

RAVNOTEŽA VODE, ELEKTROLITA I ACIDOBAZNOG STATUSA NOVOROĐENČETA

VESNA BENJAK*

Poznavanje prometa vode i elektrolita kao i razumijevanje poremećaja acidobaznog statusa novorođenčadi od velikog je značaja u njihovom liječenju. Za održavanje stabilne homeostaze valja razumjeti fiziologiju novorođenčeta i nedonoščeta, promjene sastavnica organizma ovisno o gestacijskoj i kronološkoj dobi te tjelesnoj masi, znati njihove dnevne potrebe, fiziološke i patološke gubitke te mogućnosti nadoknade. Zbog izrazito uskih granica tolerancije, ponekad je teško razlučiti radi li se o primarnom ili jatrogenom poremećaju (perzistentni arterijski duktus, nekrotizirajući enterokolitis itd.). Brižno praćenje prometa i bilance vode i elektrolita, kao i acidobaznog statusa novorođenčadi/nedonoščadi zasigurno bitno doprinosi njihovom boljem proživljavanju i boljem konačnom ishodu.

Deskriptori: NOVOROĐENČE, RAVNOTEŽA VODE, ELEKTROLITI, ACIDOBAZNA RAVNOTEŽA

GRAĐA FETUSA I NOVOROĐENČETA

Osnovni princip ravnoteže vode i elektrolita temelji se na činjenici da se ukupni volumen tjelesne tekućine dijeli na dva odjeljka, odnosno intracelularnu tekućinu (ICT) i ekstracelularnu tekućinu (ECT). Ekstracelularnu tekućinu (ECT) sačinjavaju plazma i limfa kao dio intravaskularnog volumena + intersticijska tekućina.

Promjena volumena tjelesne vode tijekom rasta

U ranom fetalnom razvoju gotovo ukupni dio tjelesne mase čini voda. Za vrijeme trećeg mjeseca fetalnog razvoja 94% sastava tijela otpada na vodu. Što je gestacijska dob veća, udio vode se smanjuje. Promjene u postotku vode

odnose se i na promjene odnosa intra i ekstracelularne tekućine.

- Novorođenčad se rađa s velikim udjelom ukupnog volumena tjelesne vode, (prvenstveno se to odnosi na ECT), koji se smanjuje tijekom života;
- u odraslog ukupni udio vode je 60% (20% ECT i 40% ICT);
- u terminskog novorođenčeta ukupni udio vode je 75% (40% ECT i 35% ICT); obično dolazi do gubitaka težine u prvih tjedan dana života od 5-10%;
- nedonoščad ima veći udio vode (u 23. tjednu gestacije udio vode je 90%, od čega na ECT otpada 60%, a na ICT 30%), a gubici na tjelesnoj težini u prvim tjednima mogu iznositi od 5-15%.

tekućine smanjuje na oko 40% tjelesne mase. Poslije je smanjivanje ekstracelularne tekućine puno sporije, tako da u dobi od 12 mjeseci samo oko 25% mase otpada na ekstracelularnu tekućinu, a u odrasloj dobi još samo 20% (1).

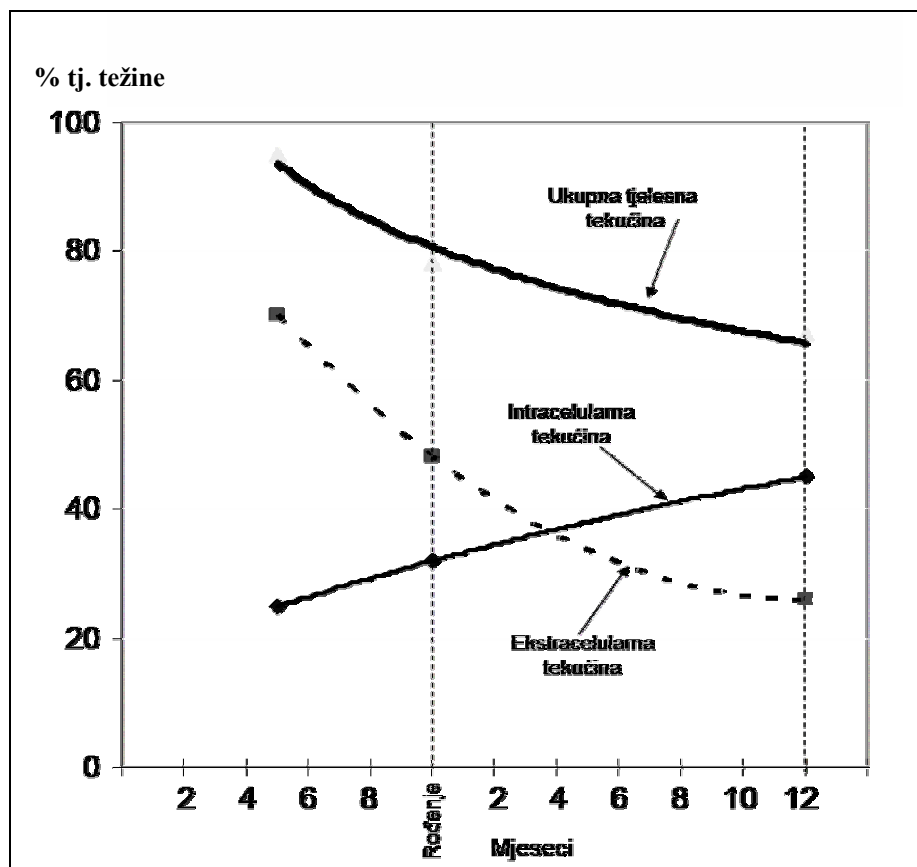
ELEKTROLITNI SASTAV TJELESNIH TEKUĆINA NOVOROĐENČETA

Za razliku od volumena, elektrolitni sastav tjelesnih tekućina odrasle osobe i novorođenčeta kemijski se ne razlikuje. U ekstracelularnoj tekućini glavni kation je natrij (Na-140 mmol/L), slijede neznatne koncentracije kalija (K-4,5 mmol/L), kalcija (Ca-2,5 mmol/L) i magnezija. U intracelularnoj tekućini glavni je kation kalij, uz njega u mnogo manjoj mjeri magnezij, te u neznatnoj koncentraciji natrij.

* KBC Zagreb
Klinika za pedijatriju

Adresa za dopisivanje:
Prim. mr. sc. Vesna Benjak
KBC Zagreb
Klinika za pedijatriju
Zavod za neonatologiju i intenzivno liječenje
10000 Zagreb, Kišpatićeva 12
Email: filip.benjak@zg.htnet.hr

Ovo relativno smanjivanje vode u organizmu novorođenčeta potječe od gubitaka volumena ekstracelularne tekućine, dok volumen intracelularne vode ostaje uglavnom stabilan tijekom djetinjstva, tako da se već prvih nekoliko dana života udio ekstracelularne



Slika 1.
Promjena volumena tjelesne vode ovisno o gestaciji i dobi

Figure 1
Changes in volume of body fluids according to gestation time and age

Glavni anion ekstracelularne tekućine čine joni klorida, oko 100 mmol/L, uz hidrokarbonatne jone, kojih ima oko 20 do 24 mmol/L. Anionski sastav stanica nije poznat. Većina stanica nema jone klorida, osim epitelnih stanica želuca koje izlučuju HCl, a

glavninu aniona čine fosfatni i proteinski anioni. Elektrolitni sastav tjelesnih tekućina nedonoščeta/novorođenčeta razlikuje se ovisno o gestacijskoj dobi.

Nedonoščad posjeduje više natrija i klorida na kilogram tjelesne težine od

terminskog novorođenčeta zbog znatno većeg udjela ekstrastanične tekućine (2). Sastav vode i elektrolita novorođenčeta djelomično odražava sastav vode i elektrolita majke. Induciranje poroda oksitocinom u velikim količinama ili hipotonične otopine za i. v. primjenu može uzrokovati hiponatremiju novorođenčeta za vrijeme porođaja. Loše kontroliran dijabetes majke i primjena nekih lijekova (kaptopril, kortikosteroidi) za vrijeme trudnoće može dovesti do akutnog bubrežnog zatajenja u ploda (3).

NEVIDLJIVI GUBITAK TEKUĆINE

Gubitak tekućine isušivanjem putem kože i tijekom disanja čine značajni udio u planiranju ravnoteže vode i elektrolita u novorođenčeta, posebno nedonoščeta.

Oko 30% gubitka dešava se tijekom disanja za vrijeme ekspirija, a 70% kroz kožu. Gubitak tekućine putem kože najčešće se izražava po kilogramu tjelesne težine, mada bi bilo ispravnije izražavati prema površini tijela. Iz praktičnih razloga izražava se prema tjelesnoj težini jer je tada obrnuto proporcionalan težini i gestaciji. Mala, vrlo nezrela nedonoščad ima vrlo veliki gubitak tekućine nevidljivom perspiracijom, što je posljedica vrlo velike površine tijela u odnosu na malu tjelesnu težinu, vrlo tanke kože sa znatno većim kapilarnim protokom krvi, što doprinosi gubicima (4).

NEUROENDOKRINA KONTROLA

Tablica 1.
Elektrolitni sastav tjelesnih tekućina nedonoščeta/novorođenčeta ovisno o gestaciji

Table 1
Electrolyte ratio in body fluids of preterm infants/neonates according to gestation time

Komponenta	Gestacijska doba (u tjednima)					
	24	28	32	36	40	1. do 4. tjedan poslije terminskog poroda
Ukupna tjel. Tekućina (%)	86	84	82	80	78	74
Ekstracelularna tekućina (%)	59	56	52	48	44	41
Intracelularna Tekućina (%)	27	28	30	32	34	33
Natrij (mEq/kg)	99	91	85	80	77	73
Kalij (mEq/kg)	40	41	40	41	41	42
Kloridi (mEq/kg)	70	67	62	56	51	48

Tablica 2.
Čimbenici koji utječu na nevidljivi gubitak tekućine

Table 2
Factors affecting invisible loss of fluids

Čimbenik	Učinak na nevidljivu perspiraciju
Stupanj zrelosti	Obrnuto proporcionalan porodajnoj težini i gestacijskoj dobi
Respiratorni distress (hiperpnea)	Povećana minutna ventilacija povećava gubitak tekućine-potrebno vlaženje udahnutog zraka
Prirođeni defekti kože (npr. gastroshiza, omfalokela, defekti neuralne cijevi)	Povećanje do kirurške korekcije
Zagrijavanje neionizirajućim zračenjem	Povećanje za oko 50%
Fototerapija	Povećanje za oko 50%
Motorička aktivnost i plač	Povećanje za oko 70%
Visoki udio vlažnosti u udahnutom zraku i u inkubatoru	Smanjenje za 30% kada se tlak zraka povećava za 200%
Plastične stijenke inkubatora	Smanjenje za 30 do 70%

RAVNOTEŽE TEKUĆINE I ELEKTROLITA

Ravnoteža vode i elektrolita u organizmu pod kontrolom je brojnih hormona odnosno neuroendokrinih žlijezda i receptora u srcu. Nije sasvim poznato kada se u novorođenčeta uspostavlja hipotalamička kontrola nad sekrecijom antidiuretskog hormona, te aktivnost arginin-vazopresina, no poznato je da u terminskog novorođenčeta hranjenog majčinih mlijekom dolazi do oslobađanja vazopresina kao fiziološki odgovor na gubitak tjelesne težine.

Pituitarna žlijezda, kora nadbubrežne žlijezde, paratiroidne žlijezde i srce s atrijskim natriuretskim receptorima (ANF) su organi koji svojim hormonima dovode do uspostavljanja ravnoteže vode i elektrolita. U nedonoščeta za razliku od donošenog novorođenčeta bubrežni tubuli su manje osjetljivi na djelovanje aldosterona, a postoje i radovi u kojima je dokazana znatno manja osjetljivost ANF na nadoknadu i izlučivanje natrija.

ULOGA BUBREGA U RAVNOTEŽI TEKUĆINA I ELEKTROLITA

Mnogi aspekti bubrežne funkcije nisu u cijelosti razvijeni po porodu, osobito u nedonoščeta. Glomerularna i tubularna aktivnost razvijaju se s gestacijom, te postnatalno. Taj razvoj proporcionalan je gestacijskoj i postnatalnoj dobi. Maksimalna koncentracija urina nedonoščeta iznosi oko 600 mOsm/L, donošenog novorođenčeta 800 mOsm/L, a u

odraslog 1200 mOsm/L, dočim minimalna osmolarnost može iznositi u nedonoščeta i novorođenčeta i do 50 mOsm/L, u stanjima preopterećenja vodom, no za razliku od odraslih, novorođenčad, posebice nedonoščad nemaju sposobnost tako brzog gubitka viška tekućine kao odrasli. Ove ograničene funkcijske sposobnosti bubrega u eliminaciji viška tekućine mogu nedonošče vrlo brzo uvesti u stanje disbalansa.

KLINIČKE SMJERNICE U RAVNOTEŽI VODE I ELEKTROLITA

Promjena tjelesne mase

Nagle promjene u tjelesnoj masi novorođenčeta ne moraju korelirati s promjenama u intravaskularnom volumenu. Zbog brojnih razloga tjelesna masa novorođenčeta raste ubrzano, dok se intravaskularni volumen smanjuje. Npr. za vrijeme dugotrajne uporabe paralitičkih lijekova (relaksacije zbog provođenja strojne ventilacije) ili u bolestima s peritonitisom, dolazi do povećanja intersticijske tekućine i tjelesne mase, dok s druge strane imamo smanjenje intravaskularnog volumena.

Dok su krivulje rasta i razvoja važne za praćenje rasta i razvoja te nutricejskog statusa kasnije tijekom djetinjstva, one imaju vrlo malu ulogu u dnevnom određivanju ravnoteže elektrolita i tekućine novorođenčeta. Promjene na koži i sluznicama: promjena turgora, upala velika fontanela i suhe vidljive

sluznice nisu senzitivni indikator dehidracije novorođenčeta.

Kardiovaskularni znaci

Do tahikardije dolazi u slučaju znatnog povećanja ekstracelularne tekućine (npr. srčano zatajenje), te u slučaju znatnog gubitka ekstracelularne tekućine (npr. hipovolemija). Iako usporeno kapilarno punjenje krvi nastaje u stanjima smanjenog srčanog izbačaja, može se također vidjeti u novorođenčadi s perifernom vazokonstrikcijom uvjetovanom pothlađivanjem. Hepatomegalija može biti prisutna u novorođenčadi sa znatno povećanom ekstracelularnom tekućinom (npr. u stanjima srčanog popuštanja). U slučaju blage ili umjerene hipovolemije, kao rezultat novorođenačkih kompenzatornih mehanizama krvni tlak ostaje normalan, dok za vrijeme teške hipovolemije nastaje hipotenzija novorođenčeta.

Laboratorijski parametri

Ovisno o kliničkoj slici dostupni su nam neki od laboratorijskih testova:

- elektroliti, urea, kreatinin, osmolarnost plazme (treba imati na umu da u prvih 12 do 24 sati rezultati ovih testova mogu pokazivati majčine vrijednosti)
- Ukupan unos tekućine i gubitak mokraćom
- Elektroliti u mokraći i specifična težina mokraće (u slučaju da novorođenče u terapiji dobiva

diuretike, npr. furosemid, teško se mogu interpretirati dobiveni rezultati)

- Acidobazni status (metabolička acidoza može biti znak neadekvatne perfuzije tkiva).

NADOKNADA TEKUĆINE I ELEKTROLITA POJAM BILANCE

Pojam bilance vode i elektrolita zapravo označava protok vode i elektrolita u organizmu tijekom 24 sata, a označava ukupni unos i gubitak tih tvari u organizmu. Svrha je uspostava ravnoteže između ukupnog unosa i ukupnog gubitka. Primarni cilj je održavanje odgovarajućeg ekstracelularnog volumena, ekstracelularne i intracelularne osmolalnosti, te koncentracije elektrolita. Gubitak ekstracelularne tekućine nakon prvog tjedna života, dovodi do smanjenja tjelesne mase. Održavanje odgovarajućeg intravaskularnog volumena utječe na frekvenciju srca, dnevnu diurezu, elektrolite i vrijednosti pH. Za određivanje ravnoteže vode i elektrolita potrebnih za razvoj novorođenčeta potreban je individualan pristup, a ne "kuharica".

Ukupne potrebe za tekućinom

Ukupna potreba za tekućinom odnosi se na održavanje dnevnih potreba (gubici vode nevidljivom perspiracijom, mokraćom, stolicom i drugim izlučevinama-npr. retencijom) i potreba za rast i razvoj novorođenčeta. U prvim danima života gubici vode nevidljivom perspiracijom predstavljaju najveći udio u gubicima tekućine. Nevidljivi gubitak

vode u nedonoščeta nastaje iz više razloga.

Nedovoljno razvijen sloj kože-stratum corneum, koji služi kao barijera dovodi do većeg gubitka vode i elektrolita perspiracijom. Primjena foto terapije i mogućnost hipertermije u inkubatoru uzroci su većih gubitaka, čak i do 50%. Respiracijski problemi i povećana minutna ventilacija dovode do većih gubitaka tekućine zbog čega je preporuka ovlaživanja inspiriranog zraka. Gubici tekućine putem prirodnih kožnih defekata (gastroschisa) su značajni dio kirurške korekcije.

Vlaženje zraka, mazanje kože parafinom, plastični pokrivači mogu smanjiti gubitak tekućine i do 70%. Američka akademija za pedijatriju dala je preporuku unosa od 60 mL tekućine na kg/težine u prvom danu života, uz postupno povećavanje unosa na 110 mL/kg/dan do četvrtog dana, 150 mL/kg do sedmog dana uz nadoknadu elektrolita. U literaturi postoje kontroverzna mišljenja o količini tekućine i elektrolita koje nedonošče može primiti što osobito vrijedi za nedonoščad ekstremno niske gestacije i težine.

Prihvatljivo je započeti s 80 mL/kg/dan (= 60 ml nevidljiva perspiracija + 40 ml gubitak urinom - 20 ml za negativnu bilancu), uz postupno povećavanje unosa u 2. i 3. tjednu na 150 mL. Nedonoščad ispod 1000 g imaju potrebe i do 200 mL/kg/dan. Za što bolju ravnotežu tekućine i elektrolita izuzetno je važno pratiti unos i izlaz tekućine, redovito mjerenje tjelesne težine, kontrola specifične težine urina, kontrola elektrolita.

Nedonoščadi u pravilu prvog dana života nije potrebna nadoknada natrija (izuzetno ako je majka u hiponatremiji), dok se u prvom tjednu potrebe kreću od 2 do 3 mEq/kg/dan, u drugom i trećem tjednu života manja nedonoščad pokazuje potrebu za nešto većom nadoknadom natrija iz razloga većih gubitaka natrija iz ekstracelularnog prostora. Maloj nedonoščadi zbog sklonosti metaboličkoj acidozi natrij se može nadoknaditi u vidu natrijevog bikarbonata, no potreban je oprez zbog mogućnosti nastanka hipernatremije većim gubicima vode, a manjim gubicima natrija iz ekstracelularnog prostora.

Ravnoteža kalija u male nedonoščadi ima tendenciju ka hiperkalemiji, zbog katabolizma stanica i nezrelosti tubula, zbog čega prvih dana nije bitan unos kalija. Tek uspostavljanjem diureze i razinom kalija oko 4 mmol/L može se krenuti sa nadoknadom, 1-2 mmol/kg/dan. Postoje i posebne okolnosti u kojima se plan nadoknade tekućine mijenja, kao što su srčane mane i prijeteća dekompenzacija, stanje poslije asfiksije, a poznato je da preopterećenje vodom može dovesti do nekrotizirajućeg enterokolitisa, intrakranijske hemoragije, te pogoršanja respiracijske funkcije (5,6).

Potrebe za elektrolitima

- Prvih 12 do 24 sati najčešće nisu potrebni Na, K i Cl
- Kasnije u prvom tjednu dnevne potrebe iznose: K - 1-2 mEq/kg/d, Na i Cl - 2-4 mEq/kg/dan
- Za vrijeme aktivnog rasta, nakon prvog tjedna života, dnevne potrebe za kalijem rastu na 2-3 mEq/kg/d, a za natrijem i kloridima na 3-5 mEq/kg/d.

U nedonoščadi je katkad potreban povećani unos Na od 6 do 8 mEq/kg/d zbog smanjenog kapaciteta bubrega da zadržava Na, što se može vrlo brzo dijagnosticirati iz uzorka urina (7-9).

Tablica 3.
Plan nadoknade tekućine (ml/kg/dan) u novorođenčeta/nedonoščeta prvih dana života

Table 3
Plan for fluids restitution (ml/kg/day) in neonates/preterm infants during the first days of life

Porodajna težina (g)	dan 1-2	dan 3	dan 15-30
750-1000	105	140	150
1001-1250	100	130	140
1251-1500	90	120	130
1501-1700	80	110	130
1701-2000	80	110	130
Donošeno novorođenče	70	80	100

TEKUĆINA I ELEKTROLITI U ODREĐENIM BOLESTIMA NOVOROĐENČADI

Respiratorni distress sindrom (RDS)

Novorođenčad s RDS-om zahtjeva unos točno određene količine tekućine. Unos prevelikih količina tekućine može uzrokovati hiponatremiju i volumno preopterećenje, pogoršanje same bolesti i povećanje rizika za razvoj bronhopulmonalne displazije i otvorenog duktusa, dok s druge strane nedovoljan unos tekućine dovodi do hipernatremije i dehidracije.

Bronhopulmonalna displazija (BPD)

Novorođenčad s BPD imaju veće energetske potrebe. Često se u te djece u terapiji primjenjuju diuretici što dovodi do elektrolitskog disbalansa.

Otvoreni (perzistentni) arterijski duktus (PDA)

Osnovno pravilo u liječenju novorođenčadi s otvorenim arterijskim duktusom je izbjegavanje volumnog opterećenja sve dok ono znatno pogoršava njihov respiratorni status. To je osobito važno kada je u terapiju uveden indometacin budući da on značajno smanjuje diurezu (10).

Perinatalna asfiksija

Novorođenčad koja su pretrpjela perinatalnu asfiksiju često imaju hipoksičko oštećenje brojnih organskih sustava. Često se u njih razvija akutna tubularna nekroza i oligurija, te se ovisno o oštećenju CNS-a razvija sindrom neadekvatne sekrecije antidiuretskog hormona (SIADH). Često je neophodan restriktivni unos tekućine da se svede na najmanju moguću mjeru rizik od volumnog preopterećenja.

UČESTALI POREMEĆAJI ELEKTROLITA

Natrij (Na)

Hiponatremija je definirana koncentracijom Na ispod 130 mmol/L. Najčešće ta koncentracija ne zabrinjava, sve dok ne padne na 125 mmol/L. Treba imati na umu da je hiponatremija

najčešće rezultat prevelikog unosa tekućine. U ekstremno prematurnog novorođenčeta ili u novorođenčeta s gubitkom Na, neadekvatni unos Na može doprinijeti nastanku hiponatremije. Hipernatremija je definirana koncentracijom Na iznad 150 mq/L, koja postaje opasna kada poraste na 155 mq/L. Hipernatremija se najčešće viđa u prvim danima života u novorođenčadi izrazito male porođajne težine i najčešće je rezultat neadekvatnog unosa vode koji treba kompenzirati veliku nevidljivu perspiraciju.

Kalij (K)

Kalij je glavni intracelularni kation, tako da koncentracija kalija u serumu ne pokazuje stvarnu ukupnu koncentraciju kalija u tijelu. Koncentracija kalija u serumu ovisi i o pH vrijednosti, budući da pH utječe na distribuciju kalija između intracelularnog i ekstracelularnog prostora. Vrijedi pravilo da promjena pH za 0,1 dovodi do promjene koncentracije kalija od 0,3 do 0,6 mEq/L. Koncentracija kalija raste u acidozi, a pada u alkaloziji.

Hipokalemija je definirana koncentracijom kalija ispod 3,5 mq/L. Ako bolesnik u terapiji ne dobiva digoksin, hipokalemija ne zabrinjava sve dok koncentracija kalija ne padne ispod 3,0 mq/L. Uzroci hipokalemije su najčešće kronična uporaba diuretika i veliki gubitak elektrolita u bolesnika s velikom retencijom i povraćanjem, a koji se liječe zbog bolesti probavnog sustava. Promjene u EKG-u uključuju produljenje QT intervala, i pojavu U vala. Teška hipokalijemija dovodi do srčanih aritmija, ileusa i letargije. Takva se stanja liječe polaganom primjenom kalija intravenozno.

Hiperkalemija je definirana koncentracijom kalija iznad 6 mq/L. Hiperkalemija više zabrinjava od hipokalemije, osobito kada je koncentracija kalija iznad 6,5 mq/L ili nastanu promjene u EKG-u. U EKG-u se vide šiljasti T valovi, kao najraniji znak, prošireni QRS kompleks, bradikardija, tahikardija, supraventrikularna tahikardija, ventrikularna tahikardija i ventrikularna fibrilacija. Uzroci hiperkalemije su: gubitak kalija iz oštećenih stanica u intraventrikularnom

krvarenju, trauma i intravenska hemoliza. Teška acidoza i smanjeno izlučivanje kalija urinom doprinose porastu koncentracije kalija. Hiperkalemija može biti jedna od najranijih znakova kongenitalne adrenalne hiperplazije.

Terapija hiperkalemije

- Obustaviti svaki unos kalija
- Ca-glukonat 100-200 mg/kg (1-2 ml/kg 10% otopine glukoze polaganom infuzijom) i. v. 5-10 minuta
- Alkalizacija, hiperventilacija ili primjena NaHCO₃ 1-2 mqE/kg i. v.
- Inzulin se daje zato jer pomaže ulazak kalija u intracelularni prostor. Primjenjuje se zajedno s 10% otopine glukoze da se izbjegne nastanak hipoglikemije.
- Primjena lijekova koji povećavaju izlučivanje kalija (npr. furosemid 1 mg/kg i. v. ili Na-polystyren sulfonat (Kayexalate) 1g/kg). Tek nakon nekoliko sati vidi se učinak ovih lijekova.
- Dijaliza dovodi do brzog odstranjenja kalija iz tijela.

Kalcij (Ca)

Ukupna koncentracija kalcija u donošenog novorođenčeta iznosi od 10 do 11 mg/dl pri rođenju, do 7,5-8,5 mg/dl u prvih 2-3 dana života. Približno 50% ukupnog kalcija nalazi se u ioniziranom obliku i to je jedini biološki aktivni kalcij. Koncentracija ioniziranog kalcija, bolje nego ukupnog kalcija, korelira s djelovanjem kalcija (npr. na kontraktilnost miokarda). Zbog toga danas u mnogim centrima uvažavaju samo koncentraciju ioniziranog kalcija. Koncentracija kalcija može se izražavati u mg/dl ili u mmol/l. Pretvorba se postiže dijeljenjem sa 4 (npr. 4 mg/dl=1 mmol/L).

Hiperkalcemija se vrlo rijetko viđa u novorođenčadi i definirana je koncentracijom ukupnog kalcija u serumu iznad 11 mg/dl (2,8 mmol/L) ili koncentracijom ioniziranog kalcija iznad 5 mg/dl (1,25 mmol/L). Rana

hipokalcemija, u prvih 3 dana, viđa se u prematurusa čije su majke imale loše kontrolirani dijabetes za vrijeme trudnoće ili u novorođenčadi s perinatalnom asfiksijom. U slučaju da dijete nema simptoma i da je koncentracija kalcija u serumu 6,5 mg/dl (1,6 mmol/L) ili koncentracija ioniziranog kalcija 0,8-0,9 mmol/L dovoljno je samo pažljivo nadziranje. Nadoknada kalcija potrebna je kada je koncentracija ukupnog kalcija u serumu manja od 6,5 mg/dl (1,6 mmol/L) ili ioniziranog kalcija manja od 0,8-0,9 mmol/L (11).

Kasna hipokalcemija nastaje nakon prvog tjedna života i najčešće je povezana s bolestima u kojima postoji visoka koncentracija fosfata u serumu (npr. hipoparatiroidizam, deficit vitamina D i antikonvulzivna terapija majke).

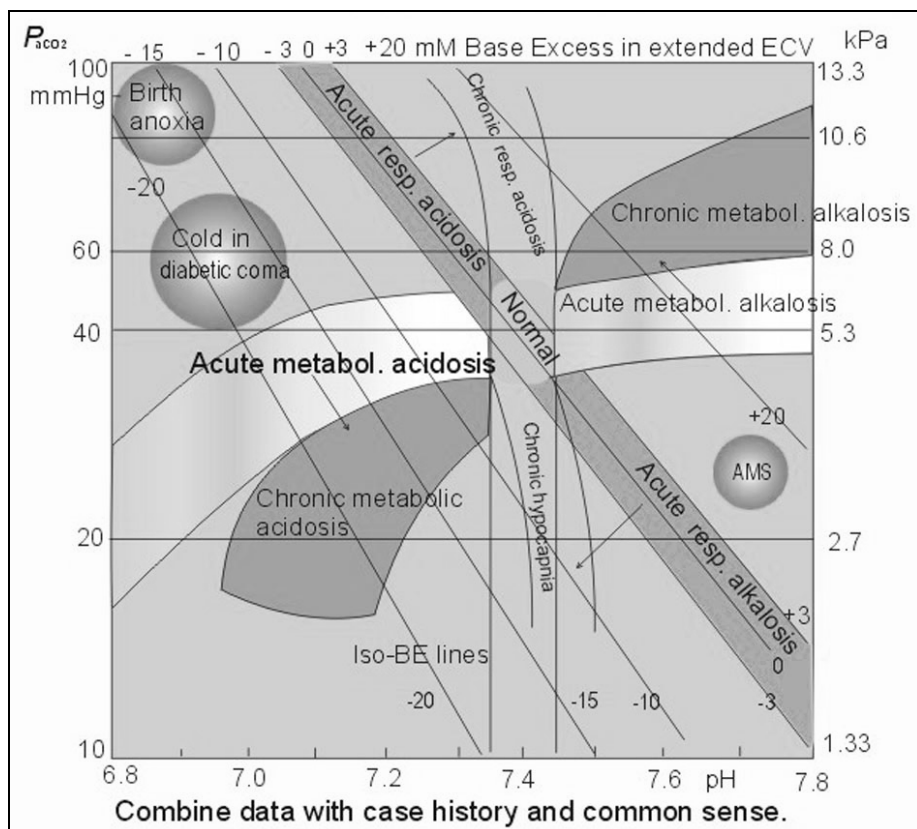
ACIDOBAZNA RAVNOTEŽA

Poremećaje acidobazne ravnoteže dijelimo prema temeljnom uzroku u dvije velike kategorije: respiracijske i nerespiracijske ili metaboličke poremećaje. Da bismo razumjeli poremećaje acidobazne ravnoteže potrebno je razumijevanje Henderson Hasselbachove jednadžbe.

$$\text{pH} = 6,1 + \log\left(\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha * \text{CO}_2}\right)$$

K i α su konstante, HCO_3^- je koncentracija hidrokarbonatnih jona u plazmi, a pCO_2 je parcijalni tlak ugljik dioksida. Koncentracija hidrokarbonata u brojniku razlomka mjerilo je za metaboličku ili nerespiracijsku komponentu acidobazne ravnoteže. Nasuprot tomu parcijalni tlak CO_2 ovisi prvenstveno o respiraciji (o alveolarnoj ventilaciji), pa se on označava kao respiracijska komponenta acidobazne ravnoteže. Tako je acidobazna ravnoteža, odnosno pH krvi kao njezin najvažniji pokazatelj ovisan o omjeru metaboličke (HCO_3^-) i respiracijske (pCO_2) komponente.

Tako se i poremećaji acidobazne ravnoteže dijele na respiracijske i metaboličke poremećaje. U respiracijskim poremećajima primarni je uzrok smanjena ili povećana alveolarna ventilacija što povećava odnosno smanjuje pCO_2 , tj. nazivnik u jednadžbi.



Slika 2.

Fiziološke kompenzacijske mogućnosti acido-bazne ravnoteže

Figure 2

Physiological compensatory mechanisms of acid-base balance

Svaka takva primarna, respiracijska promjena pCO_2 izaziva sekundarne fiziološke kompenzacijske reakcije u onoj drugoj, tj. nerespiracijskoj komponenti što rezultira promjenom koncentracije hidrokarbonata (u brojniku jednadžbe). Fiziološke kompenzacijske reakcije idu za tim da omjer hidrokarbonata i pCO_2 a time i pH vrati što bliže normalni (12).

Za bolje razumijevanje kompenzacijskih mehanizama može nam pomoći slika 2.

LITERATURA

- Edward F, Bell and William Oh. Fluid and Electrolyte Management. U: Avery Fletcher MacDonald. Neonatology, Pathophysiology and Management of the newborn. Fifth edition, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 1999; 345-61.
- Denne SC, Clark SE, Poindexter BB. Nutrition and metabolism in the high-risk neonate. In: Fanaroff AA, Martin RJ, eds. Neonatal-Perinatal Medicine: Diseases of the Fetus and Infant. 6th ed. St Louis: Mosby. 1997; 562-621.
- Omar SA, DeCristofaro JD, Agarwal BI, La Gamma EF. Effects of prenatal steroids on water and sodium homeostasis in extremely low birth weight neonates. Pediatrics Sep. 1999; 104 (3 Pt 1): 482-8.
- Simmons CF Jr. Fluid and electrolyte management. In: Cloherty JP, Stark AR, eds. Manual of Neonatal Care. 4th ed. New York: Lippincott Raven. 1997; 87-100.
- Ziegler E, Biga LR, Fomon SJ. Nutritional Requirements of Premature Infant. Textbook of Pediatric Nutrition. New York, Raven Press. 1981; 29-39.
- Committee on Nutrition of the Preterm Infant, European Society of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. Nutrition and Feeding of Preterm Infants. Acta Paediatr Scand. 1987; 336: 3-14.
- Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics. Pediatric Nutrition Handbook, Fourth Edition. 1998; 55-106.
- Nash MA. The management of fluid and electrolyte disorders in the neonate. Clin Perinatol. 1981; 8: 251.
- Neu J, Valentine C, Meetze W. Scientifically-based strategies for nutrition of the high-risk low birth weight infant. Eur J Pediatr 1990; 150: 2-13.

10. Cohen M, Brown D, Myers MM. Cardiovascular responses to feeding in the neonate during the first four days of life. *Early Hum Dev.* 1998; 50: 273-82.
11. Anderson D, Pittard WB. Parenteral Nutrition for Neonates, in *Clinical Nutrition*, Chernoff R. (Eds) New York, Chapman and Hall series. 1997; 301-14.
12. Mardešić D. Poremećaji prometa vode i elektrolita, minerala, poremećaji acidobazne ravnoteže. U: Mardešić D i sur, *Pedijatrija 3.* izdanje Zagreb: Školska knjiga. 2000; 193-221.

Summary

NEWBORN'S FLUID, ELECTROLYTE AND ACID-BASE BALANCE MANAGEMENT

V. Benjak

Understanding and careful management of fluid and electrolyte intake and acid-base balance is extremely important in the care of critically ill neonates. To properly maintain homeostasis, the clinician should know and understand normal newborn's and premature infant's physiologic mechanism, variations in these mechanisms depending on body weight and gestational and chronological age. Total fluid requirements, ongoing physiological and abnormal losses, should be considered, and finally, systematic approach to fluid replacement and final adjustment of water and electrolytes should be accomplished. Maintaining equilibrium of the fluid, electrolyte and acid-base balance in the neonates is much more complicated compared to older children. Due to very tight tolerance limits between normal and abnormal values and numerous potential adverse effects on various vital organs sometimes it is hard to distinguish primary disease from iatrogenic complication (patent ductus arteriosus, necrotizing enterocolitis). For complete understanding of fluid and electrolyte balance it is important to refresh our knowledge on general principles about total volume, flow, intake and losses of the body fluids and electrolytes, what will greatly enhance the outcome and survival of most critically ill neonates and/or premature infants.

Descriptors: NEWBORN, FLUID BALANCE, ELECTROLYTES, ACID-BASE BALANCE