

Exsiccatio

• Csecsemő- és Gyermekgyógyászati Szakmai Kollégium •

Definíció

Az exsiccatio (dehidráció) a folyadékterek volumenének csökkenését jelenti, amelyet az etiológiától függően a folyadékterek tonicitásának, elektrolit-összetételének és sav-bázis egyensúlyának kóros változása kísérhet.

Gyermekgyógyászati jelentősége

A folyadék- és elektrolitvesztéssel járó gyakori megbetegedések esetén, a szabályozórendszerek csökkent teljesítménye és a testfelületegység korrigált alacsony víztartalma miatt csecsemő- és gyermekkorban – az alapbetegségtől függetlenül – gyorsan kialakulhat súlyos klinikai képpel járó exsiccatio.

Etiológia

A dehidráció kialakulásához vezető leggyakoribb megbetegedéseket és kóros állapotokat az 1. táblázat foglalja össze.

Típusai

A plazma nátriumkoncentrációja alapján az exsiccationak hypo- (< 130 mEq/l), iso- (130 – 150 mEq/l) és hipertóniás (> 150 mEq/l) formáját különböztetik el.

Az *izotóniás dehidrációra* jellemző, hogy a veszteség Na^+ - és víztartalma arányos: a megmaradt extracelluláris folyadéktér (ECF) izotóniás, következésképpen nem jön létre ozmotikus vízmozgás az ECF és az intracelluláris folyadéktér (ICF) között. A veszteség teljes egészében az ECF-t terheli, ezért a plazma és keringő térfogat arányos csökkenéséhez vezet. *Hyponatraemiás (hipotóniás) dehidrációban* az elvesztett folyadék Na^+ -tartalma magas, s ezért az ECF tonicitása csökken. A két folyadéktér ozmotikus koncentrációkülönbsége miatt az új ozmotikus egyensúly kialakulásáig víz áramlik a sejtekbe, ennek következtében az ECF hipotóniája mérséklődik, de volumene tovább csökken. Ebben a dehidrációformában tehát a plazmavolumen csökkenése kifejezettebb és a keringés összeomlása gyorsabban bekövetkezik, mert egy adott folyadékvesztést belső folyadékvesztés is súlyosbít. A hipertóniás dehidráció hipotóniás folyadékvesztés következménye (Na^+ -hoz képest több víz). Az ECF magasabb ozmotikus koncentrációja miatt víz áramlik a sejtekből az ECF-be. A folyamat végeredménye, hogy a sejtek dehidrációja árán az ECF hipertóniája és volumencsökkenése mérséklődik, a keringő plazmavolumen sokáig megtartott.

Tünettan

A dehidráció klinikai tüneteit annak súlyossága, típusa és az alapbetegség egyaránt befolyásolja. Az enyhe, közepesúlyos és súlyos dehidrációk legjellemzőbb klinikai tüneteit a 2. táblázat mutatja. Figyelmet érdemel, hogy csecsemők nagyobb testtömegvesztése eredményez ugyanolyan klinikai tüneteket, mint gyermekeké. Ezt a csecsemők magasabb víztartalma és ezáltal nagyobb pufferlehetősége magyarázza.

Azonos mértékű folyadékvesztés esetén a hipo- és izotóniás dehidráció klinikai képét a perifériás elégtelenség fenyegető vagy manifeszt tünetei uralják, míg hipertóniás dehidrációban központi idegrendszeri izgalmi jelek (nyugtalanág, kízó szomjúág, irritabilitás, eszméletzavar, kóma, görcsök) észlelhetők.

Diagnosztikus elvek

A folyadék- és elektrolitforgalom zavarainak jellemzésére, a betegek klinikai állapotának megítélésére meghatározandók a vitális funkciókat jelző paraméterek (pulzus, vérnyomás, kapilláristelődés), a testsúly változása, a vér pH-statusa és Hgb-, Htc-értékei, valamint a plazma ozmolaritása, elektrolit-, UN-, kreatinin- és összfehérje-koncentrációja. További fontos információt jelent a vizelet mennyiségének, elektrolit tartalmának, ozmolaritásának és kreatinin koncentrációjának ismerete.

A folyadékterápia elmélete és gyakorlata

A folyadékterápiának biztosítania kell a fenntartási víz-, elektrolit- és energiaszükségletet, pótolnia kell a kialakult hiányt, és fedeznie kell a kezelés során fellépő további veszteségeket.

a) A fenntartási szükségleteket az energiaforgalom nagysága határozza meg; 100 kcal energiavesztés durván 100 ml vízvesztésnek felel meg. Ennek alapján a gyermek súlyegységre jutó napi energiaigénye:

- 10 kg testsúlyig 100 kcal/kg (100 ml/kg víz),
- 10–20 kg között 50 kcal/kg (50 ml/kg víz),
- 20 kg felett 20 kcal/kg (20 ml/kg víz).

Egy 30 kg súlyú gyermek napi energia-, illetve folyadékigénye $1000 + 500 + 200 = 1700$ kcal/nap, illetve 1700 ml/nap.

Rövid távon az energiabevittel nem indokolt a leadott energia egészét fedezni, elegendő csupán a ketosis és az endogén protein lebontása megakadályozásához szükséges energia mennyiségét biztosítani. Az elektrolitok közül a Na^+ - és K^+ -fenntartási igény 2,5 mEq/100 kcal klorid só formájában.

Ezek alapján a fenntartási szükségleteket kielégítő infúziós oldat összetétele a következő: 1000 ml vízben 25 mEq Na, 25 mEq K, 50 mEq Cl és 50 g glükóz.

b) A folyadék- és elektrolithiány meghatározása

A kórélettani változások, a beteg klinikai állapota és a laboratóriumi paraméterek alapján az alábbi kérdéseket kell tisztázni:

- 1.) A deficit nagysága és a dehidráció súlyossága.
- 2.) A dehidráció típusa a plazma Na^+ -koncentráció alapján.
- 3.) Az esetleges K^+ -depléción mértéke a plazma K^+ -koncentrációja és sav-bázis egyensúlya együttes értékelése alapján.

- 4.) A sav-bázis egyensúly zavarai (etiológiai tényezők, kórélettani változások, pH-status, plazmaanionrés).
- 5.) Tápláltsági állapot.

c) A kezelés során fellépő további veszteségek megítélése.

Célszerű a különböző testvázadékok volumenének és összetételének pontos meghatározása.

A folyadékkezelés gyakorlati kivitelezése

A folyadékkezelés négy egymásra épülő alábbi fázisát különböztetik el:

I. fázis (0–4 óra) feladata a keringés rendezése, a fenyegető sokk megelőzése, vagy a már fennálló kezelése. Már ebben a szakaszban elérendő a perifériás keringés (vérnyomás, pulzus, kapilláristelődés) és a tudatállapot javulása, a vizelet mennyiségének növekedése. Ez kristalloidok adásával (10–20 ml/kg/30 perc izotóniás NaCl) vagy keményítő alapú plazmaexpanderekkel történik (humán albumin vagy plazma adása nem indokolt!). Súlyos acidózis fennállása esetén az oldat 1000 ml-e 154 mEq Na⁺ mellett 130 mEq Cl⁻-t és 24 mEq HCO₃⁻-ot tartalmazzon.

II. fázis (2–24 óra) elsődleges célja az ECF Na⁺- és vízhiányának, valamint a sav-bázis egyensúly zavarainak részleges korrekciója. A kezelés hatására a testsúly nő, a dehidráció klinikai tünetei mérséklődnek, a keringés stabilizálódik és a diuresis tartósan kielégítő. A sav-bázis egyensúly paraméterei és a plazma Na⁺-koncentrációja eléri vagy megközelíti a normális értéket, az urea-N-emelkedése is mérséklődik.

a) Izotóniás dehidráció esetén a kezdő izotóniás elektrolitoldat adása folytatandó, de az infúzió ütemét úgy kell csökkenteni, hogy a periódus végére a teljes deficit felét–kétharmadát pótoljuk. A hiány pótlása mellett a fenntartási szükségletet is meg kell adni.

A II. fázisban a fenntartási szükségletet biztosító oldat sem tartalmazhat K⁺-t. A fentiek alapján egy 15%-os súlyvesztéssel járó dehidrációban szenvedő csecsemő az első 24 órában az alábbi összetételű és mennyiségű folyadékkezelésben részesül:

- Keringésrendezés: 20 ml/kg 0,9% NaCl (vagy 154 mEq/l Na⁺ + 130 mEq/l Cl⁻ + 24 mEq/l HCO₃).
- Deficitpótlás: 80 ml/kg a fenti oldatból.
- Fenntartó szükséglet: 100 ml/kg 25 mEq/l NaCl + 5% glükóz.

Az első 24 órában adandó oldat összességében 90 mEq/l Na⁺-ot tartalmaz.

b) Hipotóniás dehidrációban első lépésként az ECF hipotóniáját kell megszüntetni, majd az izotóniásra korrigált ECF hiányát további sóoldattal pótolni. Az első lépéshez szükséges Na⁺ mennyiségét az alábbiak szerint számítjuk:

Szükséges Na⁺ mennyisége (mEq/kg) = normál plazma Na⁺ (mEq/l) – mért plazma Na⁺ (mEq/l) × TBW (l/kg)

10%-os dehidrációt és 113 mEq/l plazma Na⁺-koncentrációt feltételezve:

$$\begin{aligned} \text{Szükséges Na}^+ \text{ (mEq/kg)} &= [135 \text{ mEq/l} - 113 \text{ mEq/l}] \times [0,65 \text{ l/kg} - 0,1 \text{ l/kg}] \\ &= 22 \text{ mEq/l} \times 0,55 \text{ l/kg} \\ &= 12 \text{ mEq/kg} \end{aligned}$$

Amennyiben a korrekcióhoz 3%-os NaCl-oldatot használunk (513 mEq/l Na⁺ és Cl⁻)

$$\begin{aligned} \text{a szükséges oldat mennyisége (ml/kg)} &= \frac{\text{szükséges Na}^+ \text{ (mEq/kg)}}{\text{az oldat Na}^+ \text{-koncentrációja (mEq/l)}} = \\ &= \frac{12 \text{ mEq/kg}}{0,513 \text{ mEq/ml}} = 23,4 \text{ ml/kg} \end{aligned}$$

A kezelés második lépéseként a már izotóniás, de még dehidrált beteg ECF-volumenének helyreállítása szükséges. Ez lényegében az izotóniás dehidrációban leírtaknak megfelelően történik, azzal a különbséggel, hogy az adandó oldat izotóniás komponenséből kevesebbre (40–60 ml/kg) van szükség, mivel az ECF tonicitásának növekedésekor jelentős mennyiségű víz áramlik ki a sejtekből az ECF-be.

Az első 24 órában adandó folyadék mennyisége és összetétele:

23 ml/kg 3% NaCl (513 mEq/l Na ⁺)	}	– keringésrendezés és deficitpótlás
50 ml/kg 0,9 NaCl (154 mEq/l Na ⁺)		
100 ml/kg 25 mEq/l NaCl + 5% glükóz – fenntartó szükséglet.		

Amennyiben a terápia egyes lépéseihez számított Na⁺- és folyadékmennyiséget összeadva, egyetlen közös oldatot alkalmazunk annak Na⁺-koncentrációja 125,7 mEq/l.

A keringési elégtelenséggel és/vagy központi idegrendszeri tünetekkel nem járó vagy krónikusan fennálló hyponatraemia esetén a plazma Na⁺-koncentrációjának emelése a 0,5–1,0 mEq/l/órát ne haladja meg, mert gyors korrekció után sajátos idegrendszeri károsodást (ozmotikus demyelinatio) figyeltek meg.

- c) A hipertóniás dehidráció kezelésekor a plazma Na⁺-koncentrációjának gyors csökkenésekor agyödéma és súlyos idegrendszeri tünetek (konvulzió, eszméletzavar, kóma) alakulhatnak ki. Ezt megelőzendő a plazma Na⁺-szintjének csökkenése nem haladhatja meg a napi 10 mEq/l értéket.

További fontos kezelési szempont, hogy a folyadékvesztés terhét az ECF- és ICF-terek együttesen viselik, ezért az ECF-volumen csökkenésének és a perifériás keringés zavarainak nyilvánvaló tünetei ritkán észlelhetők. A hipertóniás dehidráció kezelésében ezért a keringés resuscitációja nem indokolt (I. fázis). Ennek ellenére, kifejezett volumenhiány szükségése esetén, 20 ml/kg izotóniás sóoldat adása nem okoz problémát, s a plazma Na⁺-koncentrációjának 2–3 mEq/l nagyságú csökkenését okozhatja.

A hiány pótlására 60–70 ml/kg/nap hipotóniás oldat (25–35 mEq/l Na⁺ 5%-os glükózban) alkalmazandó, és ez kiegészítendő a fenntartási folyadék- és Na⁺-szükséglettel.

Ez utóbbi azonban a maximális ADH-hatás miatt nem haladhatja meg a szokványos szükséglet 65–75%-át. K⁺ adása a kezelés első napján ebben a dehidrációtípusban sem indokolt.

Az első 24 órában adandó folyadék mennyisége és összetétele:

20 ml/kg 0,9 NaCl (154 mEq/l Na ⁺)	-	keringésrendezés
65 ml/kg 30 mEq/l NaCl + 5% glükóz	-	deficitpótlás
70 ml/kg 25 mEq/l NaCl + 5% glükóz	-	fenntartó szükséglet

Az alkalmazandó közös oldat Na^+ -koncentrációja: 43,7 mEq/l.

A kezelés biztonsága az infúzió ütemének csökkentésével fokozható.

III. fázis (1–4 nap) helyreállítja a K^+ -egyenleget, és teljesen megszünteti az ECF-volumen és a Na^+ hiányát, és rendezi a sav-bázis egyensúlyt. Ennek megfelelően a testsúly tovább gyarapodik, a plazma Na^+ -, K^+ -, urea-N-koncentrációja és a vér sav-bázis paraméterei normalizálódnak.

IV. fázis (1–3 hét) az akut betegség következtében helyreállítja a depletált zsír- és fehérjekészleteket. A testsúly lassú, folyamatos növekedése mellett valamennyi plazma állandóan az élettani határokon belül található.

A kálium-anyagcsere zavarainak korrekciója

Hyperkalaemia esetén ki kell zárni a pseudohyperkalaemia lehetőségét (rossz vérvételi technika, hemolízis, trombocytosis), és alapvetően három feladatot kell megoldani.

(1.) A hyperkalaemia toxikus membránhatásainak kivédése az ionizált Ca^{++} -koncentráció emelése útján. Sürgősségi ellátásként elsőként 0,5–1,0 ml/kg 10%-os Ca-gluconicum adandó 5–10 perc alatt. Mivel a hatás rövid (30–60 perc), a dózis 30 perc múlva megismételhető.

(2.) A sejtek K^+ -felvételének elősegítése 0,5–1,0 g/kg glükózoldat 15–30 perc alatti infúziójával. A glükózinfúziót általában inzulinnal egészítik ki (1 E inzulin/3 g glükóz). Ettől a kezeléstől 4–6 órás hatás várható. Gyorsabb hatás érhető el 1–2 mEq/kg NaHCO_3 5–10 perc alatt történő iv. adásával, vagy β_2 -mimetikus szerek (Salbutamol) alkalmazásával.

(3.) A leghatékonyabb a test K^+ -tartalmának csökkentése. Megtartott vesefunkciók mellett ez történhet kacsdiuretikumok adásával, vagy ioncserélő gyanták alkalmazásával: 1 g/kg Na-polisztirol-szulfonát orális vagy csőre formában történő adásával a plazma K^+ -koncentrációja 1 mEq/l-rel csökkenthető. Átlagos dózisa 0,5–1,0 g/kg, ami naponta 4–6 alkalommal ismételhető. Gyorsabb hatás várható peritonealis vagy hemodialízistól, melyekkel óránként 10–15 mEq, illetve 50 mEq K^+ távolítható el.

Hypokalaemia kezelésében első lépésként a kiváltó okokat kell megszüntetni (diuretikum abúzus, helytelen összetételű infúziós oldat alkalmazása). Ezt követően a pótlás történhet orális vagy intravénás K^+ -sók adásával.

(1.) Orális terápia elegendő a hypokalaemia enyhe vagy krónikus, esetleg irreverzibilis eseteiben (tubulopathiák, tartós szteroidkezelés). Ez történhet K^+ -dús táplálékok vagy K^+ -sók hozzáadásával (KCl, K-citrát, K-glükonát). KCl adásakor gastrointestinalis mellékhatások fordulhatnak elő.

(2.) Súlyos hypokalaemia esetében, vagy ha az orális bevittet nem lehet megoldani, parenteralis K^+ -pótlás szükséges, melynek általános szabályai a következők: a kezelés megkezdése előtt rendezni kell a perifériás keringést és a veseműködés praerenalis beszűkülését. Korrigálni kell továbbá a volumenhiány miatt fellépő acidózist (ami az egész test K^+ -hiánya ellenére hyperkalaemiát eredményezhet), ilyenkor az infúziós oldatot úgy kell összeállítani, hogy K^+ -koncentrációja ne legyen több mint 40 mEq/l, és az infúziós üteme ne haladja meg a 0,5–1,0 mEq/kg/h értéket.

A sav-bázis egyensúlyzavarok kezelése

Általános szabály, hogy a sav-bázis egyensúly metabolikus zavarait lassan és csak részlegesen kell korigálni; életveszélyes extrém eltérések ($\text{pH} < 7,0$ vagy $\text{pH} > 7,6$) azonban gyors beavatkozást tesznek szükségessé.

a) A metabolikus acidózis kezelésével kapcsolatban általános elv, hogy a NaHCO_3 -korrekciót $7,20$ alatti pH esetén az alábbi képlet szerint végezzük:

$$\text{Szükséges NaHCO}_3 \text{ (mEq/kg)} = \text{elérni kívánt HCO}_3^- \text{ (mEq/l)} - \text{aktuális HCO}_3^- \text{ (mEq/l)} \times f \times \text{testsúly (kg)}$$

Az f korrekciós faktor az ECF %-os arányát jelzi. Nagyobb gyermekeknél $0,3$, csecsemőknél $0,4$, koraszülötteknél $0,5$. A plazma HCO_3^- 15 mEq/l -re történő korrekciója elegendő, a teljes korrekciót a kompenzációs mechanizmusok végzik.

A számított NaHCO_3 felét $6-8$ óra alatt szükséges beadni, a pH -meghatározásokat követően a terápia módosítható.

Azokban az esetekben, melyekben a NaHCO_3 -kezelés jelentős CO_2 -retenciót (asphyxia, hypoventillatio) vagy Na^+ -terhelést (kardiális dekompenzáció) okoz, THAM (tris hydroxymethyl aminomethan, tromethamin) használata mérlegelendő.

$$\text{A THAM } 1/3 \text{ mólus (3,6\%)} \text{ oldatából adandó mennyiség (ml)} = \text{BE (mEq/l)} \times \text{testsúly (kg)}$$

Krónikus metabolikus acidózis (tubulopathiák, krónikus veseelégtelenség) esetén az NaHCO_3 -kezelés az alapbetegségtől függően egyéni dozírozásban, esetleg egyéb gyógyszerekkel kiegészítve (K-citrát) történik.

b) Metabolikus alcalosis NaCl és KCl adásával $3-6$ nap alatt rendezhető. Extrém mértékű alcalosis megszüntetésére HCl , NH_4Cl és arginin- HCl használatos, úgy, hogy a bázistöbbletet $25-30 \text{ mEq/l}$ -re csökkentjük. A számított H^+ -szükséglet felét 8 óra alatt infúzióban adjuk, majd a pH -status változásaitól függően döntünk a terápia folytatásáról.

Orális rehidrációs terápia

Orális rehidrációra a csecsemőkori hasmenést kísérő enyhe vagy közepes súlyos dehidrációk kezelésében van lehetőség, amikor perifériás keringési elégtelenség még nem áll fenn, vagy kialakulásának veszélye nem fenyeget, és jelentős hányás a per os folyadékbevitelt nem akadályozza. Alkalmazását az teszi lehetővé, hogy a gyulladt bél nyálkahártya elektrolit- és vízreabszorbeáló képessége megtartott, és megfelelő összetételű elektrolitoldattal még tovább fokozható.

A WHO ajánlása alapján az alábbi összetételű elektrolitoldat használata vált általánossá: Na⁺ 90: K⁺ 20: Cl⁻ 80: HCO⁻ 30 mEq/l, glükóz: 2%. Az oldat alkalmazását követő hypernatraemia veszélye miatt alacsonyabb Na⁺-tartalmú készítményeket is forgalmaztak.

Rehidrálásra jelenleg a 60–90 mEq/l Na⁺-koncentrációjú, prevencióra és a rehidrációs kezelés fenntartási fázisában pedig 40–60 mEq/l Na⁺-koncentrációjú oldat ajánlott.

A fenntartó kezelésre használt orális rehidrálo oldat magasabb Na⁺-koncentrációját az indokolja, hogy a Na⁺ intestinalis abszorpciója nem teljes, különösen akkor nem, ha a bélrendszer abszorptív funkcióját gyulladásos megbetegedés korlátozza. Valamennyi oldat K⁺- és HCO₃⁻-tartalma megfelel a WHO ajánlásának. Magasabb glükózkoncentráció a glükóz elégtelen felszívódásához és ozmotikus hasmenés kialakulásához vezethet, ezért kerülendő. Keményítő alkalmazása előnyösnek látszik, mivel a glükóz lassúbb felhasználása miatt kisebb ozmoláris terhelést jelent.

A rehidrációs kezelés első fázisában 4–6 óra alatt 50–100 ml/kg adandó a választott oldatból, a következő fázisban a fenntartó szükséglet a székletek számától és jellegétől függően 20–50 ml/kg rehidrálo oldattal egészítendő ki.

I. táblázat A dehidráció okai

Csökkent bevitel

- Anorexia
- Kóma
- Folyadékmegvonás

Fokozott veszteség

- Gastrointestinalis
 - Hányás
 - Hasmenés
 - Enterokután fisztulák, drének
- Renalis
 - Megtartott vesefunkció mellett
 - Ozmotikus diuresis (urea, glükóz, mannitol, glicerol, iv. kontrasztanyagok)
 - Diuretikumok (furosemid, tiazidok, etakrinsav stb.)
 - Mineralokortikoid-hiány
 - Beszűkült vesefunkció mellett
 - Akut veseelégtelenség polyuriás szaka
 - Krónikus veseelégtelenség
 - Sóvesztő nephropathiák
 - Posztobstruktív uropathiák
 - Tubulointerstitialis betegségek
 - Centrális és nefrogén diabetes insipidus
- Bőr- és légutak
 - Magas környezeti hőmérséklet
 - Pancreascystás fibrosis
 - Égés
 - Gyulladásos bőrbetegségek

2. táblázat A dehidrációk klinikai tünetei súlyosságuk szerint

Klinikai tünetek	A dehidráció mértéke		
	enyhe	közepes	súlyos
Testsúlycsökkenés (%) csecsemő gyermek	5 3–4	10 6–8	15 10–12
Viselkedés	szokványos	irritábilis	hiperirritábilis/apátiás
Szomjúság	enyhe	mérsékelt	intenzív
Turgorcsökkenés	↓	↓↓	↓↓↓
Bőrszín	sápadt	szürkés	márványozott
Nyálkahártya	kissé száraz	száraz	igen száraz
Könnny mennyisége	változatlan	csökkent	hiányzik
Nagykutacs	nívóban	enyhén nívó alatt	besüppedt
Vizeletmennyiség (ml/kg/h)	~1	>0,5–<1,0	<0,5
Vizeletfajsúly	~1015	1015–1020	>1020
Vizelet Na ⁺ (mEq/l)	~40	10–20	<10
Vérnyomás	normális	normális/ ortosztatikus csökkenés	csökkent
Pulzus	enyhén szapora	mérsékelt szapora	igen szapora