih podijelili na one koji su primili postoperativno albumine i one koji nisu. Davali su pacijentima infuzije albumina dok ne bi postigli željenu koncentraciju. Rezultati su pokazali da nema značajne razlike u trajanju postoperativnog ileusa kod pacijenata koji su primali infuzije albumina u odnosu na pacijente koji nisu (4,06 dana naspram 4,16 dana). Duljina boravka u bolnici i komplikacije su bili približno slični u ove dvije grupe pacijenata. Autori su zaključili da serumska koncentracija albumina sama za sebe ne utječe na duljinu trajanja postoperativnog ileusa, nego u obzir treba uzeti i količinu soli i vode koju su ovi pacijenti dobivali. Međutim, u ovom istraživanju konkretan balans tekućine nije praćen (30).

Jedno od istraživanja uključivalo je dvije grupe pacijenata koji su išli na operaciju debelog crijeva. Prvoj grupi su odlučili nakon operacije nadoknađivati intravensku tekućinu po svakodnevnoj praksi, više od 3 L vode i više od 154 mmol natrija dnevno (standardna grupa). Drugoj grupi su davali manje od 2 L vode i manje od 77 mmol natrija dnevno (restriktivna grupa). Intraoperativno, pacijenti iz obje grupe, primili su sličnu količinu vode i natrija. Njihov primarni cilj bio je ispitati duljinu pražnjenja želuca u ove dvije skupine, što su radili pomoću radionuklidne scintigrafije četvrtog dana nakon operativnog zahvata. Dobili su značajne razlike: 175 minuta u standardnoj grupi naspram 72,5 minuta u restriktivnoj grupi. Osim toga, pasaza stolice je isto pokazala značajne razlike: 6,5 dana u standardnoj grupi naspram 4 dana u restriktivnoj grupi. Rezultati nisu pokazali značajnu razliku u diurezi, koncentraciji natrija u mokraći i koncentraciji ureje u krvi. Pokazalo se i da su pacijenti u

restriktivnoj grupi imali manje komplikacija i bili su otpušteni iz bolnice 3 dana ranije u odnosu na standardnu grupu (31).

Brandstrup i suradnici su proveli randomiziranu, multicentričnu studiju na pacijentima kojima je rađena kolorektalna resekcija i također dokazali da pacijenti koji primaju manje tekućine imaju manje komplikacija i bolji ishod u odnosu na pacijente preopterećene tekućinom. Razlika u komplikacijama se uočila prvenstveno na kardiovaskularnom sustavu: 24% u standardnoj grupi, a 7% u restriktivnoj grupi (32).

Nisanevich je pratio pacijente koji idu na elektivnu abdominalnu operaciju. Od njih 152, 75 je intraoperativno bilo tretirano liberalnim pristupom nadoknade tekućine, a 77 restriktivnim režimom. Iako se količina intraoperativno primjenjene tekućine značajno razlikovala između ove dvije grupe (3,8 L u liberalnoj grupi u odnosu na 1,4 L u restriktivnoj grupi), postoperativno su pacijenti iz obje grupe primili manje od 2,2 L dnevno u prva tri dana nakon zahvata. Pratili su se vrijednosti krvnog tlaka, saturacije i pulsa preoperativno i postoperativno te nije bilo značajne razlike između grupa. Ni u jednoj grupi nije zabilježen smrtni ishod. Komplikacije su bile značajno rjeđe u restriktivnoj grupi (16,9%) nego u liberalnoj grupi (30,6%). Pacijenti iz restriktivne grupe su boravili u bolnici jedan dan kraće. Znatno veći porast tjelesne težine zabilježen je u liberalnoj grupi (33).

Arkilic sa svojim suradnicima u istraživanju ispituje hipotezu da dodatno davanje kristaloida za vrijeme i nakon operacije kod pacijenata koji idu na elektivnu resekciju kolona povećava perfuziju i oksigenaciju tkiva. Od 56 pacijenata, 26 ih je primalo 8 mL/kg/h kristaloida, a preostalih 30 primali su agresivnu nadoknadu od 16 mL/kg/h. Rezultati su pokazali da povećana nadoknada kristaloida ne smanjuje rizik za razvoj postoperativne infekcije rane (34).

Mythen i Webb su u svoje istraživanje uključili 60 pacijenata koji idu na elektivni kardiokirurški zahvat sa preoperativnom ejskijskom frakcijom lijevog ventrikula manjom od 50%, kako bi dokazali hipotezu da perioperativni porast volumena plazme utječe na očuvanje perfuzije crijevne sluznice. Pacijenti u kontrolnoj skupini bili su tretirani standardnim pristupom. Nakon uvoda u opću anesteziju, ispitivana grupa pacijenata primala je dodatni bolus od 200 mL 6% hidroksetil škroba (HES) kako bi se postigao maksimalni udarni volumen. Bolusi su ponavljani svakih 15 minuta do kraja operacije, izuzev period postavljanja kardiopulmonalnog bypass-a. Samo 7% pacijenata iz ispitivane grupe imalo je hipoperfuziju crijevne sluznice. Isto tako, u ispitivanoj grupi nijedan pacijent nije razvio tešku komplikaciju, dok je iz kontrolne skupine 6 pacijenata razvilo komplikacije. Osim toga, pacijenti iz ispitivane grupe proveli su manje vremena u bolnici (6,4 dana) u odnosu na kontrolnu skupinu (10,1 dan) (35).

Gan je sa svojim kolegama u istraživanje uključio pacijente koji idu na velike elektivne kirurške zahvate, a za koje se predviđa da će izgubiti više od 500 mL krvi tijekom operacije. Kontrolna grupa od 50 pacijenata vođena je po standardnom protokolu liječenja. Pacijenti iz ispitivane grupe, također njih 50, osim standardnog liječenja, primili su dodatnu tekućinu kako bi se povećao volumen plazme pod kontrolom transezofagealnog Dopplera, a sve u svrhu postizanja maksimalnog udarnog volumena. Za vrijeme operacije, obje grupe su primile približno iste količine kristaloida i transfuzija krvi. Značajna razlika bila je u primjeni 6% HES-a. Pacijenti iz ispitivane grupe su primili 847 mL, a pacijenti iz kontrolne grupe 282 mL HES-a. Na kraju studije ustanovljeno je da su pacijenti iz ispitivane skupine imali značajno veći udarni volumen i srčani izbačaj na kraju operativnog zahvata u odnosu na pacijente iz kontrolne skupine. Isto tako, pacijenti iz ispitivane skupine boravili su dva dana kraće u bolnici nego pacijenti iz kontrolne skupine te su prije počeli uzimati krutu hranu i sa manjom učestalošću mučnine i povraćanja (36).

Druga studija uspoređuje korist nadoknade tekućine vođene transezofagealnim Dopplerom i nadoknade tekućine vođene vrijednostima centralnog venskog tlaka. Cilj je smanjenje hipovolemije i ubrzanje oporavka crijevne funkcije kod pacijenata nakon kolorektalne operacije. U studiji je sudjelovalo 128 pacijenata. U ispitivanoj skupini pacijenata nadoknada tekućine je bila vođena transezofagealnim Dopplerom, dok je u kontrolnoj skupini nadoknada tekućine bila korigirana prema ciljnim vrijednostima centralnog venskog tlaka od 12 do 15 mmHg. Duljina boravka pacijenata u bolnici iz ispitivane skupine bila je kraća u odnosu na duljinu boravka pacijenata iz kontrolne skupine, točnije 10 dana naspram 11.5 dana ( $p < 0,05$ ). 29 pacijenata (45,3%) iz kontrolne skupine imalo je značajne gastrointestinalne komplikacije, dok je takvih iz ispitivane skupine bilo samo 9 (14,1%). Ukupni morbiditet bio je statistički značajno viši u kontrolnoj skupini ( $p = 0,013$ ) (37).

Holte i njegovi kolege su proveli studiju na pacijentima koji idu na laparoskopsku kolecistektomiju. Sudjelovalo je 48 pacijenata i bili su podijeljeni u dvije grupe. Prva grupa pacijenata primila je intraoperativno 15 mL/kg Ringerove otopine, a druga grupa 40 mL/kg iste te otopine. Autori su zaključili da pacijenti koji su primili veće količine Ringerove otopine imaju smanjen odgovor na stres te poboljšanu plućnu funkciju nakon operacije. Opće stanje istih pacijenata bilo je bolje, a isto tako, mučnina, vrtoglavica, pospanost i umor su se javljali u manjoj mjeri u odnosu na pacijente koji su primili manje količine Ringerove otopine (38).

#### 4. RASPRAVA

Prije je uobičajena praksa bila da svi pacijenti koji idu na velike kirurške zahvate dobiju više od dva seta intravenskih kristaloidnih otopina. Smatralo se da su pacijenti hipovolemični i dehidrirani zbog strogog prekida unosa hrane i pića satima prije operacije i čišćenja crijeva. Isto tako, smatralo se da se velike količine tekućine gube u „trećem prostoru“. Danas se u kliničkoj praksi radi na tom da pacijenti više ne gladuju satima prije operacije, odnosno dozvoljava se unos tekućine na usta čak i dva sata prije zahvata. Osim toga, stručnjaci su mišljenja da treći prostor kao takav najvjerojatnije ni ne postoji, pa nema ni gubitaka u njemu. Prema tome, prijeoperacijskog deficita tekućina kod pacijenata koji idu na elektivne zahvate uglavnom nema ili je minimalan te iznosi oko 0.5 mL/kg/h. Gubitak tekućina iz tjelesnih šupljina je mali, iznosi oko 0.5-1 mL/kg/h. Perioperacijski „bijeg“ tekućine u intersticijski odjeljak iznosi oko 2 do 6 L tijekom velikih kirurških zahvata pri tradicionalnoj nadoknadi tekućine i traje do 72 h nakon operacije i traume.

Prema kliničkim smjernicama, preemtivna primjena intravenskih tekućina nije potrebna u primarno normovolemičnih pacijenata. U slučaju pojave vazodilatacije uzrokovane anestezijom i sedacijom, preporuča se primjena vazokonstriktora.

Sastav i uporaba intravenskih tekućina za nadoknadu volumena prilikom kirurškog liječenja treba manje biti vođena prema tipu bolesnika, a više prema ciljanom tekućinskom deficitu. Danas često korištene balansirane, izotonične kristaloidne otopine postižu fiziološku acidobaznu ravnotežu s precizno određenom koncentracijom bikarbonata ili metabolizirajućih aniona. Ne pogoršavaju acidozu, ali postoji mogućnost volumskog preopterećenja. Supstitucijsku terapiju kristaloidnim otopinama treba provoditi na način da se žilni glikokaliks što više sačuva od degradacije uzrokovane nepotrebnom hipervolemijom.

## 5. ZAKLJUČCI

1. Prijeoperacijski deficit tekućine u kirurških pacijenata u pravilu se precjenjuje.
2. Primjerena nadoknada gubitaka tjelesnih tekućina u kirurških bolesnika neophodna je za održavanje adekvatne perfuzije i dotoka kisika svim tkivima te neometano funkcioniranje svih stanica tijela.
3. Pažljiv odabir intravenskih otopina nužan je kako bi se na najbolji mogući način očuvao elektrolitski i metabolički profil bolesnika tijekom operacije.
4. Prekomjeran, pozitivan kumulativni balans tekućine i porast aktualne težine tijela (>10% tjelesne težine) praćeni su sa značajnim intersticijskim edemima, razvojem zatajivanja organa i lošijim ishodom liječenja.
5. Izotonične, balansirane kristaloidne otopine praktična su inicijalna resuscitacijska tekućina za većinu akutno bolesnih pacijenata.
6. Odabir tipa intravenskih tekućina, vrijeme njihove primjene i doza trebaju biti temeljeni na indikacijama uz razmatranje kontraindikacija i potencijalne toksičnosti kao za svaki drugi intravenski lijek.
7. Endotelni glikokaliks je osjetljiva struktura i lako može doći do njegovog oštećenja, pa je izuzetno važno protektirati ga tijekom perioperacijskog razdoblja.

## 6. SAŽETAK

Gotovo svi pacijenti koji idu na operativne zahvate primaju intravensku tekućinu, a u cilju održavanja optimalnog cirkulirajućeg volumena i osiguranja perfuzije organa. Tekućine za nadoknadu volumena mogu se podijeliti na kristaloidne i koloidne otopine.

Prijeoperacijski deficit tekućine u kirurških pacijenata u pravilu se precjenjuje. Prijeoperacijski deficit tekućina kod pacijenata koji idu na elektivne zahvate uglavnom ne postoji ili je minimalan i iznosi oko 0.5 mL/kg/h.

Postoje tri strategije nadoknade tekućine: liberalna strategija, restriktivna (konzervativna) strategija i ciljno usmjerena strategija. Budući da su poznate posljedice prekomjernog unosa tekućine, može se reći da je sigurnija restriktivna strategija. Suprotno tome, liberalna strategija je bolja od restriktivne strategije zbog smanjenog javljanja postoperativne mučnine, glavobolje, vrtoglavice i povraćanja.

Danas se zna da svaki pacijent ima svoj individualni status tjelesne tekućine, ovisno o vrsti operacije, postojećim komorbiditetima, već primjenjenoj tekućini prije operacije, ali i o brojnim drugim čimbenicima te nije moguće nadoknađivati tekućinu prema nekim univerzalnim formulama. Odlične rezultate pokazuje individualno ciljana nadoknada tekućine uz pomoć minimalno invazivnih tehnika, kao što je ezofagealni Doppler.

Istraživanja su pokazala da pacijenti čiji je postoperativni porast težine veći od 10% u odnosu na preoperativnu težinu, duže borave u bolnici, imaju više komplikacija i veću stopu mortaliteta i morbiditeta. Komplikacije se mogu razviti u svakom organskom sustavu. Upravo individualno i oprezno pristupanje nadoknadi volumena može smanjiti stopu morbiditeta i mortaliteta.

## 7. SUMMARY

Almost all patients who undergo surgery receive some form of intravenous liquid, in order to maintain optimal circulating volume and organ perfusion. Fluid for volume resuscitation can be divided into crystalloid and colloid solutions.

Preoperative fluid deficit in surgical patients is typically overestimated. Preoperative fluid deficit in patients undergoing elective surgery mostly does not exist or is minimal and amounts about 0.5 mL/kg h.

There are three strategies of fluid compensation: liberal strategy, restrictive (conservative) strategy and goal-directed strategy. Because of the known consequences of excessive fluid intake, restrictive strategy is said to be safer. On the other hand, the liberal strategy is better than the restrictive one because of reducing occurrence of postoperative nausea, headache, dizziness and vomiting.

Today we know that every patient has their own individual status of body fluids, depending on the type of operation, existing comorbidities, the applied liquid before surgery, but also on many other factors and it is not possible to compensate fluid according to some universal formulas. Excellent results are shown through individually targeted rehydration with the help of minimally invasive techniques, such as oesophageal Doppler.

Studies have shown that patients whose post-operative weight gain is greater than 10% compared to the baseline weight, stay longer in hospital, have more complications and higher rate of morbidity and mortality. Complications can develop in any organ system. Individually and carefully assessing volume needed for compensation, the rate of morbidity and mortality can be reduced.



## 8. LITERATURA

1. Guyton i Hall, Medicinska fiziologija, jedanaesto izdanje, U: Kukulja Taradi S., Andreis I., Medicinska naklada, Zagreb 2006., str:3-4, 185-189.
2. Mardešić D., Pedijatrija, sedmo izdanje, Školska knjiga, Zagreb 2003, str:194-195.
3. Woodcock TE, Woodcock TM. Revised Starling equation and the glycocalyx model of transvascular fluid exchange: An improved paradigm for prescribing intravenous fluid therapy. *Br J Anaesth.* 2012;108(3):384–94.
4. Chappell D, Jacob M, Hofmann-kiefer K, Conzen P, Rehm M. A Rational Approach to Perioperative Fluid Management. 2016;(4):723–40.
5. Myburgh J.A., Mythen M.G., 2013, Resuscitation Fluids, *N Engl J Med* 2013;369:1243-51
6. James M., Volume expanders: crystalloid vs. plasma colloids vs. Synthetic colloids, *ISBT Science Series* (2006) 1, 52–58
7. Karadža V., Majerić-Kogler V., Perić M., Popović Lj., Šakić K., Vegar- Brezović V. *Klinička anesteziologija i reanimatologija*, Zagreb 2004. U: Majerić-Kogler V., Karadža V. , str. 160-165
8. Gašparović V., Husedžinović I., Jukić M., Majerić Kogler V., Perić M., Žunić J., *Intenzivna medicina*, Medicinska naklada, Zagreb 2008. Str. 530-550.
9. Dobb GB. Body water, electrolytes and parenteral fluid therapy. In: Churchill-Davidson HC ed. *A Practice of Anaesthesia*. Chicago: Lloyd-Luke (Medical Books) Ltd, 1984; 568–86
10. Ganong WF. *Review of Medical Physiology*, 19th Edn. Stamford: Appleton & Lange, 2000

11. Powell-Tuck J, Gosling P, Lobo D. British consensus guidelines on intravenous fluid therapy for adult surgical patients (GIFTASUP). London NHS Natl ... [Internet]. 2009;1–50.  
Available from:  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:British+Consensus+Guidelines+on+Intravenous+Fluid+Therapy+for+Adult+Surgical+Patients#0>
12. Kayilioglu SI, Dinc T, Sozen I, Bostanoglu A, Cete M, Coskun F. Postoperative fluid management. *World J Crit care Med* [Internet]. 2015;4(3):192–201. Available from:  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4524816&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
13. Brandstrup B, Tønnesen H, Beier-Holgersen R, Hjortsø E, Ørding H, Lindorff-Larsen K, Rasmussen MS, Lanng C, Wallin L, Iversen LH, Gramkow CS, Okholm M, Blemmer T, Svendsen PE, Rottensten HH, Thage B, Riis J, Jeppesen IS, Teilum D, Christensen AM, Graungaard B, Pott F. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg* 2003; 238: 641-648 [PMID: 14578723 DOI: 10.1097/01.sla.0000094387.50865.23]
14. MacKay G, Fearon K, McConnachie A, Serpell MG, Molloy RG, O'Dwyer PJ. Randomized clinical trial of the effect of postoperative intravenous fluid restriction on recovery after elective colorectal surgery. *Br J Surg* 2006; 93: 1469-1474 [PMID: 17078116 DOI: 10.1002/bjs.5593]
15. Wilmore DW, Smith RJ, O'Dwyer ST, Jacobs DO, Ziegler TR, Wang XD. The gut: a central organ after surgical stress. *Surgery* 1988; 104: 917-923 [PMID: 3055397]
16. Maharaj CH, Kallam SR, Malik A, Hassett P, Grady D, Laffey JG. Preoperative intravenous fluid therapy decreases postoperative nausea and pain in high risk

- patients. *Anesth Analg* 2005; 100: 675-682, table of contents [PMID: 15728051 DOI: 10.1213/01.ANE.0000148684.64286.36]
17. Rivers EP, Nguyen HB, Huang DT, Donnino M. Early goal-directed therapy. *Crit Care Med* 2004; 32: 314-315; author reply 315 [PMID: 14707615 DOI: 10.1097/01.CCM.0000104937.09370.53]
18. Christopherson R, Beattie C, Frank SM, et al. Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. *Anesthesiology* 1993; 79: 422±34
19. Jonsson K, Jensen JA, Goodson WH, et al. Tissue oxygenation, anemia, and perfusion in relation to wound healing in surgical patients. *Ann Surg* 1991; 214: 605±13
20. Maxwell RA, Fabian TC, Croce MA, Davis KA. Secondary abdominal compartment syndrome: an underappreciated manifestation of severe hemorrhagic shock. *J Trauma* 1999; 47: 995±9
21. Grocott MPW, Mythen MG. Fluid therapy. *Bailliere's Clin Anaesthesiol* 1999; 13: 363±81
22. Chung HM, Kluge R, Schrier RW, Anderson RJ. Postoperative hyponatremia. A prospective study. *Arch Intern Med* 1986; 146: 333±6
23. Stein A, de Souza L, Belettini C, Menegazzo W, Viégas J, Costa Pereira E, et al. Fluid overload and changes in serum creatinine after cardiac surgery: predictors of mortality and longer intensive care stay. A prospective cohort study. *Crit Care* [Internet]. 2012;16(3):R99. Available from: <http://ccforum.com/content/16/3/R99>
24. Lowell JA, Schifferdecker C, Driscoll DF et al. Postoperative fluid overload: not a benign problem. *Critical Care Medicine* 1990; 18: 728–733.

25. Arieff AI. Fatal postoperative pulmonary edema: pathogenesis and literature review. *Chest* 1999; 115: 1371–1377.
26. Alsous F, Khamiees M, DeGirolamo A et al. Negative fluid balance predicts survival in patients with septic shock: a retrospective pilot study. *Chest* 2000; 117: 1749–1754.
27. Moller AM, Pedersen T, Svendsen PE & Engquist A. Perioperative risk factors in elective pneumonectomy: the impact of excess fluid balance. *European Journal of Anaesthesiology* 2002; 19: 57–62.
28. Neal JM, Wilcox RT, Allen HW & Low DE. Near-total esophagectomy: the influence of standardized multimodal management and intraoperative fluid restriction. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2003; 28: 328–334.
29. Tambyraja AL, Sengupta F, MacGregor AB et al. Patterns and clinical outcomes associated with routine intravenous sodium and fluid administration after colorectal resection. *World Journal of Surgery* 2004; 28: 1046–1051 [discussion 1051–1042].
30. Woods MS & Kelley H. Oncotic pressure, albumin and ileus: the effect of albumin replacement on postoperative ileus. *The American Surgeon* 1993; 59: 758–763.
31. Lobo DN, Bostock KA, Neal KR et al. Effect of salt and water balance on recovery of gastrointestinal function after elective colonic resection: a randomised controlled trial. *Lancet* 2002; 359: 1812–1818.
32. Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R et al. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Annals of Surgery* 2003; 238: 641–648.

33. Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G et al. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology* 2005; 103: 25–32.
34. Kabon B, Akca O, Taguchi A et al. Supplemental intravenous crystalloid administration does not reduce the risk of surgical wound infection. *Anesthesia and Analgesia* 2005; 101: 1546–1553.
35. Mythen MG & Webb AR. Perioperative plasma volume expansion reduces the incidence of gut mucosal hypoperfusion during cardiac surgery. *Archives of Surgery* 1995; 130: 423–429.
36. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology* 2002; 97: 820–826.
37. Wakeling HG, McFall MR, Jenkins CS et al. Intraoperative oesophageal Doppler guided fluid management shortens postoperative hospital stay after major bowel surgery. *British Journal of Anaesthesia* 2005; 95: 634–642.
38. Holte K, Klarskov B, Christensen DS et al. Liberal versus restrictive fluid administration to improve recovery after laparoscopic cholecystectomy: a randomized, double-blind study. *Annals of Surgery* 2004; 240: 892–899.

## 9. ŽIVOTOPIS

Ana Klanac rođena je 23. siječnja 1992. godine u Zagrebu. 2006. godine upisuje opći smjer Gimnazije Vladimira Nazora u Zadru koju završava 2010. godine. Iste te godine upisuje studij medicine na Medicinskom fakultetu u Rijeci. U kolovozu 2015. godine sudjeluje u međunarodnoj razmjeni studenata medicine na odjelu Anesteziologije u Hospital Clinico Universida de Chile, Santiago de Chile.