Sudsko-medicinski značaj utvrđivanja smrti uslijed dehidracije

Vido, Krešimir

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:184:622352

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

DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Krešimir Vido

SUDSKO-MEDICINSKI ZNAČAJ UTVRĐIVANJA SMRTI USLIJED DEHIDRACIJE

Diplomski rad

Rijeka, 2018.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Krešimir Vido

SUDSKO-MEDICINSKI ZNAČAJ UTVRĐIVANJA SMRTI USLIJED DEHIDRACIJE

Diplomski rad

Rijeka, 2018.

Mentor rada: izv.prof.dr.sc. Valter Stemberga, dr.med.

Diplomski rad ocjenjen je dana 17.4.2019. na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Dražen Cuculić, dr.med.
2. Prof. dr. sc. Dražen Kovač, dr.med
3. Doc. dr. sc. Dora Fučkar, dr.med

Rad sadrži 24 stranice, 0 slika, 1 tablicu, 27 literaturnih navoda.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru izv.prof.dr.sc. Valteru Stembergi na pomoći, vremenu i savjetima potrebnima za izradu ovog diplomskog rada.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. SVRHA RADA 1

3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU 2

3.1. Ravnoteža tjelesnih tekućina 2

3.2. Regulacija tjelesnih tekućina 3

3.3. Dehidracija 4

3.3.1. Fiziološki učinci dehidracije ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2. Fizički učinak ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.3. Spoznajni učinak ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.4. Funkcija probavnog sustava 6

3.3.5. Funkcija bubrega i srčano-žilnog sustava 6

3.3.6. Znakovi i simptomi dehidracije 7

3.4. Tipovi dehidracije 8

3.4.1. Izonatremijska (izoosmolarna, izotonična) dehidracija 9

3.4.2. Hipernatremijska (hiperosmolarna,hipertonična) dehidracija 9

3.4.3. Hiponatremijska (hipoosmolarna, hipotonična) dehidracija 10

3.5. Dijagnostika dehidracije 11

3.5.1. Vanjski pregled 13

3.5.2. Unutarnji pregled 13

3.5.3. Mirkoskopski pregled 14

3.5.4. Biokemijske pretrage 14

4. RASPRAVA 17

5. ZAKLJUČAK 18

6. SAŽETAK 18

7. SUMMARY 19

8. LITERATURA 20

9. ŽIVOTOPIS 24

1. UVOD

Voda čini otprilike dvije trećine odraslog ljudskog organizma. Ona je jedna od najvažnijih sastavnica ljudskog organizma budući da se u njoj odvijaju metabolički procesi. Ima ulogu u održavanju homeostaze organizma dovođenjem hranjivih tvari, odvođenjem štetnih produkata, tjelesnom termoregulacijom te održavanjem vaskularnog volumena bitnog za funkciju svih organa u tijelu. U organizmu je tekućina podijeljena u dva odjeljka, a to su unutarstanični u kojem se nalazi dvije trećine ukupne tekućine i većina kalija te izvanstanični gdje je preostala trećina ukupne tekućine, a glavni elektrolit je natrij koji je glavni čimbenik osmolalnosti izvanstanične tekućine. (1,2)

2. SVRHA RADA

Svrha rada je objasniti način na koji u organizmu dolazi do gubitka tekućine i nastanka dehidracije. Zatim, kako dehidracija utječe na funkciju organskih sustava i koji su njezini klinički znakovi i simptomi. Naposljetku, cilj je prikazati koja je metoda najbolja kako bismo dokazali da je osoba preminula uslijed dehidracije što je ponekad jako zahtjevno.

3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

3.1. Ravnoteža tjelesnih tekućina

Tjelesne su tekućine smještene u odjeljke koji su međusobno odvojeni polupropusnim osmotskim staničnim membranama. Ti odjeljci sadrže različite koncentracije osmolita kao što su glukoza, elektroliti, karbamidi koji uvjetuju nastanak osmotske sile na membranama. Ta sila uzrokuje osmozu vode uz osmotski gradijent točnije iz odjeljka s manjom koncentracijom osmolita u odjeljak s većom koncentracijom osmolita, odnosno, niz difuzijski gradijent vode s njene veće koncentracije u područje njezine manje koncentracije. Na taj način preraspodjela tekućine u odjeljcima određena je osmotskim silama. Zbog toga je ravnoteža vode usko povezana s ravnotežom osmolita. Razlika u koncentraciji osmolita između unutarstanične i vanstanične tekućine nije uvjetovana samo pasivnom funkcijom membrane kao strukture sa porama koja slobodno propušta tvari već je ona selektivno propusna te aktivnim prebacivanjem elektrolita sudjeluje u održavanju razlike naboja i koncentracije elektrolita kroz membranu kao i u održavanju svog volumena. To aktivno prebacivanje se vrši pomoću ionskih pumpi smještenih na staničnoj membrani koje za svoj rad zahtijevaju energiju. Za održavanje ravnotežnog membranskog potencijala najzaslužnija je natrij-kalij pumpa. Trošeći energiju pohranjenu u molekuli adenozin trifosfata izbacuje 3 iona natrija u izvanstaničnu tekućinu i ubacuje 2 iona kalija u unutarstaničnu tekućinu protivno njihovim koncentracijskim gradijentima. (1, 27)

Tijekom 24 sata unos i gubitak tekućine moraju biti izjednačeni. Od ukupnog unosa koji iznosi 2 do 3 litre dnevno, 500 mililitara do 1 litru čini unos putem hrane, litru i pol unos putem pića i ostatak nastaje staničnim disanjem. Tekućina se gubi najvećim dijelom putem

bubrega (1-2 litre), zatim isparavanjem s kože (450 mililitara) i respiratorne sluznice (250-350 militara) te preko fecesa (oko 200 mililitara) (2).

Ukoliko unos i gubitak nisu izjednačeni dolazi do poremećene bilance vode koja može postati pozitivna ako je unos veći od gubitka vode ili negativna ako je gubitak vode veći od unosa. (1)

3.2. Regulacija tjelesnih tekućina

Organizam čovjeka posjeduje precizne fiziološke mehanizme održavanja homeostaze tjelesnih tekućina putem žeđi kako bi spriječio razvoj dehidracije. Održavanje ravnoteže elektrolita i tekućine zahtjeva usklađen rad receptora smještenih u raznim dijelovima tijela povezanih neurološkim putevima s hipotalamusom koji obrađuje dobivene informacije te daje naredbe ciljnim organima putem neurohormona. U preoptičkom području hipotalamusa nalaze se osmoreceptori. U slučaju smanjenog unosa tekućine povisuje se osmotski tlak plazme što znači da postoji nedostatak tekućine i da postoji veća koncentracija iona u ekstracelularnom prostoru te voda iz stanica osmozom prelazi u izvanstaničnu tekućinu i uzrokuje da se stanice “stisnu”. To “stisnuće” podražuje osmoreceptore koji putem stražnjeg režnja hipofize uzrokuju otpuštanje antidiuretskog hormona koji na razini nefrona odnosno na razini distalnih bubrežnih kanalića uzrokuje zadržavanje tekućine. Ti isti receptori uzrokuju osjet žeđi za koji je međutim potreban veći prag podražaja nego za otpuštanje antidiuretskog hormona pa je tako organizam dehidriran prije nego što toga postane svjestan. Zbog razlike u pragu podražaja unosom tekućine osjet žeđi nestane prije nego što prestane lučenje antidiuretskog hormona. U slučaju pretjeranog unosa, događa se obrnuto odnosno u

stanice ulazi veća količina vode te se inhibira osjet žeđi i lučenje antidiuretskog hormona. (1,2,3)

U slučaju da istovremeno postoji gubitak natrija i tekućine aktivira se neosmotska regulacija tjelesnih tekućina putem volumnih karotidnih receptora i receptora u lijevom atriju. Smanjenjem tlaka prestaje pritisak na karotidne receptore i receptore u lijevom atriju što uzrokuje njihovu inaktivaciju i smanjenje parasimpatičkog podraživanja središnjeg živčanog sustava. To dovodi do osjećaja žeđi, pojačanog lučenja antidiuretskog hormona i jače podražljivosti simpatikusa. Također se aktivira stvaranje renina i angiotenzina II koji direktno poodražuje centar za žeđ i pojačava lučenje antidiuretskog hormona. (1)

Glavnu ulogu u regulaciji tjelesnih tekućina ima bubreg koji preciznom regulacijom osmotskog tlaka urina odgovara na promjenu osmotskog tlaka plazme na način da u slučaju manjka tekućine štedi vodu tako što stvara urin s manje vode i više elektrolita (koncentrirani urin).(2,3)

3.3. Dehidracija

Ako se naruši ravnoteža tjelesnih tekućina te bilanca vode postane negativna govorimo o dehidraciji. Ona može nastati kod smanjenog unosa tekućine zbog poremećenog osjeta žeđi primjerice kod starijih osoba ili osoba sa psihogenim poremećajima odnosno poremećajima svijesti. Također može nastati kod povećanog gubitka tekućine uslijed bubrežnih uzroka kao što je poliurija, kod dijabetesa insipidusa ili dijabetesa mellitusa te uslijed izvanbubrežnih uzroka kao što su povraćanje, proljev, opekline, povišena tjelesna temperatura, povećana ventilacija uslijed povećanog rada.(1)

3.3.1. Učinci dehidracije na fiziološku funkciju

Svjetska zdravstvena organizacija podijelila je dehidraciju na blagu, umjerenu i tešku. Gubitak do 3% volumena tjelesnih tekućina smatra se blagom dehidracijom od 3 do 9% umjerenom dehidracijom, a gubitak od 9 do 15% i više teškom dehidracijom. Gubitak tekućine dovodi i do elektrolitskog disbalansa što utječe na rad brojnih organa te između ostalog i na rad vitalnih organa kao što su srce, mozak i bubrezi stoga gubitak tekućine iznad 15% može uzrokovati smrt uslijed poremećenog rada navedenih organa primjerice dovodi do nastanka zatajenja bubrega i razvoja šoka. (4,9,2) U daljnjem tekstu razmotriti će se uloga dehidracije na pojedine organe i organske sustave.

3.3.2. Učinci dehidracije na fizičku sposobnost

Već gubitak od 2% tjelesne mase u vidu tekućine tijekom napornog rada bitno utječe na fizičke sposobnosti. To se uvidjelo kod atletičara i vojnika koji izgube i do 6% tjelesne mase pri napornom radu. Dehidracija se očituje u smanjenoj motivaciji, izdržljivosti, povećanom umoru i poremećenoj sposobnosti termoregulacije. Kako uz rad i povišena temperatura okoline doprinosi gubitku tekućine, učinak dehidracije je veći ako se rad obavlja u toplijoj okolini. Nakon rada ili treninga rehidracija ne može adekvatno nadomjestiti nedostatak tekućine pa je organizam još nekoliko sati dehidriran što je posebno opasno kod djece koja k tome imaju i slabiji osjet žeđi. (3)

3.3.3. Učinci dehidracije na kogniciju

U nekim studijama blaga dehidracija (gubitak 3% tekućine) nije pokazala značajan učinak na kognitivne funkcije, međutim ukoliko se ona kombinira sa toplom okolinom učinak je izraženiji. Učinak dehidracije je posebno izražen u djece, mladih odraslih i starijih osoba te uzrokuje poremećaj koncentracije, budnosti, kratkotrajnog pamćenja i percepcije. Također dehidracija uzrokuje halucinacije, smetenost, epilepsije, vrtoglavice, anksioznost te je rizični čimbenik za razvoj delirija. (3,4,9)

3.3.4. Funkcija probavnog sustava

Najveći se dio unesene tekućine apsorbira u tankom crijevu, dok se manji dio apsorbira u debelom crijevu. Smatra se da dehidracija može uzrokovati konstipaciju pa se osobama preporučuje uzimati veće dnevne količine tekućine te je dokazano da to ublažuje simptome konstipacije u hipohidriranih osoba, ali ne u i normalno hidriranih.(3)

3.3.5. Funkcija bubrega i srčano-žilnog sustava

Budući da je bubregu za uklanjanje produkata metabolizma putem urina potrebna tekućina, u stanjima dehidracije uklanjanje je otežano. Minimalna količina tekućine potrebna za filtraciju ovisi o koncentraciji metabolita. Uslijed manje količine tekućine otežano je uklanjanje povećane koncentracije produkata metabolizma. Također, u dehidriranom organizmu krv postaje gušća i viskoznija te smanjenog volumena zbog čega se smanjuje udarni volumen. Povećava se frekvencija srca što znači da srce pojačano radi kako bi pokretalo manju

količinu krvi. Naposljetku se smanjuje srčani minutni volumen što može dovesti do kardiogenog šoka. (3,4,14)

3.3.6. Znakovi i simptomi dehidracije

Neposredni i očiti znakovi dehidracije su pojačan osjet žeđi, smanjeno mokrenje i mokrenje male količine koncentriranog, tamnožutog urina kao i izbrazdan jezik. Tijekom fizikalnog pregleda potrebno je procjeniti stupanj odnosno pokušati odrediti količinu izgubljene tekućine što je lakše ako se zna težina osobe prije nastupa bolesti koja je dovela do dehidracije. Kako će biti u procjeni dehidracije napomenuto, akutni gubitak težine više od 2% na dan se odnosi na količinu izgubljene tekućine. Simptomi su podijeljeni ovisno u stupnju dehidracije te su tako navedeni i u tablici radi lakše preglednosti. Kronična dehidracija se javlja u ljudi koji borave u toploj okolini primjerice na radnom mjestu u metalnoj industriji. (2,4,8,10)

Tablica 1 Znakovi dehidracije ovisno o stupnju (2,4,8,10)

Blaga do umjerena dehidracija	**Teška dehidracija**	**Kronična dehidracija**
Suhe, ljepljive sluznice	Jaka žeđ	Konstipacija
Umor, uspavanost, malaksalost	Razdražljivost, zubnjenost	Urolitijaza
Žeđ	Jako suhe sluznice	Infekcija

		urinarnog trakta
Smanjeno mokrenje	Nemogućnost znojenja	Karcinom mokraćnog mjehura
Plakanje bez suza	Slabo do izostalo mokrenje	
Slabost	Upale oči, pogled zalazećeg sunca	
Glavobolja	Smanjen turgor kože, usporeno kapilarno punjenje	
Vrtoglavica	Uvučene fontanele u dojenčadi	
Podočnjaci	Smanjeni krvni tlak, povećana frekvencija srca, groznica, delirij, gubitak svijesti do kome, abdominalni grčevi, konvulzije,hladne okrajine	

Teški slučajevi dehidracije mogu dovesti do infarkta miokarda, hipertenzije, akutnog zatajenja bubrega i intrakranijalnog krvarenja. Kronična dehidracija može dovesti do nastanka karcinoma mokraćnog mjehura budući da nema mokraće koja bi razrijedila i brzo uklonila karcinogene dospjele u mokraćni mjehur te je time omogućen duži kontakt kancerogena i epitela. (4)

3.4. Tipovi dehidracije

U dehidraciji se osim gubitka tekućine u pravilu javlja i gubitak elektrolita kao što su natrij, kalij i klor od kojih je najbitniji natrij koji je nositelj osmolalnosti. Međutim, gubitak elektrolita je u većini slučajeva proporcionalan sa gubitkom vode te je njihova koncentracija u plazmi u konačnici u granicama normale. Koncentracija natrija u serumu iznosi oko 140 mmol/L, a koncentracija kalija oko 4 mmol/L. Ukoliko postoji neravnoteža u gubitku

tekućine i elektrolita javljaju se različiti tipovi dehidracija. Koji tip dehidracije će se javiti ovisi o uzroku koji je doveo do dehidracije, putu kojim se tekućina i elektroliti gube te adaptacijskim mehanizmima koji reguliraju volumen tjelesnih tekućina. Na primjer vrućica će znojenjem uzrokovati veći gubitak tekućine nego elektrolita ili će primjerice povraćanje ili proljev putem gastrointestinalnog trakta uzrokovati proporcionalan gubitak i tekućine i elektrolita. Ovisno o koncentraciji elektrolita u tjelesnim tekućinama postoje 3 tipa dehidracija. (2,6,10,11)

3.4.1. Izonatremijska (izoosmolarna, izotonična) dehidracija

Ovo je najčešći tip dehidracije, otprilike 80%, u kojem je gubitak tekućine i elektrolita ujednačen te koncentracija natrija u serumu iznosi između 130 i 150 mmol/L. Većinom nastaje uslijed blage do umjerene dehidracije gdje su kompenzatorni mehanizmi, raspravljeni u poglavlju o regulaciji tjelesnih tekućina, očuvani. Ti mehanizmi omogućavaju da je unatoč povećanom gubitku i elektrolita i tekućine njihova ravnoteža očuvana. Zbog toga je osmotski tlak očuvan te cjelokupni volumen izgubljene tekućine otpada na izvanstaničnu tekućinu. Najčešći uzroci su proljev, povraćanje i krvarenje zatim kronični pijelonefritis, hiperkalcemija. (2,10,11,12)

3.4.2. Hipernatremijska (hiperosmolarna,hipertonična) dehidracija

Javlja se ukoliko postoji neproporcionalan gubitak tekućine i elektrolita odnosno ukoliko je gubitak tekućine veći od gubitka elektrolita tako da je koncentracija serumskog natrija naposljetku veća od 150 mmol/L. U djece se obično javlja uslijed vrućice i nedovoljno razvijene funkcije bubrega koji bi kompenzirao gubitak tekućine tako da u što manjem volumenu mokraće izluči što veću koncentraciju elektrolita. Kod odraslih se javlja uslijed povraćanja, proljeva, osmotske diureze, kao rezultat zatajenja kompenzacijskih mehanizama.

Kako je u serumu povećana koncentracija elektrolita raste osmotski tlak te tekućina iz stanica prelazi u izvanstaničnu tekućinu tako da je gubitak unutarstanične tekućine relativno veći nego gubitak izvanstanične. Kako su neuroni posebno osjetljivi na gubitak tekućine kao simptomi unutarstanične dehidracije se javljaju konvulzije i poremećaji stanja svijesti kao što su sopor i koma. Također može doći do ruptura premosnih vena na mozgu, intrakranijalnog krvarenja i tromboze duralnih sinusa. Zbog svega navedenog mortalitet je u takvih osoba vrlo visok. Međutim, takvi pacijenti se na pregledu čine boljeg stanja nego što zaista jesu te je teško posumnjati da su vitalno ugrožene osobe. Takvo prividno bolje stanje pacijenta nastaje zbog toga što se izvanstanična tekućina (vaskularna) nadoknađuje iz unutarstanične te su takve osobe kardiovaskularno komepnzirane. Ovaj se tip dehidracije najčešće nalazi kod zanemarivanih osoba kao i u sklopu nasilnog žeđanja (sitis violenta). (2,4,6,10,11,13,14)

3.4.3. Hiponatremijska (hipoosmolarna, hipotonična) dehidracija

Nastaje kada se izgubljena tekućina, najčešće gastrointestinalnim putem, nadomješta tekućinom koja sadrži manju koncentraciju elektrolita od izgubljene tekućine. Pri tome je koncentracija serumskog natrija manja od 130 mmol/L. Obično se kao nadomjesna tekućina daju čista voda, čaj ili različiti sokovi. Kako se gubi tekućina (i u većoj mjeri elektroliti) luči se antidiuretski hormon koji reapsorbira vodu te uzrokuje diluciju natrija u serumu. To dovodi do smanjene osmolalnosti plazme uslijed čega tekućina iz izvanstaničnog prostora prelazi u unutarstanični. Kao posljedica, gubitak izvanstanične tekućine je izrazito velik dok je volumen unutarstanične tekućine relativno povećan. Zbog toga se simptomi nedostatka izvanstanične tekućine razvijaju brže i izraženiji su, ponajprije kao posljedica zatajenja cirkulacije i nastanka hipovolemijskog šoka. Ovaj tip dehidracije se javlja kod

adrenogenitalnog sindroma, adrenalne insuficijencije, cistične fibroze, cerebranog gubitka soli uslijed ozljede glave, meningoencefalitisa ili primjenom diuretika Henleove petlje. (2,10,11,14)

3.5. Dijagnostika dehidracije

U određivanju dehidracije organizma koriste se subjekivni, objektivni i laboratorijski pokazatelji. Najpouzdaniji su laboratorijski kojima određujemo osmolalnost seruma i urina, hematokrit te koncentraciju natrija, uree i dušika, dok su subjektivni najmanje pouzdani, ali najbrži i najjeftiniji pokazatelji. U njih ubrajamo turgor kože, procjenu žeđi te vlažnost sluznica. Objektivni pokazatelji uključuju određivanje tjelesne težine, mjerenje unosa i gubitka tekućine, broj stolica i vitalne parametre. Nagli gubitak ili dobivanje na težini u roku od nekoliko sati ili dana se objašnjava gubitkom vode ili dobitkom gdje je 1g tjelesne težine jednak 1mL vode. Serumska osmolarnost je najprimjenjivaniji parametar, međutim i prije promjene serumske osmolarnost i hematokrita doći će do promjene urinskih parametara. To se događa jer su osmolarnost i hematokrit potrebni za održavanje hemodinamske stabilnosti pa je za njihovu promjenu potreban veći stupanj gubitka tekućine. U mokraći se određuje njezina osmolalnost, specifična težina , 24 satni volumen, boja, temperatura, pH i koncentracija natrija i kalija. Ona sadrži pigment urobilin koji joj daje žutu boju te ovisno o količini mokraće nijanse se kreću od svjetlijih do tamnijih. Ako plazma sadrži više tekućine, bubreg će izlučivati više vode te će se razrijediti koncentracija urobilina i mokraća će biti svjetlije žuta. U suprotnom, ako plazma sadrži manje tekućine, bubreg će nastojati sačuvati vodu te će izlučivati manje količine urina koji će imati veću koncentraciju urobilina te će takva mokraća biti tamno žuta. Kako boja korelira sa osmolalnošću urina i njegovom specifičnom težinom, a dostupna nam je golim okom, najčešće se koristi u praksi. Odredi se

boja urina te se uspoređuje ljestvicom od 8 boja od svjetložute to tamno žute koja nam govori o stupnju hidriranosti organizma, gdje prve 3 svjetlije boje označavaju urednu hidraciju.(2,4,5)

Smrt uslijed dehidracije se najčešće pojavljuje kod starijih osoba i zanemarivane djece budući da su to dobne skupine koje su ovisne o tuđoj pomoći, a vrlo rijetko se susreće kod mladih odraslih ljudi. Ako se susreće kod mladih odraslih ljudi onda je to često u osoba koje boluju od psihičkih poremećaja koji remete osjet žeđi (shizofrenija) ili kod osoba smještenih u zatvoru kojima se uslijed nedoličnog ponašanja (poplavljivanja prostorije vodom iz slavine) privremeno obustavi dotok vode. Ukoliko postoji kombinacija psihičkog poremećaja koji smanjuje osjet žeđi i nedoličnog ponašanja prilikom kojega se na neko vrijeme obustavi dotok vode, osoba niti tijekom vremena u kojem ima pristup vodi neće piti te će tako s velikom vjerojatnošću uzrok smrti biti dehidracija. Osjet žeđi je jedan od najjačih nagona pa je smrt uslijed dehidracije bolna i mukotrpna te obično nastupa unutar 3-4 dana. Dijagnoza smrti nastale uslijed dehidracije je zahtjevna za postavljanje, pogotovo ako nisu poznati događaji koji su prethodili smrti. Niti obdukcijski niti klinički pokazatelji dehidracije nisu dovoljno specifični kako bi se sa sigurnošću postavila dehidracija kao uzrok smrti, zbog čega je potrebno napraviti sveobuhvatnu dijagnostiku. (6,9,24)

Ona se sastoji od detaljne analize antemortalnih i postmortalnih podataka. Antemortalni podaci daju informacije o okolnostima koje su se odvijale prije smrti, o bolestima od kojih je pacijent bolovao, o fizikalnom statusu i lijekovima koje je koristio. Uz to, antemortalni podaci otkrivaju radi li se o maloj djeci, starijim osobama ili intelektualno zaostalima kao i o psihički bolesnim osobama. Takve osobe su najčešće ovisne o drugima te smrt nastaje uslijed njihovog zanemarivanja. Nadalje, saznaje se je li smrti prethodilo povraćanje i proljevi

uslijed gastroenteritisa ili je smrt bila uzrokovana voljnim ne pijenjem vode što je vrlo rijetko budući da je nagon za pijenjem iznimno jak, ili je možda je osoba bila oteta te nije dobivala hrane i vode kako bi se prije dobila otkupnina. Također, saznaje se je li smrti prethodila veća katastrofa kao što su potresi ili uragani koji dovode do zarobljavanja osoba ispod ruševina i nemogućnosti dobivanja vode ili se osoba izgubila na otvorenom moru, pustinji, šumi, planini gdje također nije imala pristup vodi. U medicinskoj arhivi možemo naći informacije o kliničkim simptomima i znakovima koje je imao pacijent prije smrti. Oni nisu dovoljno specifični niti osjetljivi međutim postoje 3 znaka koja sa velikom vjerojatnošću ukazuju da se radilo o dehidraciji, a to su smanjeni turgor, smanjena periferna perfuzija (usporen kapilari povrat krvi) i acidotično disanje. (6,9,16,24,23)

Ostale podatke dobivamo provođenjem obdukcije koja se sastoji od vanjskog i unutarnjeg pregleda te pomoću dodatnih pretraga kao što su radiološke, toksikološke, patohistološke, biokemijske, mikroskopske i enzimske pretrage. Najveći značaj u postavljanju dijagnoze imaju biokemijske pretrage. (9,22,23)

3.5.1. Vanjski pregled

Prvo se gleda visina i težina pacijenta koje se može usporediti s antemortalnim podacima i vidjeti promjena. Zatim se gledaju očiti znakovi dehidracije koji ne moraju biti prisutni. To su suha i naborana koža, oslabljen turgor, zategnuta koža lica i upale oči odnosno smanjene očne jabučice, suha kosa i suh, izbrazdan i obložen jezik te izbočena rebra i suhe konjunktive. (9,21,22,23,24)

3.5.2. Unutarnji pregled

Prilikom unutarnjeg pregleda prvo se može uočiti smanjena količina potkožnog masnog tkiva (kod kombiniranog izgladnjivanja i žeđanja), zatim suhe serozne ovojnice bez sjaja jer

nestaje i film tekućine koji oblaže virtualne šupljine. Zbog gubitka tekućeg dijela krvi ona je zamjetno gušća i viskoznija odnosno koagulirana u velikim krvnim žilama i srcu. Također uočava se smanjeni volumen i težina organa koji se uspoređuju sa standradnim tablicama za dob i spol. Volumen slobodne tekućine u šupljinama i šupljim organima je smanjen. U mokraćnom mjehuru se nađe smanjena količina mutne tamnožute do smeđe mokraće kao znak pojačano koncentrirane mokraće. Crijeva su stanjena i puna plinova. Feces u crijevima je toliko zgusnut da je tvrd poput kamena te nastaje više fekolita koji mogu dovesti do ulceracija crijevne sluznice, najčešće u području kolona. Ovi znakovi također ne moraju uvijek biti prisutni.(9,15,21,23,24)

3.5.3. Mirkoskopski pregled

Patohistološkom analizom mogu se uočiti promjene na organima kao što su srce, pluća, bubrezi, nadbubrežne žlijezde, jetra ili mozak. Gubitkom unutarstanične tekućine javlja se hidropska degeneracija koja se očituje slabijom imbibicijom citoplazme koja se u preparatu blijedo boji ili ostaje neobojena ovisno o intenzitetu promjene. Gubitak kalija očituje se promjenama na preparatu miokarda u vidu sitnih nekroza s leukocitnom infiltracijom i vezivnim pretvaranjem. Ove promjene nisu postmortalno pouzdani znak antemortalne dehidracije jer gotovo istovjetne promjene mogu nastati i uslijed autolize. (9,26)

3.5.4. Biokemijske pretrage

Biokemijske pretrage su najbitnije u postavljanju dijagnoze. U serumu žive osobe se analiziraju urea, kreatinin, deficit baza, bikarbonati, glukoza, hemoglobin, hematokrit, lipidi, proteini i elektroliti (natrij, kalij, klor).

Razina serumske ureje je povišena zbog smanjene perfuzije bubrega i s toga smanjene glomelurane filtracije, a dijelom i zbog njene povećane reapsorpcije koju potiče antidiuretski

hormon. Taj podatak o reapsorpciji koju potiče antidiuretski hormon se koristi u razlikovanju dehidracije koja je posljedica dijabetesa insipidusa ili drugih razloga. Zbog insuficijencije antidiuretskog hormona smanjena je reapsorpcija ureje te je njezina koncentracija u serumu manja nego u ostalim uzrocima dehidracije. Zbog smanjene glomerularne filtracije raste i razina kreatinina u serumu međutim on je, za razliku od ureje koja ima veliku specifičnost za dehidraciju, nepouzdan marker. Smanjena perfuzija organa dovodi do porasta organskih kiselina (laktata) koji smanjuju pH seruma. Kako bi se sniženi pH neutralizirao, troše se baze (bikarbonati). Zbog toga je snižena razina bikarbonata i deficita baza. Vrijednost ureje iznad 100 mg/dl, kreatinina iznad 0.9mg/dl te bikarbonata ispod 18 mmol/L su markeri koji s velikom specifičnošću ukazuju na tešku dehidraciju. Zbog hemokoncentracije povišena je razina glukoze, hemoglobina i hematokrita. Povišena je razina kolesterola i proteina. Koncentracija elektrolita ovisi o tipu dehidracije te raste u hipertoničnoj, normalna je u izotoničnoj i pada u hipotoničnoj dehidraciji. (6,7,18,19,20)

Postmortalno serum postaje manje pogodan za analizu zbog promjena koje se u njemu javljaju. Te promjene uzorkuju raspadanje krvnih stanica i mijenjanje koncentracije analita koji se istražuju, zbog toga je analizom seruma teško zaključiti o promjenama koje su se događale u organizmu prije smrti. Analiza seruma je pogodna za laboratorijsku analizu žive osobe međutim kod mrtvih osoba koristimo uzorke koji su nam klinički nedostupni ili teže dostupni kao što su staklovina, cerebrospinalni likvor, perikardijalna i sinovijalna tekućina. Od navedenih uzoraka najčešće se koristi staklovina zbog slijedećih razloga. Mehanički je zaštićena orbitom, manje je podložna putrefakciji od seruma, ne sadrži krvne žile, lako je dostupna te se artefakti dobiveni uzorkovanjem lako prepoznaju. Ona je metabolički sporije aktivna u odnosu na serum, sastoji se 99% od vode, u odnosu je sa očnom vodicom i retinom

te sudjeluje u izmjeni tvari između krvi i nje. Zaštićena je od krvi putem dvije barijere. Jedna barijera odvaja krv i očnu vodicu, a kako je difuzija između očne vodice i staklovine neometana tako je staklovina posredno zaštićena. Druga barijera se nalazi između krvi i retinalnih stanica te i ta barijera posredno štiti staklovinu. Zahvaljujući krvno-očnim barijerama staklovina iznimno selektivno propušta tvari iz krvi. Tvari pretežno u staklovinu ulaze na njezinoj prednjoj polovici preko barijere između očne vodice i krvi, a iz staklovine izlaze u krv na njezinoj stražnjoj polovici preko barijere između retine i krvi. Barijera između očne vodice i krvi je propusna za tvari male molekularne mase kao što su elektroliti (natrij, kalij, klor), aceton, urea, laktati, glukoza te njihova količina u očnoj vodici dobro odražava njihovo stanje u serumu. Za razliku od te barijere, barijera između retine i krvi je slabije propusna, čak i za molekule male molekularne težine, te je njihov prijelaz iz staklovine u krv puno sporiji. Zbog toga se promjene u krvi puno sporije odražavaju na staklovini te je to čini idealnim uzorkom za postmortalnu biokemijsku analizu. Na temelju toga možemo pretpostaviti kakva je koncentracija analita bila u krvi prije smrti. Za razliku od ostalih tvari koje je bolje analizirati u staklovini, alkohol i lijekovi slabo prodiru kroz barijere te je njih bolje analizirati u serumu. Budući da se promjene događaju i u staklovini, međutim puno sporije nego u krvi, potrebno je znati dinamiku analita u njoj nakon smrti. Obično se radi panel od 6 testova koji uključuju natrij, kalij, klor, ureu, kreatinin i glukozu. Zbog aktivnosti stanica staklovine, glukoza u njoj nakon 24 sata od smrti pada na polovicu vrijednosti koje je imala u krvi i ostaje stabilna. Na temelju toga može se zaključiti da je glukoza u krvi antemortalno bila u dvostruko većoj koncentraciji. Zbog nekroze stanica razina kalija u krvi eksponencijalno raste te otprilike nakon tjedan dana dosegne vrhunac koji je znak izjednačavanja unutarstaničnog i vanstaničnog kalija pa se koristi za procjenjivanje vremena

smrti. Nakon smrti u staklovini su vrijednosti ureje i kreatinina kao i vrijednosti lipida i proteina, stabilne. Koncentracija natrija i klora sporo opada zbog njihove difuzije u okolne stanice. Razina natrija dobro korelira sa antemortalnom razinom, međutim uvijek se mora analizirati zajedno sa postmortalnom razinom kalija. Analizom staklovine, na hipernatremijsku dehidraciju ukazuje vrijednost natrija veća od 155 mmol/L, klora više od 135 mmol/L i ureje veća od 40 mg/dl. Ukoliko se nađu navedene vrijednosti, može se pretpostaviti da su antemortalne vrijednosti u serumu bile još i veće te se sa velikom sigurnošću može postaviti dijagnoza dehidracije. Na hipoosmolarnu dehidraciju ukazuju snižene vrijednosti natrija ispod 130 mmol/L i klora te povišena vrijednost ureje. Dijagnoza dehidracije se može previdjeti ukoliko je nastupila brzo te vrijednosti elektrolita u staklovini ne moraju biti promijenjene. (6,7,17,25)

4. RASPRAVA

Dehidracija nastaje uslijed smanjenog unosa ili povećanog gubitka tekućine. Smrt uslijed dehidracije nastaje zbog komplikacija koje uzrokuje kao što su infarkt mikarda, akutno zatajenje bubrega i intrakranijalno krvarenje. Od sudskomedicinskog značaja je da se obično javlja u osoba koje su većinom ovisne o pomoći drugih osoba kao što su djeca, starije osobe i psihički bolesnici. Nerijetko se nalazi prilikom utvrđivanja smrti u psihičkih bolesnika smještenih u zatvoru. Uzroci dehidracije mogu biti voljni (kod psihičkih bolesnika), homicidalni zbog zanemarivanja osoba ovisnih o pomoći drugima i slučajni uslijed katastrofa kao što su potresi, brodolomi, uragani. Ovisno o koncentraciji natrija razlikuje se izoosmolarna, hiperosmolarna i hipoosmolarna dehidracija. Utvrđivanje smrti uslijed dehidracije postavlja se na temelju antemortalnih i postmortalnih podataka. Obdukcijom se uočavaju klinički simptomi i znakovi dehidracije, međutim oni su nespecifični te se

kombiniraju sa laboratorijskim pokazateljima. Utvrđivanje uzroka smrti uslijed dehidracije je iznimno teško ako nisu poznati događaji koji su prethodili smrti. Zbog toga utvrđivanje okolnosti slučaja ima bitnu ulogu u utvrđivanju uzroka smrti uslijed dehidracije. Biokemijske pretrage zajedno sa antemortalnim podacima su najsigurniji dokaz da je smrt nastala uslijed dehidracije. Serum je nakon smrti podložan putrefakciji i promjeni koncentracije ciljanih analita kao što su urea, kreatinin, bikarbonati, glukoza, hemoglobin, hematokrit, lipidi, proteini i elektroliti (natrij, kalij, klor) te je njih najsigurnije analizirati u staklovini. Razlog tome je krvno-očna barijera koja uzrokuje da se nagle promjene u krvi ne odraze na promjene u staklovini. Zbog toga i zbog svoje lake pristupačnosti staklovina je idealni uzorak za biokemijsku analizu. Na temelju poznavanja dinamike analita u staklovini mogu se procjeniti kakve su se koncentracije analita nalazile u serumu prije smrti. Ukoliko se pronađu povišene vrijednosti u staklovini, može se pretpostaviti da su vrijednosti u serumu bile još veće. Vrijednost natrija veća od 155 mmol/L, klora više od 135 mmol/L i ureje veća od 40 mg/dl ukazuje na hiperosmolarnu, a snižena vrijednost natrija ispod 130 mmol/L i klora te povišena vrijednost ureje na hipoosmolarnu dehidraciju.

5. ZAKLJUČAK

Za utvrđivanje smrti uslijed dehidracije najvažniju ulogu imaju antemortalni podaci koji nam govore o događajima koji su prethodili smrti i postmortalna biokemijska analiza uzorka staklovine.

6. SAŽETAK

Voda čini otprilike dvije trećine ljudskog organizma. Podijeljena je na unutarstaničnu tekućinu u kojoj je glavni elektrolit kalij i izvanstaničnu u kojoj je glavni elektrolit natrij. Glavnu ulogu u regulaciji tjelesnih tekućina ima bubreg koji preciznom regulacijom

osmotskog tlaka urina odgovara na promjenu osmotskog tlaka plazme. Ako se naruši ravnoteža tjelesnih tekućina te bilanca vode postane negativna govorimo o dehidraciji. Gubitak do 3% volumena tjelesnih tekućina smatra se blagom dehidracijom od 3 do 9% umjerenom dehidracijom, a gubitak od 9 do 15% i više teškom dehidracijom. U dehidraciji se osim gubitka tekućine u pravilu javlja i gubitak elektrolita te se ovisno o gubitku natrija razlikuje se hipertonična, hipotonična i izotonična dehidracija. Smrt uslijed dehidracije nastaje zbog komplikacija koje uzrokuje kao što su infarkt mikarda, akutno zatajenje bubrega i intrakranijalno krvarenje. Utvrđivanje smrti uslijed dehidracije postavlja se na temelju antemortalnih i postmortalnih podataka. Za utvrđivanje smrti uslijed dehidracije najveću ulogu imaju antemortalni podaci koji nam govore o događajima koji su prethodili smrti i postmortalna biokemijska analiza uzorka staklovine.

Ključne riječi: dehidracija, postmortalna biokemija, staklovina

7. SUMMARY

Two-thirds of body weight is made of water. It's divided within intracellular space and extracellular space in which main electrolytes are potassium and sodium, respectively. Kidneys are the main regulators of body fluids whereas they respond to plasma osmolarity change with alteration in urin osmolarity. If the homeostasis of body fluids is disturbed and water bilance gets negative, we talk about dehidration. Loss of 3% of body fluids is considered mild dehydration whilst 3-9% moderate dehydration and loss of 9-15% severe dehydration. Except water loss, dehydration is also accompanied by electrolyte imbalance. Depending on high, low or normal plasma sodium concentration it differs hipertonic, hipotonic and isotonic dehydration, respectively. Death from dehydration is caused by complications such as myocardial infarction, intracranial bleeding and acute renal failure.

Determining death due to dehydration is made using antemortem and postmortem information. The biggest part in dehydration diagnosis have antemortem data which give information about events preceding death and postmortem biochemical analysis of vitreous fluid.

Keywords: dehydration, postmortem chemistry, vitreous

8. LITERATURA

1. Gamulin S, Marušić M, Kovač Z. Patofiziologija. 7. izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2011.
2. Constant F, Jéquier E. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. European Journal of Clinical Nutrition 64, 115-123 (2010) Dostupno na: https://www.nature.com/articles/ejcn2009111
3. Barry M. Popkin, Kristen E. D'Anci, and Irwin H. Rosenberg. Water, Hydration and Health. Nutr Rev. 2010 Aug; 68(8): 439–458.doi: 10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2908954/
4. Powell S, Bethea D. Dehydration review. HSL HARPUR HILL, BUXTON, Dostupno na: http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2005/hsl0529.pdf
5. S M Shirreffs. Markers of hydration status. European Journal of Clinical Nutrition volume 57, pages S6–S9 (2003). Dostupno na: https://www.nature.com/articles/1601895

6. Dolinak D, Matshes E, Lew E. Forensic pathology, principles and practice. Elsevier academic press; 2005. Dostupno na: https://books.google.hr/books?id=JdtgE0eHTL4C&pg=PA359&lpg=PA359&dq=dehydration+pathology&source=bl&ots=Tfi9rZTRo8&sig=BML9TTJWs_0Sk9RZGTY66EnM_iI&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwiAlMO418DeAhUJMewKHV_sBmM4ChDoATACegQIBxAB#v=onepage&q&f=false
7. Waters B. Handbook of Autopsy Practice. Fourth edition. Humana press; 2009. Dostupno na: https://books.google.hr/books?id=JN4DJu_pzoMC&pg=PA91&lpg=PA91&dq=Madea+B,+Lachenmeier+DW.+Postmortem+diagnosis+of+hypertonic+dehydration&source=bl&ots=0ads59M8G5&sig=gulLCRxVcYG27NsGLC5gEOfiUVo&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwixppCVxPfeAhWRqaQKHcBIC2EQ6AEwBHoECAYQAQ#v=onepage&q&f=false
8. Vanover J. The Fatal Four: Exactly How Dangerous Is Dehydration. Dostupno na: https://www.relias.com/blog/the-fatal-four-how-dangerous-is-dehydration
9. Zilg B. A Case of Fatal Dehydration During Police Custody. J Forensic Sci, 2018 doi: 10.1111/1556-4029.13932. Dostupno na: www.onlinelibrary.wiley.com
10. Mardešić D. i sur. Pedijatrija. 8. prerađeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Školska knjiga; 2016.
11. Piecuch S. Fluid and Electrolyte Therapy in the Pediatric Patient. Dostupno na: https://slideplayer.com/slide/3452017/
12. Bahlmann J, Brod J (eds): Disturbances of Water and Electrolyte Metabolism. 7th Symposium on Nephrology, Hannover, June 1979. Contrib Nephrol. Basel, Karger,

1980, vol 21, pp 55-61. Dostupno na: https://www.karger.com/Article/Abstract/385247

13. MacPhee Ian W. Hypertonic Dehydration. Br Med J. 1955 Sep 3; 2(4939): 596–598. Dostupno na: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1980716/?page=1
14. Powers S. K. Dehydration: Isonatremic, Hyponatremic, and Hypernatremic Recognition and Management. Dostupno na: https://renaissance.stonybrookmedicine.edu/system/files/2015%20dehydration%20PIR.pdf
15. Damjanov I. Seiwerth S. Jukić S. Nola M. Patologija. 4. prerađeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2014.
16. Sari, Suprawita & , Supriatmo & L. Margaretha, S & Nafianti, S & Hasibuan, B & B. Sinuhaji, A. (2005). Evaluation of WHO Criteria to Determine Degree of Dehydration in Children with Acute Diarrhea. Paediatrica Indonesiana. 45. 10.14238/pi45.2.2005.76-80. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/44389825_Evaluation_of_WHO_Criteria_to_Determine_Degree_of_Dehydration_in_Children_with_Acute_Diarrhea
17. R Thomas, David & R Cote, Todd & Lawhorne, Larry & A Levenson, Steven & Rubenstein, Laurence & A Smith, David & Stefanacci, Richard & G Tangalos, Eric & Morley, John. (2008). Understanding Clinical Dehydration and Its Treatment. Journal of the American Medical Directors Association. 9. 292-301. 10.1016/j.jamda.2008.03.006. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/44389825_Evaluation_of_WHO_Criteria_to_Determine_Degree_of_Dehydration_in_Children_with_Acute_Diarrhea

18. Masood Ashraf M. Rustam R. Effect of dehydration on blood tests. Practical Diabetes Vol. 34 No. 5 Dostupno na: https://www.practicaldiabetes.com/article/effect-dehydration-blood-tests-2/
19. Malaki M. Clinical versus laboratory for estimating of dehydration severity. Dostupno na: http://www.atmph.org/citation.asp?issn=1755-6783;year=2012;volume=5;issue=6;spage=559;epage=562;aulast=Malaki;aid=AnnTropMedPublicHealth_2012_5_6_559_109262
20. R Shaoul, N Okev, A Tamir, A Lanir and M Jaffe. Value of laboratory studies in assessment of dehydration in children. Ann Clin Biochem 2004; 41: 192–196. Dostupno na: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1258/000456304323019541
21. Knight B. Saukko P. Knight's Forensic Pathology. Third Edition. 2004 Edward Arnold (Publishers) Ltd. Dostupno na: https://www.inventati.org/sabotage/images/6/6e/7856e6154d66b52cc0886ea3b75767d3.pdf
22. Jason Payne-James. Richard Jones. Steven B Karch. John Manlove. Simpson's Forensic Medicine. 13th Edition. 2011 Hodder & Stoughton Ltd. Dostupno na: https://scm2016.files.wordpress.com/2014/05/simpson-forensic-medicine.pdf
23. Rajesh Bardale. Principles of Forensic Medicine and Toxicology. 2011, Jaypee Brothers Medical Publisher. Dostupno na: https://medfreecon.files.wordpress.com/2018/04/principles-of-forensic-medicine-and-toxicology.pdf

24. Krishan Vij. Textbook of Forensic Medicine Forensic Medicine and Toxicology Principles and Practice. Fifth Edition. 2011 Elsevier. Dostupno na: https://www.chmpem.com/pdf/TextbookForensicMedicineToxicology5Ed.pdf
25. Zilg, Brita. (2015). Postmortem analyses of vitreous fluid. 10.13140/RG.2.1.3851.6248. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/292629244_Postmortem_analyses_of_vitreous_fluid
26. Bunarević A. Patologija. Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada; 1979.
27. Guyton, Hall. Medicinska fiziologija. Trinaesto izdanje.Zagreb: Medicinska naklada 2017.

9. ŽIVOTOPIS

Krešimir Vido rođen je 21.10.1994 u Rijeci. Osnovnu školu upisuje 2001. godine u gradu Krku. Usporedno pohađa i osnovnu glazbenu školu. Obje osnovne škole završava 2009. godine. Iste godine upisuje opću gimnaziju u srednjoj školi Hrvatski kralj Zvonimir u Krku. Maturira 2013. godine kao učenik generacije. Akademske godine 2013./2014. upisuje integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Medicina kao redovan student. Tijekom studija dobiva više Dekanovih nagrada za uspjeh.