ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE TJELESNIH TEKUĆINA TIJEKOM OPERACIJE

Đumbir, Fabijan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:887558

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository

zir.nsk.hr

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

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

Fabijan Đumbir

ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE TJELESNIH TEKUĆINA TIJEKOM OPERACIJE

Diplomski rad

Rijeka, 2019.

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

Fabijan Đumbir

ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE TJELESNIH TEKUĆINA TIJEKOM OPERACIJE

Diplomski rad

Rijeka, 2019.

Mentor rada: Izv. prof. dr. sc. Vlatka Sotošek Tokmadžić, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je dana _____ u/na _____, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Alan Šustić, dr. med.

2. Prof. dr. sc. Željko Župan, dr. med.

3. Izv. Prof. dr. sc. Ivan Bubić, dr. med.

Rad sadrži 31 stranicu, 3 slike, 4 tablice, 21 literaturni navod.

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Vlatki Sotošek Tokmadžić na pomoći i savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Veliku zahvalnost upućujem cijeloj svojoj obitelji, a napose roditeljima, koji su me podržavali i bili uz mene tijekom cijelog mog studiranja.

Posebnu zahvalnost iskazujem svojoj djevojci; na podršci, strpljenju, razumijevanju i osloncu u svim teškim, ali i sretnim trenucima.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. SVRHA RADA 2
3. RASPODJELA TJELESNIH TEKUĆINA 3
3.1. Unutarstanična tekućina 3
3.2. Izvanstanična tekućina 3
3.2.1. Endotelni glikokaliks 5
4. INTRAVENSKA NADOKNADA TEKUĆINE 8
4.1. Kristaloidne tekućine 8
4.2. Koloidne tekućine 9
4.3. Nadoknada tekućine i acido-bazni status 10
5. PERIOPERACIJSKO VOĐENJE TEKUĆINSKE RAVNOTEŽE 11
5.1. Preoperacijska faza 13
5.2. Intraoperacijska faza 15
5.2.1. Liberalna nadoknade tekućine 16
5.2.2. Restrikcijska nadoknade tekućine 17
5.2.3. Ciljano usmjerena nadoknada tekućine 18
5.3. Poslijeoperacijska faza 20
6. RASPRAVA 22
7. ZAKLJUČCI 24
8. SAŽETAK 26
9. SUMMARY 27
10. LITERATURA 28
11. ŽIVOTOPIS 31

Popis skraćenica i akronima

ANP – atrijski natriuretski peptid

CI – eng. cardiac index (srčani indeks)

DO_2I – eng. oxygen/O_2 delivery index (indeks dostave kisika)

GDFT – eng. goal directed fluid therapy (ciljano usmjerena nadoknada tekućine)

HES – eng. hydroxyethyl starches (hidroksietil škrob)

LDL – eng. low density lipoprotein (lipoprotein male gustoće)

NO – eng. nitrous oxide (dušični oksid)

PPV – eng. pulse pressure variation (varijacija tlaka pulsa)

SID – eng. strong ion difference (suma koncentracije jakih kationa minus suma jakih aniona)

SPV – eng. systolic pressure variation (varijacija sistoličkog tlaka)

SVV – eng. stroke volume variation (varijacija udarnog volumena)

TBW – eng. total body water (ukupna voda u tijelu)

TNF-α – eng. tumor necrosis factor alpha (faktor nekroza tumora alfa)

1. UVOD

Voda je izvor života. Svaka vitalna stanica sadrži vodu, a za održavanje života važno je održavati njezinu količinu u određenim granicama. Ravnoteža tjelesnih tekućina i elektrolitni balans važni su za očuvanje homeostaze i neophodni za normalno funkcioniranje cijelog organizma. Voda čini oko 60% tjelesne mase odrasle, zdrave osobe i predstavlja važan medij za obavljanje bitnih vitalnih procesa. Sudjeluje u transportu nutrijenata i otpadnih proizvoda metabolizma, služi kao otapalo, pomaže u regulaciji tjelesne temperature, u vodi se odvijaju gotovo sve kemijske reakcije, pomaže u održavanju pH ravnoteže.

Održavanje ravnoteže tjelesnih tekućina i prikladna nadoknada volumena tijekom operacije od velike je važnosti za očuvanje funkcije svih organskih sustava, ali i postizanja što boljeg ishoda i oporavka bolesnika nakon operacije, uz minimalnu pojavu poslijeoperacijskih komplikacija. Time je nadoknada tekućine jedna od temeljnih zadaća perioperacijskog vođenja anestezije. Potreba za volumenom bazira se na procjeni gubitaka prije početka anestezije, zahtjevima za održavanjem, gubitcima tekućine (krvi) tijekom operacije i neočekivanim gubitcima. Prije operacije bolesnik može biti ″hipovolemičan″ zbog nemogućnosti peroralnog uzimanja hrane i pića i gubitka tekućine nevidljivom perspiracijom i diurezom (1). Ovi gubitci se trebaju nadoknaditi prije i tijekom operacije, a intravenska nadoknada tekućine ovisit će i o vrsti kirurškog zahvata, dobi, masi pacijenta, prileţećim komorbiditetima i elektrolitnom statusu. Tijekom operacije gubitak tekućine može nastati zbog krvarenja, evaporacije zbog prekida kožne barijere ili gubljenja tekućine u ″treći prostor″ (2). Zbog svega navedenog, važna je ravnoteža tjelesnih tekućina, elektrolitnog i acidobaznog statusa uz postizanje euvolemije, u svrhu povoljnog ishoda i što kraćeg oporavka bolesnika nakon operacijskog zahvata. Postizanje zadovoljavajućeg stanja bit će omogućeno individualiziranim, optimiziranim pristupom bolesniku i primjenom prikladne količine intravenske tekućine, o čemu će više govora biti u nastavku rada.

2. SVRHA RADA

Održavanje optimalnog volumena i sastava tjelesnih tekućina jedna je od važnih komponenta za što bolji oporavak bolesnika nakon operacije. Održavanje ravnoteže tjelesnih tekućina treba provoditi prije, tijekom i nakon operacije. Iako se zna da svaki oblik kirurškog liječenja uz opću anesteziju zahtijeva intravensku nadoknadu tekućine i dalje ne postoje jasne smjernice volumena i sastava intravenskih tekućina koje treba dati bolesniku. Stoga je svrha ovog rada, pregledom literature, pobliže prikazati i objasniti postupke u nadoknadi tekućine kroz svaku od faza perioperacijskog razdoblja. Također će se ukazati na važnost održavanja ravnoteže tjelesnih tekućina, elektrolitnog i acidobaznog statusa, kako bi se izbjegla hipotenzija, nedovoljna perfuzija i oksigenacija tkiva i organa izazvana nedovoljnom hidracijom, a s druge strane spriječila pojava intersticijskog edema i kardiopulmonalnih komplikacija povezanih s volumnim preopterećenjem (3).

3. RASPODJELA TJELESNIH TEKUĆINA

Od ukupne tjelesne težine čovjeka, na vodu otpada između 50% i 70%, ovisno o dobi, spolu i sastavu tijela. Količina vode u tijelu najveća je u neonatalnom periodu i smanjuje se do starosti. Kod prosječnog odraslog muškarca ukupna voda u tijelu (TBW, eng. total body water) iznosi oko 60%, dok je u žena ta količina nešto manja i iznosi oko 55%. Također, masno tkivo sadrži manje vode od mišića i ostalih tkiva pa se TBW razlikuje u mršavih (75%) i pretilih (45%) osoba. Glavna podjela tjelesnih tekućina je na unutarstaničnu i izvanstaničnu (4, 5).

3.1. Unutarstanična tekućina

Unutarstanična tekućina je tekućina koja se nalazi unutar stanica i koja čini $^{2}/_{3}$ ukupne vode u tijelu. Od izvanstanične tekućine razdvaja ju stanična membrana, koja je u potpunosti propusna za vodu, dok je za slobodne ione i organske molekule selektivno permeabilna. U potonjem obliku podrazumijevamo aktivni transport pomoću Na^{+}/K^{+} pumpe, transport pomoću ionskih kanala te endocitozu i egzocitozu. Sve navedeno omogućuje održavanje poprilično stalnog volumena i sastava tjelesnih tekućina u svakom od odjeljaka. Stanična tekućina sadrži različite proteine, enzime i elektrolite. Glavni kation unutarstanične tekućine je kalij, uz prisustvo malih količina iona kalcija, dok je magnezijevih iona dvadesetak puta više nego u izvanstaničnoj tekućini. Od negativno nabijenih molekula dominiraju anioni proteina, sulfati i fosfati (4-6).

3.2. Izvanstanična tekućina

Izvanstanična tekućina sačinjava ostalu $^{1}/_{3}$ ukupne vode u tijelu i ″oplahuje″ sve stanice, koje zapravo žive u istoj sredini pa se izvanstanična tekućina često još naziva i unutarnjim okolišem tijela. Izvanstaničnu tekućinu možemo podijeliti na međustaničnu, intravaskularnu i

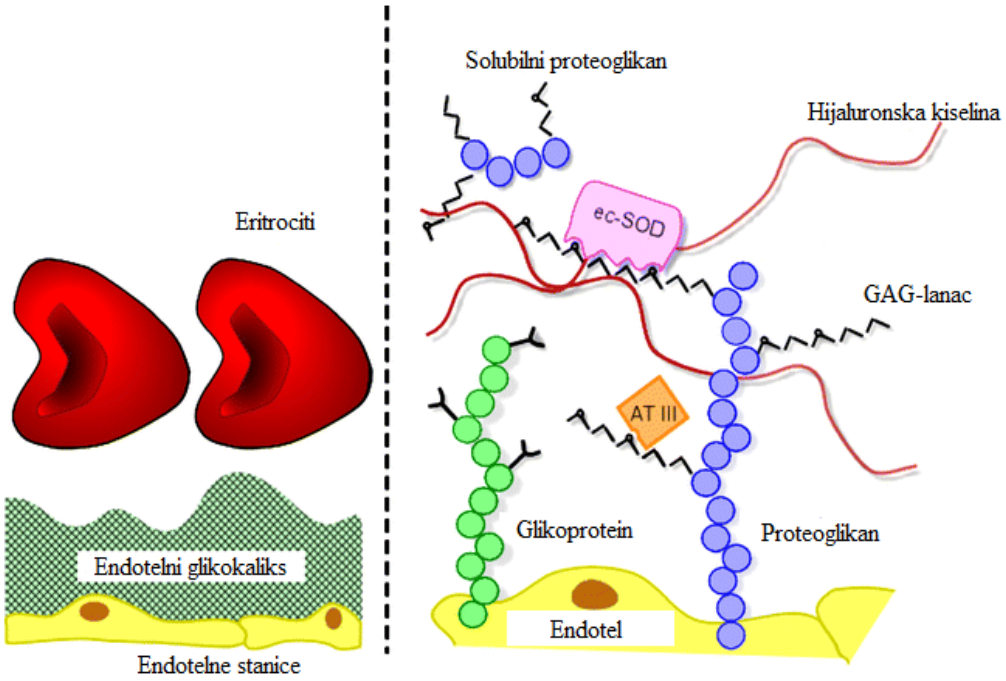
transstaničnu tekućinu. U međustaničnu tekućinu ubrajamo limfu i proteinima siromašnu tekućinu između stanica. Intravaskularna tekućina se nalazi unutar cirkulacijskog sustava i predstavlja tekući dio krvi, odnosno plazmu. Transstanična tekućina sačinjava mali postotak TBW i uključuje gastrointestinalnu tekućinu, žuč, urin, očnu vodicu, cerebrospinalni likvor, sinovijalnu, pleuralnu, perikardijalnu i peritonealnu tekućinu. Ovaj oblik tekućine smatra se funkcionalno važnim, ali anatomski odvojenim dijelom, bez mogućnosti izmjene sa ostalim odjeljcima (4, 5).

Izvanstanična tekućina sadrži različite anorganske i organske sastojke. Dok je u staničnoj tekućini glavni kation kalij, u izvanstaničnoj prevladavaju kationi natrija. Glavni anion je kloridni anion uz prisustvo većih količina bikarbonata. Izvanstanična tekućina sadrži brojne hranjive i gradivne tvari za stanicu kao što su glukoza, kisik, masne kiseline, lipidi, aminokiseline, ali i otpadne produkte staničnog metabolizma; urea, kreatinin, bilirubin, ugljični dioksid. pH izvanstanične tekućine iznosi između 7,35 i 7,45 i važno je da se održava unutar tih uskih granica poradi normalnog obavljanja metaboličkih procesa (4).

Sastav je međustanične tekućine i plazme kvalitativno dosta sličan, uz poneke kvantitativne razlike; prvenstveno u koncentraciji proteina. Razlog tome je stalna razmjena izvanstanične tekućine između krvne plazme i međustanične tekućine za vrijeme protjecanja krvi kroz kapilare. Naime, kapilarni endotel, koji predstavlja barijeru između gore navedena dva odjeljka izvanstanične tekućine, je propustan za većinu molekula iz krvne plazme, osim za velike molekule proteina. Raspodjelu izvanstanične tekućine između plazme i međustanične tekućine regulira ravnoteža hidrostatskog i koloidno osmotskog tlaka (4, 6).

3.2.1. Endotelni glikokaliks

Endotelni glikokaliks predstavlja zaštitni sloj koji prekriva endotelne stanice s unutarnje, luminalne strane kapilara. Osim što čini kontinuiranu mrežu koja prilježe endotelnim stanicama, ispunjava i njihove međustanične pukotine te dolazi u izravan kontakt s međustaničnim prostorom. Temeljne gradivne molekule glikokaliksa čine proteoglikani (glikozaminoglikani) i glikoproteini, stvarajući mrežu na čiju se površinu vežu solubilne komponente (solubilni proteoglikani, hijaluronska kiselina, proteini plazme i endotela). Oni kreiraju subglikokaliksni prostor unutar kojeg se nalazi necirkulirajući dio plazme. Taj subglikokaliksni volumen tekućine predstavlja zonu bez eritrocita s malom koncentracijom proteina i iako je isključen od cirkulirajućeg volumena, s njime je u dinamičkoj ravnoteži (1, 7).



Slika 1. Prikaz građe endotelnog glikokaliksa (7).

Lijevo: endotelni glikokaliks kao zona bez eritrocita, smještena uz luminalnu stranu vaskularnog endotela. Desno: gradivne komponente endotelnog glikokaliksa. Proteoglikani, s

dugim bočnim lancima glikozaminoglikana (GAG-lanac), i glikoproteini, s kratkim ugljikohidratnim bočnim lancima, čvrsto su vezani za membranu endotela. Na površini ove mreže nalaze se solubilne komponente plazme i endotela, uključujući hijaluronsku kiselinu, solubilne proteoglikane i različite proteine, kao što su izvanstanična superoksid dismutaza (ec-SOD) i antitrombin III (AT III).

Endotelni glikokaliks ima veliku morfološku i funkcionalnu važnost. Određuje vaskularnu permeabilnost, smanjuje interakciju krvnih stanica i endotela krvnih žila, posreduje u osjetu vaskularnog smicanja, omogućuje uravnoteženu signalizaciju i ima vaskuloprotekcijsku ulogu. Endotelni glikokaliks utječe na mikrovaskularnu izmjenu tekućine i molekula i tako sudjeluje u regulaciji i održavanju vaskularne permeabilnosti. Propustan je za vodu i manje molekule, ali zbog negativno nabijenih glikozaminoglikana sprječava izravan prelazak proteina plazme u subglikokaliksni i međustanični prostor. Smatra se da subglikokaliksni koloidno osmotski tlak igra važnu ulogu u filtraciji tekućine kroz endotel u međustanični prostor. Endotelni glikokaliks također sudjeluje u održavanju homeostaze endotela i njegovoj interakciji s krvnim stanicama, onemogućujući adheziju leukocita, trombocita i faktora koagulacije. U normalnim uvjetima glikozaminoglikanski lanci i solubilne komponente glikokaliksa prekrivaju adhezijske molekule (selektine i integrine) i time sprječavaju izravnu interakciju leukocita i trombocita s endotelom. Nekoliko važnih antikoagulacijskih čimbenika može se vezati za glikokaliks, kao što je antitrombin III, heparinski kofaktor II, trombomodulin i inhibitor puta tkivnog faktora. Oni se vežu i aktiviraju uz pomoć heparan sulfata, dermatan sulfata i hondroitin sulfata. Sve te antikoagulacijske molekule prisutne u glikokaliksu doprinose tromborezistentnoj prirodi zdravog endotela. Endotelni glikokaliks također ima sposobnost vezanja slobodnih kisikovih radikala pomoću izvanstanične superoksid dismutaze. Ovaj enzim pomaže u održavanju funkcionalnosti endotela smanjenjem

oksidacijskog stresa i održavanjem biološke raspoloživosti dušikovog oksida (NO, eng. nitrous oxide). Zbog izloženosti endotela mehaničkim silama, uzrokovanim protokom krvi, nastaje vaskularni smični stres koji utječe na njegovu morfologiju i funkciju. Stoga je još jedna funkcija glikokaliksa smanjenje smičnog stresa otpuštanjem NO iz endotelnih stanica sa posljedičnom vazodilatacijom i prilagodbom promjera krvne žile protoku. Čini se kako heparan sulfat i hijaluronska kiselina imaju važnu ulogu u detekciji i prijenosu biomehaničkih sila (smični stres) u biokemijske signale (otpuštanje NO) (1, 7, 8).

Perioperacijska zaštita endotelnog glikokaliksa važna je zbog prevencije intersticijskog edema. Eksperimentalne studije su pokazale kako predobrada s hidrokortizonom i antitrombinom održava integritet endotelnog glikokaliksa, smanjenjem njegove razgradnje i adhezije leukocita nakon ishemijsko reperfuzijske ozljede. Sevofluran je također pokazao protektivan učinak stabiliziranjem endotela i smanjenjem adhezije leukocita i trombocita (8). S druge strane ishemijsko reperfuzijska ozljeda, TNF-α, oksidirani LDL i ANP mogu potaknuti oštećenje endotelnog glikokaliksa i dovesti do pojačanog upalnog odgovora i ekstravazacije tekućine uz nastanak intersticijskog edema. Otpuštanje navedenih medijatora uzrokuje trauma tkiva operacijom ili ijatrogeno izazvana hipervolemija. Zbog toga je održavanje intravaskularne normovelemije i primjena, gore navedenih, potencijalno zaštitnih čimbenika važna u zaštiti endotelnog glikokaliksa i sprječavanju pomaka tekućine i proteina u međustanični prostor (1).

4. INTRAVENSKA NADOKNADA TEKUĆINE

Svi bolesnici kojima će biti učinjena operacija zahtijevaju otvaranje venskog puta za primjenu intravenskih tekućina, lijekova, krvi ili krvnih pripravaka. Anesteziolog bi trebao znati procijeniti intravaskularni volumen bolesnika s dostatnom točnošću kako bi ispravio postojeći deficit tekućine ili elektrolita i nadoknadio postojeće gubitke. Intravenozna nadoknada tekućine može se sastojati od primjene kristaloida, koloida ili njihove kombinacije. S obzirom na raznolik raspon fizioloških učinaka primijenjenih tekućina te potencijalno velikih količina koje se mogu primijeniti perioperacijski, treba ih koristiti racionalno i smatrati ih svojevrsnim lijekovima sa specifičnim indikacijama, rasponom doza i nuspojavama (5, 9).

4.1. Kristaloidne tekućine

Kristaloidne tekućine su otopine elektrolita i sterilne vode, koje mogu biti izotonične, hipotonične i hipertonične u odnosu na plazmu. Primjena kristaloida indicirana je u nadoknadi vode i elektrolita, a može se koristiti i za volumnu ekspanziju. Bilo koji oblik kristaloidnih otopina, primijenjen intravenozno, može slobodno prolaziti kroz krvožilnu barijeru, uzrokujući distribuciju tekućine kroz čitav izvanstanični prostor, dok svega 20% primijenjene tekućine ostaje intravaskularno. Primjena kristaloida u velikim količinama može izazvati komplikacije, kao što su plućni edem i hiperkloremijska acidoza. S druge strane, prednost kristaloida je da sadrže samo ione ili molekule malih veličina koje se lako mogu metabolizirati u razumnim količinama (2, 5, 10).

Izotonična 0,9% otopina NaCl jedna je od najpoznatijih i najčešće korištenih intravenskih tekućina. Međutim, svrstavamo je u nebalansirane otopine jer sadrži veću koncentraciju klora od plazme i u dozi većoj od 1 litre uzrokuje hiperkloremijsku metaboličku acidozu. Također postoje hipertonične otopine NaCl (1,8%, 3% i 7,5%), koje se rjeđe koriste, ali postižu volumnu ekspanziju plazme administracijom manjih volumena, a indicirane su kada je

bolesniku potrebna korekcija hipoosmolarne hiponatremije i povišenog intrakranijalnog tlaka (5).

Balansirane kristaloidne otopine sadrže koncentracije kloridnih iona bliže fiziološkim uvjetima, uz dodatak organskih anionskih pufera, poput laktata, acetata i glukonata, stvarajući bikarbonate. Osim pufera, ove otopine sadrže i različite koncentracije kationa natrija, kalija, kalcija i magnezija. U balansirane otopine ubrajamo Ringer laktat i PlasmaLyte. Navedene otopine obično se koriste tijekom operacije u svrhu održavanja normovolemije ili nadoknade izgubljene krvi (5, 11).

4.2. Koloidne tekućine

Koloidi su infuzijske tekućine, koje u svom sastavu osim vode i elektrolita sadrže i koloidne čestice, koje održavaju koloidno osmotski tlak plazme i, za razliku od kristaloida, sprječavaju ″curenje″ tekućine kroz kapilarni endotel. Koloidne otopine dakle imaju izraženiji volumni učinak i više povećavaju cirkulirajući volumen. Brže dovode do porasta intravaskularnog volumena i u odnosu na kristaloidne otopine imaju duži poluživot u plazmi; između 3 i 6 sati. Ne postoje znanstveni dokazi za bolji ishod nakon njihove primjene u odnosu na primjenu kristaloida. Također, osim povoljnih učinaka ekspanzije plazme, koloidi imaju i nekoliko neželjenih učinaka, kao što su anafilaktičke reakcije, koagulopatija i renalna disfunkcija. U koloidne otopine ubrajamo derivate humane plazme, kao što su humani albumini i svježe smrznuta plazme, te semisintetske spojeve, kao što su dekstrani, želatina i HES (hidroksietil škrob, 6% i 10%). Indikacije za primjenu koloida su veliki gubitci intravaskularnog volumena, nadoknada tekućine prije nadoknade krvi transfuzijom i u stanjima teške hipoalbuminemije (2, 5, 9, 11). Zbog mogućih neželjenih učinaka njihova se primjena počela ograničavati. Otopine HES-a smiju se koristiti isključivo za liječenje hipovolemije nastale

teškim akutnim krvarenjem, a kada primjena samih kristaloidnih otopina nije dovoljna. Međutim i tada se trebaju primjenjivati u najnižoj dozi i najkraćem vremenu (najduže kroz 24 sata). Isto tako, primjena humanih albumina može se koristiti u nadoknadi volumena kod akutnog krvarenja, a kada je primjena sintetskih koloida (HES-a) kontraindicirana. Albumini se također koriste kao zamjenska otopina u postupcima plazmafereze kada se zamjenjuje više od 20 ml plazme/ kg tjelesne mase te kao poželjan koloid u neurokirurških bolesnika, zbog mogućeg povoljnog učinka na moždani edem i intrakranijalni tlak (12, 13).

4.3. Nadoknada tekućine i acido-bazni status

Intravaskularna nadoknada tekućine može utjecati na acidobazni status na dva načina; primjenom nebalansiranih kristaloida nastaje jatrogeno uzrokovana acidoca te poremećaj acidobazne ravnoteže nastao primjenom bikarbonata radi korekcije acidoze.

Najčešće viđeni acidobazni poremećaj u perioperacijskom periodu je hiperkloremijska metabolička acidoza. Nastaje primjenom velikih volumena nebalansiranih kristaloidnih otopina, bogatih kloridnim ionima, čiji je SID (eng. strong ion difference; predstavlja razliku sume koncentracija jakih kationa (natrija, kalija, kalcija i magnezija) i sume koncentracija jakih aniona (klorida i laktata) jednak nuli, dok SID izvanstanične tekućine iznosi otprilike 40 mEq/l. Svakom primijenjenom litrom nebalansiranih kristaloida dolazi do smanjenja SID-a i pojave hiperkloremijske acidoze. Takvo stanje može imati renovaskularne reperkusije (vazokonstrikcija renalne arterije, hipoperfuzija bubrega, smanjenje glomerularne filtracije) i utjecaj na gastrointestinalnu funkciju i koagulaciju. Međutim, navedeni patofiziološki mehanizmi nemaju puno utjecaja na klinički ishod i obično dolazi do normalizacije nalaza unutar prva dva dana poslije operacije (5, 9).

5. PERIOPERACIJSKO VOĐENJE TEKUĆINSKE RAVNOTEŽE

Perioperacijsko održavanje prikladnog intravaskularnog volumena, odnosno euvolemije važno je radi postizanja optimalnog ishoda nakon operacije. Ukoliko dođe do hipovolemije ili hipervolemije može doći do razvoja poslijeoperacijskih komplikacija. Apsolutna ili relativna hipovolemija dosta je česta u perioperacijskom periodu i nastaje zbog preoperacijske dehidracije, vazodilatacije uzrokovane primjenom anestetika i krvarenja uslijed operacije. Tako dolazi do smanjenja minutnog volumena s posljedičnim smanjenjem tkivne perfuzije, a rijetko, u težim stanjima hipovolemije može doći do razvoja šoka i višeorganskog zatajivanja. Najčešći uzrok perioperacijske hipervolemije je retencija tekućine primijenjene tijekom operacije. Nastali intersticijski edem utječe na funkciju brojnih organskih sustava, uključujući nastanak nepoželjnih respiracijskih (pneumonija, zatajivanje pluća) i gastrointestinalnih (ileus) učinaka, poremećaja koagulacije i otežano cijeljenje rane. Također, prileżeća kirurška trauma potiče neurohormonalne i upalne promjene, zajednički nazvane stresni odgovor, koji može značajno utjecati na raspodjelu i ravnotežu tekućina i elektrolita u organizmu (5, 11, 14).

U perioperacijskom razdoblju uloga je liječnika odrediti koji sastav i koju količinu intravenske tekućine primijeniti. U svakoj fazi operacije (preoperacijskoj, intraoperacijskoj i poslijeoperacijskoj) različita je potreba za datom tekućinom što ovisi o čimbenicima vezanima za bolesnika (tjelesna masa, prileżeći komorbiditeti) te o čimbenicima vezanima uz operaciju (vrsta i veličina operacije, komplikacije). Cilj je održavanja tekućinske ravnoteže kod velikih operacija osigurati adekvatan cirkulirajući volumen i time adekvatnu dostavu kisika svakoj stanici, a s druge strane izbjeći hipoperfuziju ili pretjeranu administraciju tekućine s nastankom edema i elektrolitne neravnoteže (visoka koncentracija natrijevih i kloridnih iona, laktata, glukonata i acetata) (5, 15).

Perioperacijska nadoknada tekućine i njezin izračun temelje se na normalnim gubitcima tekućine (zahtjevi za održavanjem), postojećem deficitu i gubitku tekućine tijekom operacije. U odsutnosti peroralnog uzimanja tekućine, brzo dolazi do tekućinske i elektrolitne neravnoteže. Razlog tome je stalno odvijanje fizioloških procesa, kao što su stvaranje urina, gastrointestinalna sekrecija, znojenje i nevidljiva perspiracija s kože i pluća. Tradicionalni pristup perioperacijskoj nadoknadi tekućine utemeljen je na procjeni prikazanoj u Tablici 1. Na ovaj se način mogu izračunati i postojeći satni gubitci (5, 9, 12).

Tablica 1. Procjena zahtjeva za održavanjem normalnog volumena tjelesnih tekućina (9).

Tjelesna masa	Potrošnja
Prvih 10 kg	4 ml/kg/h
Idućih 10 kg	Dodati 2 ml/kg/h
Svaki kilogram iznad 20 kg	Dodati 1 ml/kg/h

Postoje i druge sheme nadoknade tekućine u svrhu nadoknade zahtjeva za održavanjem koje se temelje na dnevnim potrebama, a dobiveni volumen se podijeli na 24 dijela kako bi se odredila brzina protoka infuzije (Tablica 2 i Tablica 3) (16, 17).

Tablica 2. Određivanje dnevnih potreba za normalnim volumenom tjelesnih tekućina (16).

Tjelesna masa	Potrošnja
Prvih 10 kg	100 ml/kg/dan
Idućih 10 kg	Dodati 50 ml/kg/dan
Svaki kilogram iznad 20 kg	Dodati 20 ml/kg/dan

Tablica 3. Normalni dnevni zahtjevi za tekućinom i elektrolitima (17).

Voda	25-30 ml/kg/dan
Natrij	1 mmol/kg/dan
Kalij	1 mmol/kg/dan
Glukoza	50-100 g/dan

Gubitak tekućine tijekom operacije uključuje krvarenje, isparavanje s površine kirurške rane i unutarnju redistribuciju tjelesnih tekućina, takozvani gubitak u treći prostor. Spomenuti treći prostor još je uvijek u potpunosti nerazjašnjen pojam. Smatra se kako je akumulacija tekućine u tom prostoru uzrokovana velikim kirurškim zahvatima, traumom tkiva ili ozljedom prostora koji ne sadrže tekućinu ili je ima u vrlo malim količinama, a u pozadini je velika primjena kristaloidnih otopina. Identificirani primjeri su peritonealna šupljina, crijeva i opsežno traumatizirana tkiva. Iako ukupna voda u tijelu uglavnom ostaje nepromijenjena, ovom teorijom, "nefunkcionalni" dio izvanstanične tekućine raste na štetu "funkcionalnog" (1, 8).

5.1. Preoperacijska faza

Cilj je preoperacijske pripreme bolesnika da u operacijsku dvoranu stigne u dobro hidriranom, euvolemičnom stanju; stanju normalne i stabilne tekućinske i elektrolitne ravnoteže. Prije operacijskih i anesteziooloških postupaka bolesnik mora biti na tašte, s time da 8 sati prije operacije ne smije jesti krutu hranu, a unos bistre tekućine dozvoljen je i preporučen do 2 sata prije operacije. Važnost dobre hidracije je u smanjenju hemodinamskih promjena uzrokovanih indukcijom anestezije, a može čak i smanjiti kiselost želučane tekućine (3, 5, 14, 18, 19).

Primjena ugljikohidratnih napitaka (npr. 12,5% maltodekstrin) do 2 sata prije operacije može povoljno utjecati na samu operaciju i njezin ishod, i to iz više razloga. Smanjuje glad, žeđ i anksioznost prije operacije te smanjuje poslijeoperacijsku inzulinsku rezistenciju i mučninu i povraćanje. Također, peroralno uzeti ugljikohidratni pripravci prazne se iz želudca i apsorbiraju u roku od 90 do 120 minuta i ne uzrokuju povećanje volumena želuca (14, 18, 19).

Rutinska primjena preoperacijske mehaničke pripreme (pražnjenja) crijeva nije korisna i, osim što je neugodna za bolesnika, može otežati intraoperacijsko i poslijeoperacijsko

održavanje tekućinske i elektrolitne ravnoteže. Njihovu uporabu stoga treba izbjegavati kad god je to moguće. Ako se i koristi, potencijalni poremećaj tjelesnih tekućina i elektrolita treba prevenirati preoperacijskom primjenom 1 do 2 litre intravenskih tekućina; preporučeno otopinom Ringer laktata ili acetata s odgovarajućim dodatkom kalija (14, 20).

U preoperacijskom periodu, tijekom povećanog gubitka tekućine i elektrolita (hiperventilacija, povraćanje, proljev, pretjerano znojenje, velike otvorene rane) veća je potreba za nadoknadom i održavanjem tjelesnih tekućina preoperacijski i/ili intraoperacijski. Također, kada je moguće, zadržavanje tekućine uzrokovano srčanom, jetrenom ili bubrežnom disfunkcijom treba ispraviti prije operacije (5, 20). Prekomjeran gubitak tekućine i elektrolita povraćanjem treba liječiti prije operacije odgovarajućom količinom kristaloidnih otopina (0,9% NaCl; fiziološka otopina) uz odgovarajući dodatak kalija. Gubitci proljevom, zbog ileusa, opstrukcije ili crijevnih fistula trebaju se nadoknaditi s otopinama tipa Ringer laktat ili acetat (20).

Optimalno preoperacijsko liječenje i vođenje tekućinske ravnoteže od velike je važnosti u poboljšanju ishoda i za visokorizične kirurške pacijente. Postoji sve veći broj dokaza koji upućuju da uporaba ionotropne terapije u niskim dozama uz intravenske tekućine može biti od koristi i može poboljšati preživljavanje u takvih, visokorizičnih pacijenata, zbog postizanja većeg minutnog volumena i bolje oksigenacije tkiva (5, 20).

5.2. Intraoperacijska faza

Cilj je intraoperacijske nadoknade tekućine održavanje središnje euvolemije i izbjegavanje pojave viška vode i soli u organizmu. Međutim, mnogi čimbenici mogu utjecati na ravnotežu tjelesnih tekućina tijekom operacije te ih stoga treba prepoznati i ispraviti. Primjena anestetika uzrokuje sustavnu vazodilataciju i redistribuciju krvotoka i može smanjiti srčani *preload* i *afterload.* Zatim, direktan gubitak intravaskularnog volumena kao rezultat krvarenja za vrijeme operacije. Otvaranjem tjelesnih odjeljaka dolazi do pojačane evaporacije sa površine sluznica i time, također do gubitka tekućine, obično između 0,5-1 ml/kg/h. Veći kirurški zahvati uzrokuju i upalni odgovor koji dovodi do distribucije tekućine iz intravaskularnog u izvanvaskularni prostor. Kako bi izbjegli hipovolemiju i hipoperfuziju zbog navedenih gubitaka, intraoperacijska tekućinska terapija treba uključivati opskrbu zahtjeva za održavanjem, eventualnu nadoknadu rezidualnih preoperacijskih deficita i nadoknadu intraoperacijskih gubitaka krvarenjem, redistribucijom tekućine i evaporacijom (5, 9, 18).

Nadoknada zahtjeva za održavanjem tjelesnih tekućina potrebna je radi zamjene gubitaka nastalih stvaranjem urina, znojenjem, nevidljivom perspiracijom i ostalih metaboličkih potreba. Tijekom operacije, ova nadoknada može se postići primjenom 1-3 ml/kg/h balansiranih kristaloidnih otopina (npr. Ringer laktat ili PlasmaLyte) (14, 19). Za procjenu gubitka krvi i njezinu nadoknadu može se upotrijebiti mjerenje krvi u kirurškom sukcijskom kontejneru. Sve dok nije indicirana transfuzija krvi, nadoknada izgubljene krvi vrši se primjenom balansiranih kristaloidnih otopina u omjeru 1,5–3:1,0 ili koloidnih otopina u omjeru 1,0:1,0 (5, 11). Kod redistribucijskih i evaporacijskih gubitaka, koji su primarno povezani s veličinom rane i opsegom kirurških disekcija i manipulacija, postupci nadoknade izgubljene tekućine mogu se klasificirati prema stupnju traume tkiva, prikazanih u Tablici 4. Međutim, stvarne potrebe mogu se znatno razlikovati od bolesnika do bolesnika (9).

Tablica 4. Redistribucijski i evaporacijski gubitci tekućine tijekom operacije (9).

Stupanj traume tkiva	Dodatni zahtjev za tekućinom
Minimalna	0 – 2 ml/kg
Umjerena	2 – 4 ml/kg
Teška	4 – 8 ml/kg

Prema drugim izvorima, a s obzirom na opseg i invazivnost kirurškog zahvata, temelji se odabir metode održavanja ravnoteže tjelesnih tekućina i količina njene intravenske primjene. Za većinu pacijenata kojima će se učiniti relativno kratki, minimalno ili umjereno invazivni kirurški zahvat te ako postupak ne uzrokuje značajne promjene tekućine ili gubitak krvi, preporučuje se primjena 1 do 2 litre balansiranih kristaloidnih otopina. Ova količina tekućine se tipično primjenjuje tijekom operacije, tijekom perioda od 30 minuta do dva sata. Za bolesnike kojima će biti učinjen opsežniji i invazivniji kirurški zahvat koristi se restrikcijski ili ciljano usmjereni pristup nadoknade tekućine. Dokazi pokazuju da su i restrikcijski pristup i ciljano usmjerena terapija povezani s nižom učestalošću perioperacijskih komplikacija (11).

5.2.1. Liberalna nadoknade tekućine

Liberalna ili tradicionalna metoda nadoknade tekućine tijekom operacije temelji se na unaprijed izračunatim potrebama, koji uključuju pretpostavljene preoperacijske deficite, intraoperacijske gubitke krvi i gubitke urinom, neanatomske gubitke tekućine u ″treći prostor″ i nevidljive gubitke evaporacijom. Također, hipotenzija uzrokovana vazodilatacijom tijekom opće i neuroaksijalne anestezije, ovim pristupom zahtjeva kompenzaciju primjenom velikih količina intravenskih tekućina. Nadalje, zamjena procijenjenog gubitka krvi trebala bi se, prema ovoj metodi, vršiti primjenom kristaloidnih otopina u tri puta većem volumenu od stvarne količine izgubljene krvi (8, 11).

Istraživanja su pokazala kako razdoblje preoperacijskog ″posta″ nema značajnijih hemodinamskih učinaka te je stoga zamjena tih manjih volumnih gubitaka upitna. Slično tome, dokazi o nevidljivim gubitcima evaporacijom i gubitci u ″treći prostor″ su također nedosljedni, a hipotenziju uzrokovanu anestezijom prikladnije bi bilo liječiti primjenom vazopresora nego volumnim preopterećenjem (8, 15). Liberalni pristup u nadoknadi tekućine izbjegava se u bolesnika tijekom operacije, jer ova metoda podrazumijeva agresivnu administraciju velikog volumena kristaloidnih otopina; obično čak više od 5 litara, i time uzrokuje pojavu intersticijskog edema i veću mogućnost nastanku poslijeoperacijskih morbiditeta i mortaliteta (11, 15).

5.2.2. Restrikcijska nadoknade tekućine

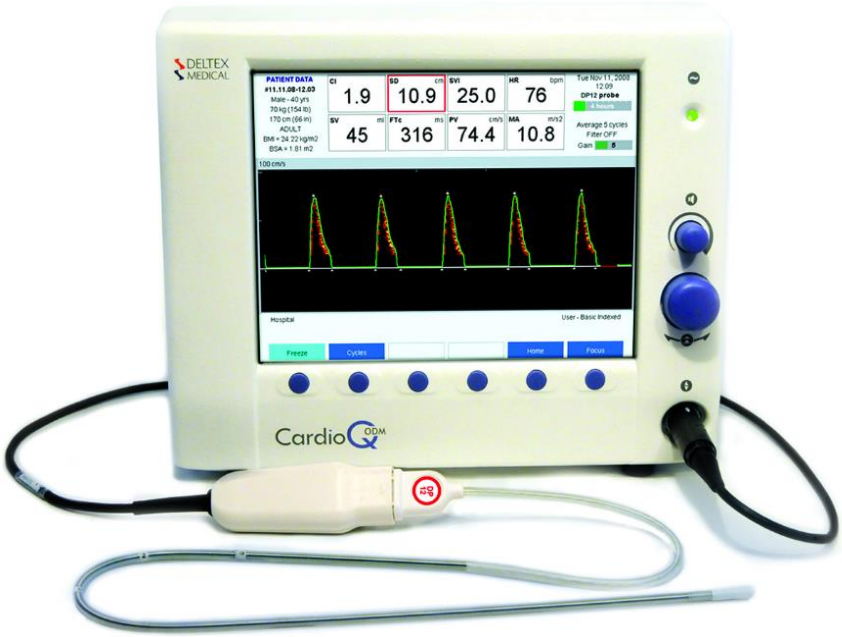
Restrikcijska metoda nadoknade tekućine tijekom operacije podrazumijeva minimalno dovoljnu primjenu intravenskih tekućina, obično manje od 3 litre. To znači da se nadoknađuje samo onoliko tekućine koliko se sa sigurnošću može utvrditi da je izgubljeno tijekom operacije. Tako se intraoperacijski primjenjuje 1-3 ml/kg/h balansiranih kristaloidnih otopina za opskrbu zahtjeva za održavanjem, a gubitci krvi se nadoknađuju kristaloidima naspram volumena krvi u omjeru 1,5:1 te koloidima u omjeru 1:1 (11, 15).

U odnosu na liberalnu metodu, restrikcijski pristup nadoknadi tekućine pokazuje bolje rezultate nakon operacije, u vidu manjeg broja poslijeoperacijskih komplikacija (razvoja edema, kardiopulmonalnih komplikacija, cijeljenja rane), bržeg oporavka i kraćeg boravka u bolnici (3, 8). Međutim, prema nekim istraživanjima restrikcijska nadoknade tekućine povezana je s povećanjem učestalosti akutne bubrežne ozljede te češćom pojavom poslijeoperacijske mučnine, povraćanja i glavobolje (2, 21).

5.2.3. Ciljano usmjerena nadoknada tekućine

Ciljano usmjerena nadoknada tekućine (GDFT, eng. goal directed fluid therapy) temelji se na primjeni intravenskih tekućina pod kontrolom dinamičkog hemodinamskog monitoringa. Ciljana primjena tekućine osigurati će bolesniku optimalnu funkciju srca i isporuku kisika, odnosno adekvatnu perfuziju tkiva bez mogućih štetnih posljedica. Za postizanje navedenih stanja potrebno je postići supranormalne vrijednosti fizioloških parametara; srčanog indeksa (CI, eng. cardiac index > 4,5 l/min/m^2) i dostave kisika (DO_2I, eng. oxygen delivery index > 600 ml/min/m^2) (2, 5, 15).

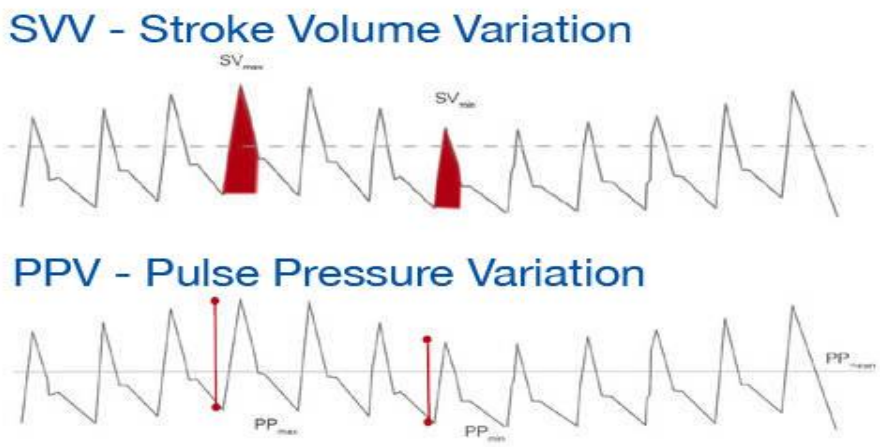
Ciljano usmjerena nadoknada tekućine se najčešće primjenjuje u visokorizičnih bolesnika ili bolesnika s opsežnijim kirurškim zahvatima, uz očekivani gubitak krvi veći od 500 ml. Glavna karakteristika GDFT je individualizirani pristup i primjena tekućine, eventualno ionotropa i vazopresora, uz praćenje kardiovaskularnih parametara (udarnog volumena i srčanog minutnog volumena). Intravenska nadoknada tekućine neće imati utjecaja na perfuziju tkiva sve dok se ne poveća predopterećenje srca i udarni volumen, utemeljeno na Frank-Starlingovu mehanizmu (11, 18). Ciljano usmjerena nadoknada tekućine uključuje minimalno invazivni dinamički hemodinamski monitoring, kao što je ezofagealni doppler monitoring i analiza pulsnog vala. Ezofagealni doppler monitoring koristi ultrazvučnu sondu za analizu brzine protoka krvi u descendentnoj aorti za svaki otkucaj srca. Na temelju tih podataka može se dobiti procijenjena vrijednost udarnog volumena, koji se može koristiti kao indikator za primjenu tekućine (Slika 2). Povećanje udarnog volumena za 10% ili više, nakon primjene 3-4 ml/kg koloida kroz 5 minuta, smatra se pozitivnim odgovorom na primjenu tekućine i omogućuje nastavak primjene tekućine u bolusima sve dok povećanje udarnog volumena ne bude manje od 10% u odnosu na prethodno mjerenje (2, 8, 19) .



Slika 2. Ezofagealni doppler monitor.

(Preuzeto sa: https://pressreleases.responsesource.com/news/66934/arrow-medical-supports-deltex-medical-s-oesophageal-doppler-monitoring-technology-which/)

Analiza pulsnog vala temelji se na invazivnom mjerenju arterijskog krvnog tlaka u mehanički ventiliranih pacijenata i dobivenih vrijednosti varijacije udarnog volumena (SVV, eng stroke volume variation), varijacije pulsnog tlaka (PPV, eng. pulse pressure variation) i varijacije sistoličkog tlaka (SPV, eng. systolic pressure variation) (Slika 3).Vrijednosti ovih parametara također se smatraju indikatorima za intravensku nadoknadu volumena. SVV i PPV veći od 13% predviđaju pozitivan odgovor na primjenu tekućine. Primjenjuju se bolusi koloidnih ili balansiranih kristaloidnih otopina od 250 ml (svaki kroz 5-10 minuta) sve dok vrijednosti SVV i PPV ne padnu ispod 10%, kada se prekida primjena tekućine kako bi se izbjegao nastanak volumne preopterećenosti/ hipervolemije (2, 11, 14, 19).



Slika 3. Prikaz varijacije krivulje udarnog volumena (gore) i varijacije krivulje pulsnog tlaka (dolje). (Preuzeto sa : https://www.maquet.com/int/services/advanced-monitoring-parameters/svv-ppv/)

Primjena GDFT ublažava komplikacije kao što su mučnina, poslijeoperacijska hemodinamska nestabilnost, gastrointestinalne komplikacije te skraćuje vrijeme oporavka za 25-50%. Prema istraživanjima, GDFT je bolja od liberalne zbog manjeg rizika od mortaliteta, kraćeg vremena boravka u bolnici i manjeg broja poslijeoperacijskih komplikacija (pneumonije, akutne ozljede bubrega, infekcije rana i intersticijskog edema). Međutim, u odnosu na restrikcijsku nadoknadu tekućine nije utvrđeno značajnih razlika (11, 14).

5.3. Poslijeoperacijska faza

Poslijeoperacijska faza također zahtjeva nastavak praćenja i održavanja hemodinamske stabilnosti, odnosno uspostavljanja euvolemije i elektrolitne ravnoteže. Važnost toga je, u već spomenutom smanjivanju poslijeoperacijskih komplikacija i poboljšanju kardiopulmonalne i gastrointestinalne funkcije, boljem cijeljenju rane te sveukupno bržem oporavku bolesnika. Međutim, operacijski postupci i trauma tkiva uzrokuju stresni odgovor organizma, neurohormonalnim i inflamatornim putem, koji može imati utjecaj na ravnotežu tjelesnih

tekućina. Navedena trauma tkiva uzrokuje nakupljanje leukocita, koji stvaraju proupalne citokine, što za posljedicu ima lokalnu vazodilataciju i povećanje endotelne propusnosti. Također, dolazi do povećanog otpuštanja antidiuretskog hormona, što rezultira poslijeoperacijskom retencijom vode i natrija i nastankom privremene oligurije (5, 14, 18, 19). Podaci o davanju tekućine prije i za vrijeme operacije trebaju biti jasno zabilježeni i lako dostupni. Volumen i sastav tekućine, koji se dao u tom razdoblju, treba pregledati i usporediti s gubitcima tekućine nastalih tijekom operacije. Nadoknada i korekcija tjelesnih tekućina ovisit će dalje o toj procjeni volumnog statusa bolesnika (20). U bolesnika koji su euvolemični i hemodinamski stabilni inicijalno se može započeti s intravenskom hidracijom (1 ml/kg/h), a zatim, ako osoba podnosi, trebalo bi svakako prijeći na peroralni unos tekućine. Rana peroralna hidracija predstavlja najbolju metodu hidracije i održavanja ravnoteže tjelesnih tekućina u poslijeoperacijskom periodu. Preporučuje se unos 25-35 ml/kg vode dnevno u periodu oporavka (18, 20). Za bolesnike koji zahtijevaju nastavak intravenske nadoknade tekućine, treba barem jednom dnevno provjeriti elektrolitni status. Infuzije tekućina trebaju pokriti dnevne potrebe za održavanjem i zamijeniti bilo kakve druge gubitke. Zahtjevi za održavanjem uključuju 1500 do 2500 ml kroz 24 sata (ili 1-1,2 ml/kg/h), 50-100 mmol/l natrija i 40-80 mmol/l kalija kroz 24 sata. U visokorizičnih bolesnika potrebno je razmotriti nastavak primjene GDFT u ranom poslijeoperacijskom periodu, uz primjenu adekvatne količine intravenskih tekućina i niskih doza dopeksamina, kako bi se postigla zadovoljavajuća oksigenacija tkiva i što bolji oporavak (5, 20).

Oligurija nakon operacije ne predstavlja značajan problem i može se razmotriti kao normalan, fiziološki odgovor, pojačanog oslobađanja vazopresina na kiruršku traumu; stres. Stoga, poslijeoperacijska oligurija, ako nije praćena hipovolemijom/hipotenzijom ili hipoperfuzijom te ako ne postoji neka klinička indikacija, ne bi trebala indicirati intravensku primjenu tekućine, koja bi samo još dodatno pogoršala postojeće stanje (14, 18).

6. RASPRAVA

Brojni čimbenici tijekom operacije, kao što su nemogućnost peroralne hidracije, postupci opće anestezije, kirurška trauma i stres, evaporacija i krvarenje, utječu na raspodjelu i ravnotežu tjelesnih tekućina, elektrolita i acidobaznog statusa. Održavanje navedenih parametara unutar fizioloških granica od iznimne je važnosti za dobar ishod te što bolji i kraći oporavak bolesnika nakon operacije. Zbog toga je intravenska nadoknada tekućine potrebna u svim fazama operacije. Međutim, još uvijek postoje dileme i pitanja koji oblik intravenskih tekućina i u kojem volumenu primijeniti, a kako bi se postiglo zadovoljavajuće stanje euvolemije, perfuzije i oksigenacije organa te izbjegle neželjene komplikacije. Usporedbom kristaloidnoh i koloidnih otopina mogu se pronaći i prednosti i nedostatci svake od njih. Fiziološka otopina primijenjena u volumenu većem od 1 litre uzrokuje hiperkloremijsku metaboličku acidozu. Također, kristaloidne otopine se raspoređuju unutar cijelog izvanstaničnog prostora, odnosno svega 20% ostaje unutar cirkulacije, a velika većina odlazi u međustanični prostor, predstavljajući opasnost za nastanak intersticijskog edema. S druge strane, koloidne otopine ostaju unutar cirkulacijskog sustava pa bolje ispravljaju hipovolemiju i održavaju euvolemiju. Međutim, u zadnje vrijeme i njihova se primjena počela ograničavati zbog štetnih učinaka na koagulacijski sustav i bubrežnu funkciju. Prema literaturi, tijekom operacije bi se trebale koristiti balansirane kristaloidne otopine (Ringer laktat, PlasmaLyte) u svrhu nadoknade zahtjeva za održavanjem (zamjena gubitaka tekućine putem nevidljive perspiracije i izlučivanjem mokraće). Nasuprot tome, koloidi su indicirani u nadoknadi volumena plazme zbog akutnog krvarenja i objektivne hipovolemije. Većina algoritama GDFT primjenjuje otopinu koloida kao bolusnu primjenu tekućine, vođeni idejom kako u uvjetima hipovolemije primjena koloida brže i s manjim volumenom vraća optimalan krvni tlak, a time i perfuziju organa.

Osim odabira sastava intravenskih tekućina, potrebna je i odluka o količini primijenjenog volumena. Nadoknada volumena temelji se na procjeni i izračunima gubitaka prije, za vrijeme i neposredno nakon operacije. Međutim, ne postoje univerzalne smjernice nadoknade volumena koje bi jednako odgovarale svim bolesnicima i svim vrstama operacijskih zahvata. Stoga, ovisno koji će se sve gubitci uzimati u obzir, raspon primijenjenog volumena može znatno varirati. Restrikcijska primjena tekućine smanjit će pojavu neželjenog intersticijskog edema, ali može uzrokovati hipotenziju, nedovoljnu perfuziju tkiva i organa i dovesti do pojačane postoperacijske mučnine i povraćanja. S druge strane, liberalna nadoknada tekućine nastojat će zamijeniti sve nastale gubitke i ispraviti hipotenziju, ali će zbog volumne preopterećenosti uzrokovati nastanak intersticijskog edema, slabije cijeljenje kirurške rane, mogući nastanak ileusa, usporeno pražnjenje želudca i volumno preopterećenje srca. Prema tome, nadoknada volumena treba se ogledati u individualnom pristupu kod svakog bolesnika, uzimajući u obzir njegovo stanje, veličinu operacije i kontrolu hemodinamskog monitoringa. Svakako se preporučuje nadoknada zahtjeva za održavanjem i zamjena gubitaka krvarenjem, izračunata na temelju prethodno navedenih parametara. Preoperacijsko neuzimanje hrane i pića minimalno utječe na promjenu izvanstaničnog volumena, a gubljenje tekućine u ″treći prostor″ nije u potpunosti dokazano. Stoga nadoknada volumena zbog ovih stanja nije realna i može samo pridonijeti nastanku intersticijskog edema i s njime povezanih komplikacija.

7. ZAKLJUČCI

- Nadoknada i održavanje ravnoteže tjelesnih tekućina tijekom operacije veoma je važna radi poboljšanja ishoda i bržeg oporavka bolesnika, smanjenja komplikacija i ostanka u bolnici.
- Kada god je moguće peroralna hidracija je poželjnija od intravenske primjene tekućina, posebice u preoperacijskom i poslijeoperacijskom razdoblju.
- Bolesnici u operacijsku dvoranu obično dolaze bez značajnijeg deficita tekućine, stoga preoperacijsko neuzimanje hrane i pića ne treba nadoknađivati intravenskom primjenom tekućina.
- U bolesnika s niskim rizikom kojima će biti učinjena operacija niskog rizika, indicirana je primjena balansiranih kristaloidnih otopina volumena 20-30 ml/kg (1-2 litre u prosječne odrsle osobe) kroz pola sata.
- Visokorizični bolesnici kojima će biti učinjena opsežnija operacija zahtijevaju individualizirani pristup korištenjem ciljano usmjerene nadoknade tekućine.
- Gubitak tekućine uzrokovan stvaranjem urina i nevidljivom perspiracijom zahtijeva primjenu balansiranih kristaloidnih otopina.
- Gubitak intravaskularnog volumena krvarenjem zahtijeva nadoknadu koloidnim otopinama i eventualno primjenu ionotropa korištenjem ciljano usmjerene nadoknade tekućine temeljene na kontroli hemodinamskih parametara i optimizaciji udarnog volumena
- Ciljano usmjerena nadoknada tekućine omogućuje prikladnu perfuziju i oksigenaciju tkiva i organa, a smanjuje pojavu intersticijskog edema i drugih komplikacija.

- Gubljenje tekućine u ″treći prostor″ nije u potpunosti dokazano i ne opravdava intravensku nadoknadu tekućina.
- Poslijeoperacijska oligurija se također ne treba liječiti intravenskom nadoknadom tekućine ako nema drugih znakova i simptoma hipovolemije, budući da se smatra očekivanim odgovorom na stres tijekom operacije.

8. SAŽETAK

Ukupna voda u tijelu čini oko 60% tjelesne mase odrasle zdrave osobe. Raspoređena je u dva glavna odjeljka; unutarstanični i izvanstanični. Izvanstanični odjeljak se još dijeli na međustanični, intravaskularni (plazma) i transstanični. Unutarstanična i izvanstanična tekućina međusobno su razdvojene i održavaju poprilično stalni volumen, sastav elektrolita i proteina te acidobazni status. Održavanje njihove ravnoteže od osobite je važnosti tijekom operacije. U perioperacijskom razdoblju bolesnik nije u mogućnosti nadomjestiti normalne zahtjeve za održavanjem zbog nemogućnosti peroralnog uzimanja hrane i pića. Za vrijeme operacije također nastaju gubitci krvarenjem, redistribucijom tekućine i pojačanom evaporacijom sa kirurške rane. Zbog toga je svakom bolesniku tijekom operacije potrebna intravenska nadoknada tekućine, kako bi se održala ravnoteža tjelesnih tekućina, elektrolitnog i acidobaznog statusa u svrhu što boljeg ishoda i oporavka nakon operacije uz minimalnu pojavu poslijeoperacijskih komplikacija. Nadoknada tekućine ovisit će o stanju bolesnika, njegovoj masi i prileţećim komorbiditetima, ali i o vrsti i veličini kirurškog zahvata. Nadoknada tekućine može se vršiti kristaloidnim tekućinama, koloidnim otopinama ili njihovom kombinacijom u većem (liberalnom) ili manjem (restrikcijskom) volumenu. Najbolji pristup omogućit će ciljano usmjerena nadoknada tekućine, koja se vodi dinamičkim hemodinamskim monitoringom, promatrajući svakog bolesnika individualno kao i njegov odgovor na primjenu tekućine. Ovakav pristup omogućit će prikladnu perfuziju i oksigenaciju tkiva i organa te spriječiti nastanak intersticijskog edema, kardiopulmonalnih i gastrointestinalnih komplikacija koje nastaju zbog volumnog preopterećenja bolesnika.

Ključne riječi: nadoknada tekućine, operacija, ravnoteža, tjelesne tekućine

9. SUMMARY

Total body water is about 60% of the body weight in adult and healthy human. This water is distributed between the extracellular and intracellular compartments. The extracellular compartment is still divided into interstitial, intravascular (plasma) and transcellular fluids. Intracellular and extracellular fluid are separated and maintain approximately constant volume, electrolyte and protein composition and acid-base status. Maintenance of the fluid balance is very important during the operation. During the perioperative period, the patient is not able to replace normal maintenance fluid requirements due to the inability of water and food intake. During the operation blood loss, fluid shifts and redistribution and insensible perspiration of the surgical wound also occur. Therefore, each patient during the operation requires intravenous fluid replacement to maintain balance of the body fluid, electrolyte and acid-base status to enhance recovery and decrease postoperative complications. Intravenous fluid administration will depend on the condition of the patient, his weight and comorbidities, but also about the invasiveness of the surgical procedure. Fluid replacement include administration of crystalloids, colloids or their combination in a different volumes. Goal directed fluid therapy is the best approach to fluid administration. It requires monitoring of dynamic hemodynamic parameters and it is based on patient's individual fluid responsiveness. Goal directed fluid therapy improves postoperative outcomes providing adequate perfusion and oxygenation of the tissues and organs and preventing interstitial edema, cardiopulmonary and gastrointestinal complications related to fluid overload.

Key words: balance, fluids, fluid management, operation

10. LITERATURA

1. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. A Rational Approach to Perioperative Fluid Management. Anesthesiology 2008;109(4):723-40.

2. Kayilioglu S, Dinc T, Sozen I, Bostanoglu A, Cete M, Coskun F. Postoperative fluid management. World J Crit Care Med 2015;4(3):192-201.

3. Bamboat ZM, Bordeianou L. Perioperative Fluid Management. Clin Colon Rectal Surg 2009;22(1):28-33.

4. Guyton AC, Hall JE. Medicinska fiziologija (dvanaesto izdanje). Zagreb: Medicinska naklada; 2012, str. 285-301.

5. Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL. Miller's Anesthesia, Volume 2, Eight Edition. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2014, str. 1767-802, 1825-27.

6. Rassam S, Counsell D. Perioperative electrolyte and fluid balance. Continuing Education in Anaesthesia Critical Care and Pain 2005;5(5):157-60.

7. Reitsma S, Slaaf D, Vink H, van Zandvoort M, oude Egbrink M. The endothelial glycocalyx: composition, functions, and visualization. Pflugers Arch 2007;454(3):345-59.

8. Doherty M, Buggy D. Intraoperative fluids: how much is too much?. Br J Anaesth 2012;109(1):69-79.

9. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan and Mikhail's clinical anesthesiology, 5th Edition. New York: MacGraw-Hill Professions Division; 2013, str. 1143, 1161-69.

10. Strunden M, Heckel K, Goetz A, Reuter D. Perioperative fluid and volume management: physiological basis, tools and strategies. Ann Intensive Care 2011;1(1):2.

11. Joshi GP. Intraoperative fluid management. U: UpToDate, O'Connor MF ed. UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; 2019 [pristupljeno 26.2.2019.]. Dostupno na: https://www.uptodate.com

12. OpenAnesthesia. Fluid Management. Pristupljeno 5.3.2019. Dostupno na: http://www.openanesthesia.org/fluid-management/

13. European Medicines Agency. Otopine hidroksietil škroba (HES) više se neće koristiti u bolesnika sa sepsom ili opeklinama ili kod onih koji su teško bolesni. Pristupljeno 28.5.2019. Dostupno na: https://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/hydroxyethyl-starch-solutions-hes-no-longer-be-used-patients-sepsis-burn-injuries-critically-ill_hr-0.pdf

14. Gupta R, Gan TJ. Peri-operative fluid management to enhance recovery. Anaesthesia 2015;71:40-5.

15. Bennett VA, Cecconi M. Perioperative fluid management: From physiology to improving clinical outcomes. Indian J Anaesth 2017;61(8):614-21.

16. Evidence-based Medicine. Maintenance Fluid Calculator. Pristupljeno 27.5.2019. Dostupno na: https://www.ebmconsult.com/app/medical-calculators/maintenance-fluid-calculator

17. NICE. Algorithms for IV fluid therapy in adults. Pristupljeno 27.5.2019. Dostupno na: https://www.nice.org.uk/guidance/cg174/resources/intravenous-fluid-therapy-in-adults-in-hospital-algorithm-poster-set-191627821

18. Makaryus R, Miller TE, Gan TJ. Current concepts of fluid management in enhanced recovery pathways. Br J Anaesth 2018;120(2):376-83.

19. Miller TE, Roche AM, Mythen M. Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). Can J Anesth 2014;62(2):158-68.

20. Powell-Tuck J, Gosling P, Lobo DN i sur. British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients. Pristupljeno 10.3.2019. Dostupno na: https://www.bapen.org.uk/pdfs/bapen_pubs/giftasup.pdf

21. Shin CH, Long DR, McLean D, Grabitz SD, Ladha K, Timm FP et al. Effects of Intraoperative Fluid Management on Postoperative Outcomes. Ann Surg 2018;267(6):1084-1092.

11. ŽIVOTOPIS

Fabijan Đumbir rođen je 27. siječnja 1995. godine u Sisku. Pohađao je Osnovnu školu Mladost u Lekeniku, a nakon toga srednjoškolsko obrazovanje nastavlja u Gimnaziji Sisak. 2013. godine upisuje Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Medicine na Medicinskom fakultetu u Rijeci, kojeg završava akademske godine 2018./2019. s odličnim uspjehom.

Aktivno se služi engleskim jezikom. Za vrijeme studiranja bio je demonstrator u Kabinetu vještina.