

Szerkesztette:
Dr. Rákóczy György
Prof. Dr. Vajda Péter
Dr. Cserni Tamás



KORSZERŰ GYERMEKSEBÉSZET

SEMMELWEIS KIADÓ

A könyvben a praktikus megközelítés ötvöződik a kutatási ismeretekkel és útmutatást ad az előttünk álló feladatok, fejlesztések irányába.

A könyv szerzői a szerzői díjukkal
a Magyar Gyermeksebész Társaságot támogatják!

A könyv megjelenését támogatta:

B.Braun Trading Kft.
DANONE Magyarország Kft.
Eckart Klobe
HARTMANN-RICO Hungária Kft.

ISBN 978-963-331-640-5

© *Semmelweis Kiadó, Budapest 2025*

© *Dr. Rákóczy György – Prof. Dr. Vajda Péter – Dr. Cserni Tamás 2025*

A könyv szerzői jogi oltalom és kizárólagos kiadói felhasználási jog alatt áll. A kiadvány egészben vagy részleteiben való sokszorosítása, keresőrendszerből történő letöltése vagy továbbítása minden formában (elektronikusan, mechanikusan, fénymásolással, fénykép- vagy hangrögzítéssel, vagy más módon) tilos a szerkesztők, a szerzők, a grafikus, a Semmelweis Kiadó előzetes és együttes engedélye nélkül.

SEMMEWEIS KIADÓ

www.semmelweiskiado.hu

Felelős kiadó: Szabó György, igazgató

Felelős szerkesztő: Ácsné Tamás Éva

Borítóterv, grafika: Ángyán Gergely

Tördelőszerkesztő: Békésy János

SKD: 819

Nyomta és kötötte: Érdi Rózsa Nyomda Kft.

Felelős vezető: Juhász László

2.1. A perioperatív folyadék-elektrolit egyensúly fenntartása gyermekeknél

Dr. Mikos Borbála

Bevezetés

Az életnek és a szervezet fiziológiás működésének alapvető feltétele a víz is, az oxigén mellett, hiszen – ahogy **Claude Bernard** francia fiziológus megfogalmazta – az élő szervezet csak folyékony belső környezetben (milieu intérieur) tud létezni. Ugyanakkor az emberi szervezet működése során számos tényező okoz változást a belső egyensúlyban, amelyhez a szervezet dinamikusan változó kompenzációs mechanizmusokkal tud csak alkalmazkodni bizonyos határokon belül. Ennek a belső egyensúlynak a megőrzését biztosító alkalmazkodóképességet nevezte el **Cannon homeostasis**nak.

A víz- és elektrolit-háztartás törekeny egyensúlyának felborulása számos ok másodlagos következménye lehet. Helyes beavatkozás nélkül a progresszió elkerülhetetlen, következményei fatálisak lehetnek, ezért a súlyosság felmérése és a felborult egyensúly célzott korrekciója esszenciális jelentőségű. A folyadék- és elektrolitváltozások soha nem izoláltan jelentkeznek. Bármely elemének kórossá válása maga után vonja a homeostasis egyéb tényezőinek megváltozását is.

A biztonságos perioperatív folyadék-elektrolit terápiához nélkülözhetetlenek alapvető általános, valamint korspecifikus pediátriai élettani ismeretek.

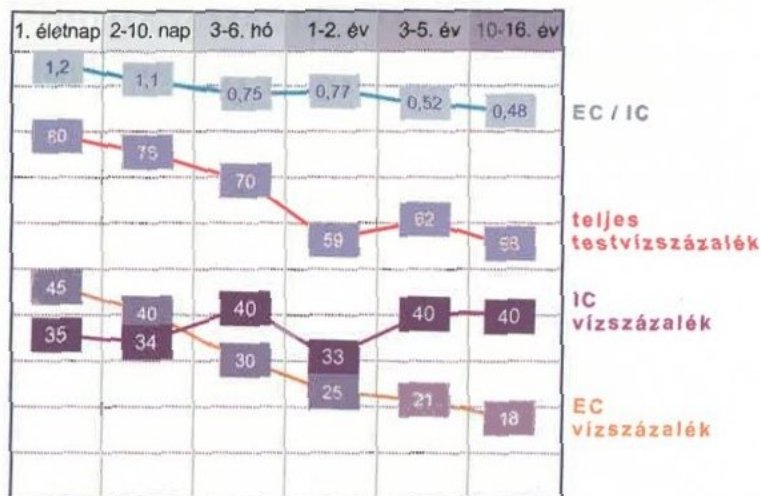
A folyadékterek jellemzői

Extracelluláris tér (EC): Az emberi szervezet folyadéktartalma intracellulárisan (IC) és extracellulárisan (EC) helyezkedik el. Az EC folyadék körülbelül 4:1 arányban intravasculáris (IV) és extravasculáris (EV: interstitialis) eloszlású. Az EC folyadéktartalom megszületéskor a legnagyobb, majd az életkor előrehaladtával, a sejtek szaporodásával párhuzamosan, fokozatosan csökken a felnőttkori értékre. Extrém kis súlyú koraszülötteknél a teljes testvíztartalom a testtömeg 90%-a is lehet, szemben a felnőttek 55-60%-ával. Az EC téren belül a testtömegre vonatkoztatott vérmennyiség is korfüggő: extrém koraszülötteknél körülbelül 100, érett újszülöttnél 85, egyéves korig 80, kisdede knél 75, felnőtteknél 70 ml/ttkg (2.1.1. ábra).

Intracelluláris tér (IC): Két fő sajátossága – az EC folyadékhoz képest – arányának állandósága életkortól függetlenül, és összetételének jelentős eltérése (2.1.1. táblázat).

Interstitialis tér (IC): Az EC tértől elkülönülő harmadik víztér, a sejtek közvetlen környezetét képező intercelluláris folyadék. Térfogata jelentéktelen, mintegy 100-120 ml/kg-ra becsülhető, bár az újabb adatok nem támasztják alá létezését.

Transzcelluláris tér: Az EV és IC tér többi kompartmentjétől anatómiailag elhatárolt speciális terek, összetételük egyedi és állandó. Az EC tér egyéb részeitől szorosan illeszkedő sejtek határfelülete választja el őket; a sejtek specifikus aktivitása miatt összetételük jelentősen különbözik az EC tér többi részében lévő folyadék összetételétől. Idesorolható a liquor cerebrospinalis, a synovialis folyadék, a csarnokvíz, a mirigyvádékok. Összmenyisége megközelítőleg 15 ml/kg felnőttél.



2.1.1. ábra. ❖ Az extra- és intracelluláris terek korfüggő fiziológias változása

2.1.1. táblázat. ❖ Az intracelluláris tér sajátosságai

Plazmamembrán	szemipermeabilitás
	fokozott vízpermeabilitás
	csökkent nátriumpermeabilitás
	két oldala között nincs ozmotikus koncentrációkülönbség
Fő intracelluláris aktív ozmotikus részecskék	kálium
	szervetlen foszfát
	szerves foszfátok
	szerves anionok
Intra- és extracelluláris ozmolalítás-változás következményei	a víz hígabb oldatból koncentráltabb oldat felé történő szabad áramlása
	sejt térfogatának megváltozása
	ozmotikusan aktív részecskék intracelluláris emelkedése esetén sejtduzzadás és extracelluláris hipozmózis
	ozmotikusan aktív részecskék extracelluláris emelkedése esetén sejtérfogat-csökkenés (zsugorodás) és extracelluláris hiperzmózis

Az elektrolit-háztartás jellemzői

Az IC és EC tér elektrolit-összetételében a fő különbség a pozitív töltésű kationok és a negatív töltésű anionok megoszlása. Az IC tér domináló kationja a K^+ , domináló anionja a Cl^- , az EC térben pedig a Na^+ és a Cl^- . Összességében mindkét térben mind a kationok, mind az anionok koncentrációja azonos: 149 mmol/l. Az egyes testnedvek is meghatározott mennyiségű elektrolitot tartalmaznak, ezért azok vesztlése (például hányás, ileus, verejtékezés) is súlyos elektrolitzavarhoz vezethet (2.1.2. ábra).

- **Fiziológias elektrolitszükséglet:**

- Na^+ : 3–5 mmol/kg/nap, K^+ : 2 mmol/kg/nap, Cl^- : 2 mmol/kg/nap, Ca, Mg, P: bőséges raktárak. Bikarbonát: normálisan szükségtelen.

Az egyes elektrolitok élettani funkcióját és kóros eltéréseinek okait, ellátását a 2.1.2. táblázat részletezi.

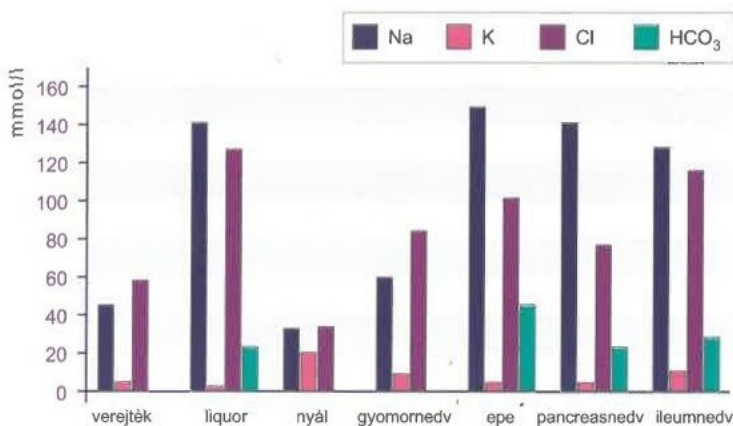
2.1.2. táblázat. ❖ Az elektrolitok élettani funkciói és zavarai következményei

Elektrolit	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P
fiziológiai funkció	az EC folyadék fő kationja, ozmoreguláció, sejtek terogatának meghatározója	az IC tér fő kationja, nyugalmi sejtmembránpotenciál, akciós potenciál terjedése (ideg-, izomszövet, szív), sav-bázis- folyadék-elektrolit homeosztasis, glükóz- és inzulinmetabolizmus, GI motilitás, értónus, vérnyomás, renális koncentráció kapacitás, hormon-szekréció, mineralocorticoid hatás	ideg-izomfunkciók, véralvadás csontképződés	a szív- és érsejtek mechanikai, elektromos és szerkezeti funkcióinak szabályozása, (kis koncentrációváltozások nagymértékben befolyásolják a szív ingerlékenységét, az értónust, a kontraktilitást és reaktivitást), a vérnyomás fiziológiai szabályozása	
fiziológias se-koncentráció/ mmol/l	135-145	3,5-5,5	össz-Ca: 2,2-2,6, ionizált Ca ⁺⁺ : 1,0-1,2	0,8-1,2	újszülött: 1,3-2,8 1-5 év: 1,1-2,1 felöltt: 0,8-1,4
kórosan alacsony se-koncentráció/ mmol/l	okai < 130 klinikai jelentősége egyidejű hipoozmoláltság esetén van	< 3,5 (alkalózis: a pH 0,1 emelkedése a se-K ⁺ -szintet 0,3 mmol/l-vel csökkenti)	ionizált Ca ⁺⁺ < 1	< 0,66	< 0,8
tünetei, következményei	SIADH, CSW, diabetes insipidus, glükóz és mannitol által okozott EC-IC vízredistribúció, intragén vízintoxikáció (súlyos fertőzések – meningitis, encephalitis, pneumonia, sepsis, malária, bronchiolitis, lázas- konvulzió)	hiányos, hasmenés, alkalózis	D-vitaminhiány, elégtelen Ca-bevitel, hypoparathyreosis, súlyos veseelégtelenség, alkalózis, hyperalbuminaemia, diuretikum	csökkent bovitel/feliszívódás: GI vesztesé vesebetegség, hypoparathyreosis, hyperthyreosis, malnutritio, hyperaldosteronizmus, gyógyszer (diuretikum, aminoglikozid, amphotericin-B)	súlyos respiratórikus alkalózis, diabeteses ketoacidózis, TPT, újrataplálási szindróma
kezelése	szoklatlanítás NS (10-20 ml/kg konvulzió esetén: se-Na ⁺ azonnali emelése 125 mmol/l-re (1,2 ml/kg 3%-os NaCl/15 perc/2 ml/kg 3%-os NaCl) a se-Na ⁺ -t 1 mmol/l-vel emeli) centrális vénakatlalbe + óránként se-Na ⁺ kontroll maximális se-Na ⁺ emelés 12 mmol/l/24 óra vagy 18 mmol/l/48 óra SIADH: folyadékmegszorítás súlyos esetben furosemid 1 mg/tkg CSW: folyadék + Na ⁺ -pótlás, esetleg fludrocortison	korrekció 3,0 mmol/l K ⁺ -szint alatt szükséges, ha van diuresis maximum 0,5 mmol/tkg/óra sebességgel iv. folyamatos EKG-monitorozás mellett	neuro-muscularis irritabilitás: tremor, tetania, laryngo-spasmus, konvulzió, véralvadási zavar, hipotenzió, keringésszűzomlás, EKG: QT megnyúlás	izomgyengeség, zibbadás, tremor, tetania, tachycardia, ritmuszavar, QT-rövidülés	IC ATP-képződés: elégtelensége, szöveti hypoxia a vvt-k 2-3-DPG-tartalmának csökkenése miatt: hügsav-kiválasztás csökkentése, MOD: vese, máj, szív, izomzat, légzési elégtelenség
kórosan magas koncentráció/ mmol/l					

2. FEJEZET 2.1. A PERIOPERATÍV FOLYADÉK-ELEKTROLIT EGYENSÚLY FENNTARTÁSA GYERMEKEKNEL

Elektrolit	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P
kórosan magas koncentráció/ mmol/l	>150	5,5 acidózis: 0,1 pH-csökkenés a se-K ⁺ 0,4-0,6 mmol/l-vel emel	>2,5	>0,99	
okai	vízvesztés->Na ⁺ -vesztés (hiperglikémia, vesebetegség, diuretikum, GI- és inszenzibilis vesztés, túlzott Na ⁺ -bevitel (só, tengervízbe merülés, Cushing-és Conn-szindróma) szomjúságérzés hiánya (idegrendszeri betegségek)	nagy K-bevitel, masszív transzfúzió, súlyos vesebetegség, sejtkárosodás (haemo-, rhadomio-, tumor lysis), metabolikus acidózis, hypovolaemia, CAH, mellékveselégtelenség (Ad-disoni, gyógyszer (alfa-adrenorg, amilorid, triamterén)	hypoproteinaemia, acidózis, vesebetegség, familiáris, pajzsmirigy-és mellékpajzsmirigy-túlműködés, D-vitamin-túladagolás, csonttumor, thiazid diuretikum,	rhadomiolysis, haemolysis, tumor lysis, crush, súlyos égés, veselégtelenség	akut és krónikus veselégtelenség, súlyos gastrointestinális motilitási zavar, tumor lysis
tünetek, következményei	dehidratációs és neurológiai tünetek (száraz nyálkahártyák, rekedtség, oliguria, hányinger, hányás, hőemelkedés, tudatzavar, izomrángás, tartózkodottság, konvulzió)	paraesthesia, zavartság, perifériás véns collapsus, bradycardia, a-v blokk, kamrai tachycardia, kamratribrilláció, asztolia	szűzszárazság, izomyhypotonia, tompa hasi fájdalom, étvágytalanság, obsz-páció, hányinger, hányás, anorexia, pancreatitis, letargia, stupor, kóma, vesekő.	hyporeflexia, bradycardia, szívblokk, disztóles szívmegeállás, hipotenzió, hiperventilláció, szimazombánulás: vizeletretenció, bélpáralysis, pupillatágulat, delírium, kóma	görcs, kóma, szívmegeállás kísérő tünetek: hypocalcaemia, hypernatraemia
kezelése	Na-koncentráció csökkentése 2-4 nap alatt: "normál salina+5%deköz infúzióval" (Cave! gyors Na-csökkenés ->agydémia!) soha nem adható Na-mentes oldat, és a szérum-Na koncentráció csökkentése nem haladhatja meg a 0,3-0,5 mmol/l/h (12 mmol/l/24 óra, útemel).	K-bevitel megszüntetése K sejtbe jutásának elősegítése pH emelése (NaHCO ₃), glükóz 1-2 g/tkg/15-30 perc; majd 0,5 g/tkg/óra glükóz + inzulin 1 E/3-4 g glükóz, béta-adrenerg szer, pericventilláció fokozása) K eltávolítása a szervezetből (ioncserező gyanta:kayexalate per os 70%-os szorbitalban 1-2 g/tkg, vagy per rec 30%-os szorbitalban) EKG elváltozások esetén: CaCl 10-25 mg/tkg centrális vénákandibe, vagy Ca-gluconat 50-100 mg/tkg iv.)	EKG: Q-T megrövidülés, S-T eltolódása, T-hullám kiszélesedés, bradycardia, keringésszűkület,	CaCl ₂ vagy Ca-gluconat 10 mg/tkg iv.	folyadékbeviteli és iv.Ca, dialízis

CAH = congenitalis adrenalis hyperplasia; CSW = (cerebral salt wasting) agyi sóvesztő szindróma; DFG = difoszfoglicerát; EC = extracelluláris; GI = gastrointestinalis; IC = intracelluláris; MOD = multi organ dysfunction; SIADH = (syndrome of inappropriate ADH secretion) nem megfelelő ADH-termelés; TPT = teljes parenterális táplálás



2.1.2. ábra. ✚ Speciális testfolyadékok elektrolit-összetétele

✚ A folyadék-elektrolit háztartás gyermekkori sajátosságai

Az egyensúly felborulása annál hamarabb és annál nagyobb mértékben következik be, minél fiatalabb a gyermek. A szervek funkcionális érettsége megszületéskor még nem teljes. A kardiális funkciók éretlensége – a szív csökkent kontraktilis elemei miatt – fixált stroke-volumennel, noncompliant szívizomzattal, frekvenciadependens cardiac outputtal, Ca²⁺-dependens kontraktilitással jár, ezért kis volumenváltozás is nagy hemodinamikai következményeket vonhat maga után. Jellemző a fokozott érzékenység túltöltésre. Ugyanakkor a jól működő kompenzációs mechanizmusok miatt a hypovolaemiát relatíve sokáig tudják kompenzálni a szívfrekvencia növelésével a keringő percvolumen megőrzése érdekében. Mivel a cardiac outputnak a szívfrekvencia sokkal érzékenyebb indikátora, mint a szisztémás vérnyomás, a súlyos folyadékhiány és sok felismerésében a vérnyomás nem mérhető. Míg felnőttél a napi vízforgalom a teljes testtömegnek 6%-a, addig csecsemőnél 25%-a. Újszülöttnél a fenntartó kalória, az alapanyagcsere és a vízforgalom háromszorosa a felnőttének, nagymértékben megnövelve a fiziológiás napi folyadékigényt. A fokozott bőrvascularisatio és csökkent subcutan szövetek, a fiziológiásan is magas légzésszám az inszenzibilis perspirációs folyadékvesztést növeli. A folyadék-elektrolit zavarok következményei annál súlyosabbak, minél fiatalabb a gyermek. Csecsemőknél és kisgyermekknél ugyanis a nagyobb anyagcsere három-négyszeres folyadékforgalommal és nagyobb fiziológiás folyadékvesztéssel jár, mint a későbbi életkorban, ezért toleranciájuk kisebb a változásokkal szemben. A folyadék-elektrolit egyensúly gyermekkori felborulásának fő kockázati tényezőit a 2.1.3. táblázatban foglaltuk össze.

A folyadékegyensúly zavarai

A folyadék-háztartás kóros eltolódása történhet folyadékhiány (dehidráció) és folyadék-többlet (hiperhidráció) irányába.

✚ Dehidráció

Az EC tér (intravasculáris és interstitialis) folyadékhiánya. Leggyakoribb okai a gastroenteritis, lázas állapot, diabeteses ketoacidosis, hyperventilatio, akut tubularis necrosis, égés, paralyticus ileus, diuretikus kezelés.

Több típusát különböztetjük meg a szérum-Na⁺-koncentráció és az ozmolaritás változásának függvényében:

2.1.3. táblázat. ✚ A folyadék-elektrolit egyensúly felborulásának kockázati tényezői gyermekkorban

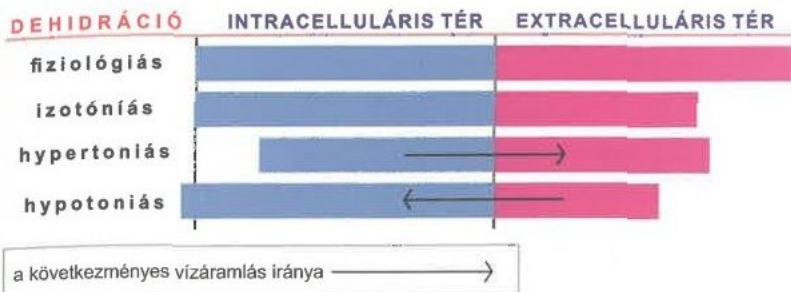
A szervek funkcionális érettségének hiánya megszületéskor	vese csecsemő: fokozott dehidráció- és acidosis hajlam 2 éves kor után válik teljessé a funkciója	glomerulusok érettsége hat hónapos korra	kicsi glomerulusok és glomerularis felszín	alacsony glomerularis filtrációs ráta (a felnőtt kb. 1/3-a), három éves korra éri el a felnőttértéket	csökkent víz-, Na ⁺ , K ⁺ , foszfát-, Ca ⁺⁺ - és H ⁺ -exkréció, elhúzódozó gyógyszerkiválasztás
			magas vascularis rezisztencia		
	tubulusok	behatárolt szekréció és reszorpció	beszűkült koncentrálókapacitás	gyengébb vizelet-savanyító képesség	
	gyomor-bél rendszer	csecsemőkorban gyorsabb bélperisztaltika			folyadék- és elektrolitvesztés fokozott kockázata
nagyobb felület					
naprafolyadékbevitel mennyisége az ellátó felnőttől függ	oesophagus sphincter záródása még nem teljes		regurgitatio, bukogatás		
	gyakoribb gastrointestinalis infekció				
inadekvát mennyiségű és minőségű bevitel					
Extra veszteség egyes kórállapokban	becsült veszteség	láz	12%/1 °C > 38 °C		
		perzisztáló lázas állapot	1 ml/ttkg/1 °C láz/h		
		hasmenés	10-75 ml/ttkg/nap (székletenként kb. 10 ml/ttkg)		
		hányás	hányásonként kb. 2 ml/ttkg		
		izzadás	10-25 ml/100 kcal		
		hyperventilatio	10-60 ml/100 kcal		

- **Izotóniás (isonatraemiás) dehidráció:** A gyermekkori dehidrációk 70%-a, leggyakrabban gastroenteritis következménye,
 - arányos mértékű víz- és Na⁺-vesztés, a szérumszám Na⁺ 130-150 mmol/l,
 - a folyadékvesztés főként az EC teret érinti, de terhet az EC és IC tér közösen viseli, a hiány és következményes perifériás keringészavar kevésbé nyilvánvaló.
- **Hypertóniás (hypernatraemiás) dehidráció:** Ritka, főként idegrendszeri károsodás, elégtelen vízfelvétel, tartós ozmódiuretikus terápia, diabetes insipidus, hiperozmoláris tápszerrel történő táplálás következménye,
 - a folyadékvesztés az IC és az EC teret egyaránt érinti, a vízvesztés meghaladja a Na⁺-vesztést, a szérumszám Na⁺ > 150 mmol/l,
 - görcs gyakori velejárója.
- **Hypotóniás (hyponatraemiás) dehidráció:** A sóvesztés meghaladja a vízvesztést, főként cystás fibrosis, preterminális veseelégtelenség esetén a szérumszám Na⁺ < 130 mmol/l,
 - görcs jellemző.

A vízterek eloszlásának dehidrációban fellépő eltolódását a 2.1.3. ábra mutatja.

A dehidráció klinikai tünetei:

- beesett, árkolt szemek,
- elesettség,
- könnyezés csökkenése/hiánya,
- száraz nyelv és nyálkahártyák,
- bőrturgor csökkenése,
- CRT (capillar refilling time) megnyúlása,
- filiformis pulzus, tachycardia,
- csökkent vizeletürítés,



2.1.3. ábra. ✚ A vízterek arányának változása a dehidráció különböző típusaiban

- szédülés, posturalis vérnyomásesés,
- tudat romlása,
- besüppedt nagykutacs,
- súlyvesztés (1 ml vízhiány 1 g testtömegcsökkenést okoz).

A dehidráció súlyossági fokozatai:

- enyhe: fentiekből egy-két tünet, veszteség < 50 ml/ttkg, vagy kisebb a testsúly 5%-ánál;
- közepes: fentiekből három-hat tünet, veszteség 50–100 ml/ttkg vagy a testsúly 5–10%-a;
- súlyos: fentiekből ≥ 7 tünet, veszteség > 100 ml/ttkg, vagy nagyobb a testsúly 10%-ánál.

A folyadékhiány mértéke a CRT (capillar refill time) alapján:

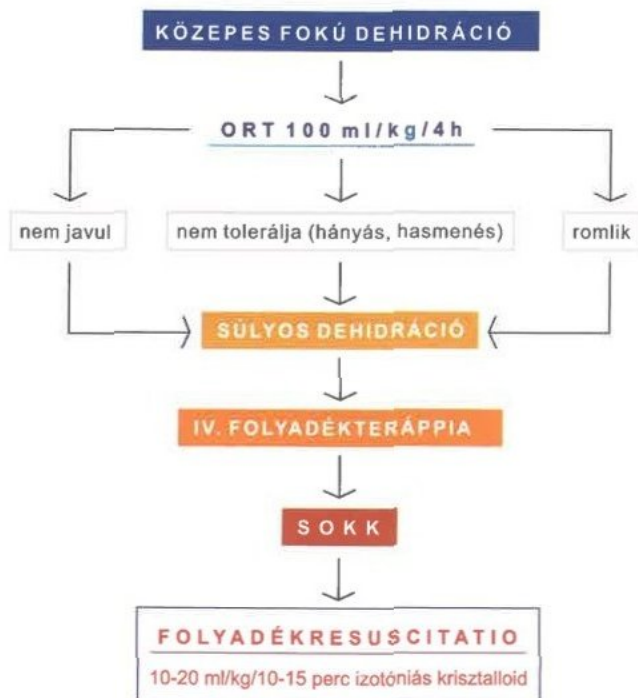
- CRT < 2 s: normál hidráltsági állapot,
- CRT: 2–3 s: enyhe (3–5%) folyadékhiány,
- CRT: 3–4 s: mérsékelt (6–10%) folyadékhiány,
- CRT > 4 s: súlyos (9–15%) folyadékhiány.

A dehidráció ellátása során a hiány gyors korrekciója után fontos a fenntartó szükséglet biztosítása és az extra veszteségek fedezése is. A folyadékhiány mértékétől és a gyermek orális itathatóságától függően döntünk per os, illetve iv. volumenbevételről. **Az orális rehidrálófolyadék (ORF) összetétele 1 liter oldatban:** 60 mmol Na^+ , 60 mmol Cl^- , 30 mmol HCO_3^{++} , 20 mmol K^+ , 16 g glükóz (ozmolaritása 240 mOsm/l) (2.1.4. ábra).

Az ellátás speciális szempontjai a dehidráció típusától függően:

- **Izotónias dehidráció:**
 - hiánypótlás izotónias kristalloiddal;
 - súlyos hypovolaemia esetén 10–20 ml/ttkg 5–10 perc alatti bevitel a stabil hemodinamikai állapot eléréséig;
 - nagy volumen gyors bevétele esetén a hypoglykaemia megelőzésére 2–4 ml/ttkg 5–10%-os dextróztartalmú infúzió korai adása válhat szükségessé, főképp kisgyermeknél;
 - a fenntartó szükséglet fedezése kisdedeknél 0,3%, nagyobb gyermekeknél 0,45% NaCl-dal javasolt;
 - klasszikus folyadékresuscitatio viszonylag ritkán szükséges.
- **Hypotónias dehidráció:**
 - sokkös állapot esetén 20 ml/ttkg normál salina (NS) gyors bevétele, és ismétlése a perfúzió helyreállításáig;
 - tünetet okozó hyponatraemia esetén 1,2 ml/ttkg 2–3%-os NaCl 15 perc alatt, majd a fenntartó infúzió Na^+ -koncentrációját úgy változtatva, hogy a normál szérumszintet 24–48 óra alatt érjük el;
 - a Na^+ -hiányt az alábbi képlettel számoljuk ki:

$$135 - \text{mért szérumszám} - \text{Na}^+ \times \text{ttkg} \times 0,6 \text{ (mmol)}$$



2..1.4. ábra. ✚ Folyadékpótlás módja a dehidráció mértékétől függően

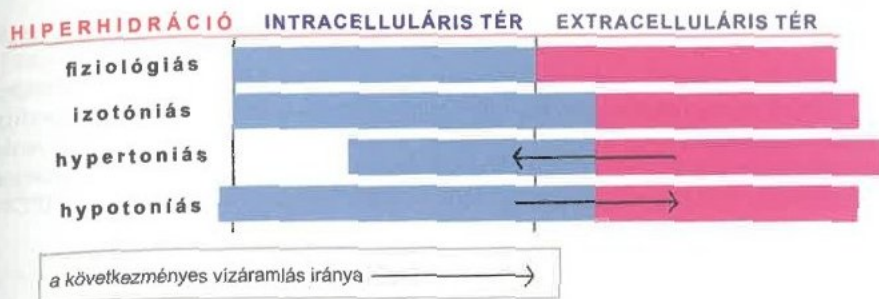
- a Na^+ -hiány miatt a fenntartó igény egy részét is célszerű izotóniás NaCl-dal fedezni;
- a szérum- Na^+ -emelkedés üteme ne haladja meg a 0,5-1,0 mmol/l/h mértéket, az ozmotikus demyelinisatio elkerülése érdekében.
- **Hypertóniás dehidráció:**
 - a hiányt izotóniás NaCl-dal rendezzük, hogy elkerüljük a 24 óra alatt 8-12 mmol-nál nagyobb szérum- Na^+ -csökkenést, agyoedema és görcs fokozott kockázata miatt;
 - az izotónia helyreállításának vitális prioritása van az izovolaemia helyreállításával szemben;
 - Ringer-laktát (RL) kerülendő, mivel hipoozmolaritása miatt agyoedemát okozhat.

Az első lépés szükség szerint sokktalanítás, majd a folyadékhiány pótlása $\frac{1}{2}$ NS + 5% dextróztartalmú infúzióval az alábbiak szerint:

- szérum- Na^+ 145–157 mmol/l esetén: 24 óra alatt,
- szérum- Na^+ 158–170 mmol/l esetén: 48 óra alatt,
- szérum- Na^+ 171–183 mmol/l esetén: 72 óra alatt,
- szérum- Na^+ 184–196 mmol/l esetén: 84 óra alatt.

✚ Hiperhidráció

A vízterek növekedése lehet abszolút folyadéktöbblet vagy átrendeződés következménye (2.1.5. ábra). Veszélye az oedema, amelynek leggyakoribb okai: pangásos szívelégtelenség, fehérjevesztő enteropathia, májbetegség, nephrosisszindróma, iatrogén túltöltés. Nemcsak a súlyos akut hypovolaemia, hanem a túltöltés is növeli a morbiditási és mortalitási rizikót. A túltöltés compartment szindrómához, tüdő- és agyoedemához, keringési elégtelenséghez vezethet. A hasi compartment rontja a hemodinamikát és a légzés/



2.1.5. ábra. ❖ A vztterek arányának változása a hiperhidráció különböző típusaiban

lélegeztetés hatékonyságát. A gyors volumenbevétel feltehetően gátolja a catecholamin-mediált kompenzációs mechanizmusokat, a hiperozmolaritás capillarisáteresztést okozhat.

Extracelluláris (intravasculáris és interstitialis) folyadék-többlet okai:

- túlzott sóvisszatartás,
- fokozott aldosteronszekréció (tartós glükokortikoidszedés, pangásos szívelégtelenség, krónikus veseelégtelenség, májcirrhosis, mellékvesetumor),
- iatrogén túltöltés.

Klinikai tünetek:

- hirtelen súlygyarapodás,
- hirtelen májnagyobbodás,
- periorbitális, sacralis és scrotalis oedema,
- tachydyspnoe, a légzési munka fokozódása, hörgő légzési hangok, pangásos szörtyzörejek a tüdő felett,
- galoppitmus, peckelő pulzus, télt jugularis vénák.

A túltöltés (fluid overload – FO) kezelése:

- a folyadékresuscitatio azonnali leállítása,
- a fölösleges folyadék eltávolítása diuretikummal,
- vesepótló kezelés, ha a beteg rehidráció után is anuriás vagy testsúlyának emelkedése meghaladja a 10%-ot.

Perioperatív megfontolások

Az intra- és posztoperatív szövődményeket, valamint a morbiditási és mortalitási rizikót nagymértékben megnövelik a folyadék- és elektrolitzavarok.

A kockázat csökkentésének alapvető feltételei a következők:

- **Preoperatív szak:** volumen- és elektrolitkorrekció.
- **Intraoperatív szak:**
 - a folyadék-elektrolit egyensúly megőrzése,
 - az akut vesztés korrekciója,
 - a hidegstressz elkerülése ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$ testhő \uparrow = folyadékvesztés 12-14% \uparrow),
 - az altatógáz pársítása és melegítése \rightarrow inszenzibilis folyadékvesztés \downarrow ,
 - az inhalációs ágensek myocardiumdeprimáló és vasodilatatív hatásának figyelembevétele (víz- és Na^{++} -retenció!),
 - hyperventilatio kerülése a szérum- K^{+} -csökkenés fokozott kockázata miatt.
- **Posztoperatív szakban a folyadékterápia szempontja:**
 - opiátindukált ADHD-túlprodukciónak miatt víz- és Na^{+} -retenció,
 - a veszteségek figyelembevétele a folyadékterápia vezetésénél.
- **A teljes perioperatív időszakban** az életkor-specifikus élettani sajátosságok figyelembevétele, valamint célorientált individuális terápia (EGDT) biztosítja a beteg legnagyobb biztonságát.

Perioperatív folyadékterápia

Mind az alkalmazott folyadék mennyisége, mind minősége (összetétele) meghatározó a szövődmények szempontjából. Perioperatív hypovolaemia esetén a szöveti hipoperfúzió, tachycardia, veseelégtelenség kockázata mellett szepszis, szisztémás gyulladásoos reakció (SIRS) és többszervi elégtelenség (MOF), hypervolaemia esetén keringésterhelés, pulmonalis szövődmények, hypertensio, oedema, ileus és posztoperatív nausea, vomitus (PONV) fenyegeti leginkább a betegeket.

✚ Az infúzió mennyisége

A perioperatív szakban alkalmazott folyadék mennyiségének meghatározásakor az alábbi szempontokat vesszük figyelembe az optimális stroke-volumen biztosítása érdekében:

- életkor, alapbetegség(ek), fizikális állapot,
- a műtét típusa,
- az anesztetikumok cardiovascularis hatásai,
- preoperatív carentia és veszteségek (hányás, ileus, vérvesztés stb.),
- a sebészeti beavatkozás invazivitása (testüregmegnyitás, vérzésrizikó),
- a műtéti stressz dysglykaemiát okozó hatása,
- fontos a folyadékbevitel szempontjából figyelembe venni azokat az alapbetegségeket is, amelyek SIADH-szerű állapot (syndrome of inappropriate ADH secretion) miatt szabadvíz-visszatartást és hyponatraemiát okozhatnak (tumor, trauma, neuroinfekció, pneumonia, bronchiolitis, asthma bronchiale, kritikus állapot).

✚ Megfontolások

• A preoperatív carentia minimalizálása

Mivel az elhúzódoó éhezés hypoglykaemiához, lipolysishez, ketoacidosishoz és a nar-kózis indukciója során hypotensióhoz, PONV-hoz vezethet, a **műtét előtt egy órával még célszerű szénhidráttartalmú tiszta, átlátszó folyadék itatása**, ami nem növeli a gyomor-nedv felszaporodását és az aspiráció kockázatát sem. Anyatejet négy, tápszert négy-hat (három hónapos kor alatt négy, három hónapos kor felett hat) órával a műtét előtt kaphat a csecsemő, nem humán tejet és könnyű ételt hat órával előtte fogyaszthat a gyermek elektív műtét esetén. Így elkerülhető a preoperatív folyadékhiány fellépése. Amennyiben már műtét előtt fennáll hiányállapot, azt célszerű korrigálni.

• Intraoperatív folyadékterápia

Intraoperatív folyadékterápia részben a fenntartó folyadékigény, másrészt a veszteségek pótlásából tevődik össze.

A **fenntartó szükséglet** mennyisége (az újszülöttek kivételével) a 4-2-1 formula (Holliday–Segar-képlet) segítségével határozható meg (1 kcal metabolizálása \approx 1 ml víz):

- testtömeg \leq 10 kg: 100 ml/ttkg/nap (100 kcal) – 4 ml/ttkg/h
- testtömeg $10 \leq 20$ kg: 1000 ml + 50 ml/ttkg/nap – 2 ml/ttkg/h
- testtömeg $>$ 20 kg: 1500 ml + 20 ml/ttkg/nap – 1 ml/ttkg/h

Fiziológiás folyadékigény újszülötteknél:

1. életnap: 50–60 ml/ttkg/nap.
2. életnap: 70–80 ml/ttkg/nap.
3. életnap: 80–100 ml/ttkg/nap.
4. életnap: 100–120 ml/ttkg/nap.
2. élethétől: 150 ml/ttkg/nap.

A **veszteségek pótlása**: Egyénileg, a volumenvesztés ütemétől és mennyiségétől függően. Az intraoperatív folyadékterápia üteme megbecsülhető a műtéti trauma nagysága és a beteg életkora alapján is (2.1.4. táblázat).

2.1.4. táblázat. ✚ Az intraoperatív folyadékterápia ütemének becslése a műtéti trauma nagysága és a beteg életkora alapján

		1. óra		2. órától	
		Életkor < 3 év	Életkor > 3 év	Pluszigény (ml/ttkg/h)	Összigény (ml/ttkg/h)
Összfolyadék-igény	fenntartó (ml/ttkg/h)	25 ml/ttkg/1 h	15 ml/ttkg/1 h	4	
	műtéti trauma	enyhe		2	6
		mérsékelt		4	8
		súlyos		6	10

Megjegyzés: Az anesztetikumok, a fájdalom és a nyugtalanság által indukált ADH-túlprodukciónál esetén fellépő hyponatraemia és vízretenció módosíthatja a fenti képlet alapján számított folyadékigényt, amelynek figyelmen kívül hagyása hyponatraemiás encephalopathiához, maradandó agykárosodáshoz, kómához és halálhoz vezethet!

Posztoperatív folyadékterápia

- Az első 24 óra folyadéktervébe szükséges a műtét alatt adott folyadékot is beszámítani.
- Amennyiben műtéti komplikáció miatt és a behelyezett dréneken nincs kóros mértékű vesztés, továbbá a beteg hemodinamikailag egyensúlyban van, a napi fizioiógias fenntartó folyadékigénynél körülbelül 20-25%-kal kevesebb biztosítandó az átmeneti ADH-túlprodukciónál miatt az első posztoperatív napon.
- Törekedni kell visszatérni mielőbb a per os folyadékbevitelre.

✚ Az infúzió minősége (összetétel)

Megfontolások:

- Elektrolitmentes oldatok alkalmazása abszolút kontraindikált hyponatraemia és vízintoxikáció okozása miatt.
- A 0,9%-os NaCl nem fizioiógias, csupán izotóniás! Fokozott Cl-terhelést és acidosist okozhat.
- Optimális folyadékpótlás izotóniás balanszírozott (bikarbonátiont tartalmazó) kristalloid oldattal lehetséges (Ringer-laktát, Ringerfundin, Isolyte).
- A volumenpótló és volumennövelő mesterséges kolloidoldatok ozmotikus aktivitással növelik az iv. volument, azonban allergiás reakciót, véralvadási zavart, ozmotikus diuresist, súlyos állapotú betegeknel veseelégtelenséget okozhatnak. (Gyermekeknel kolloidoldatként általában humán albumin kerül alkalmazásra.)
- A transzfúzió indikációja nemcsak az aktuális hemoglobinérték, hanem az akut vérzés által kialakuló hemodinamikai instabilitás és hypoxaemia.
- Műtét alatt multifaktoriális tényezők vezethetnek coagulopathiához és masszív vérzéshez, amelyben szerepet játszik a folyadékterápia miatti dilúció, a hypothermia és acidosis, a hypocalcaemia, valamint a masszív transzfúzió is.
- A vérzéskontroll feladata a differenciált célvezérelt haemostaticus terápia mellett a fenti kockázati tényezők kezelése is.
- Hypovolaemia korrekciójára nem indokolt plazma adása.
- Glükózbevitel: mind a hypo-, mind a hyperglykaemia növeli a perioperatív kockázatot idegrendszeri károsodás veszélye miatt.
 - A hypoglykaemia elsősorban a glikogénraktárakkal nem rendelkező kora- és újszülötteket, fiatal csecsemőket veszélyezteti, akár kétórai éhezés esetén is.

- Koncentrált glükózoldat adásának indikációi: újszülött, preoperatív parenterális táplálás, hypoglykaemiára hajlamosító állapotok (májbetegség, koraszülöttség).
- Nagyobb gyermekeknel a perioperatív időszakban cukormentes vagy 1-2%-os glükózkoncentrációjú oldat javasolt.
- **Diabetes mellitus (T1DM)** esetén a per os carentia idején diabetológussal összeállított előzetes terv szerinti inzulin- és glükózbevitel, rendszeres vércukorkontroll szükséges.

Speciális megfontolások

Az újszülöttkorban végzett műtétek utáni folyadékszükséglet változik a diagnózis, illetve a műtét típusa szerint és a műtétet követő napok száma szerint. Kisebb műtétek, stoma, atresiák, anastomosis után az első három napon a száraz oldalon tartjuk a beteget 65–100 ml/kg/nap bevitellel, amit fokozatosan emelünk fel a normális napi folyadékigény szintjére. Ez bél-anastomosisoknál különösen fontos, mert a korai oedema könnyen varrat-elégtelenséget okozhat.

A gastroschisis, meconiumperitonitis, volvulus műtét utáni napon magas, 140–190 ml a folyadékbevitel-igény, ami fokozatosan csökkenthető. NEC-hez társuló perforáció esetén a folyadékbevitel-igény napokig magas, 180–200 ml/kg/h is lehet.

Újszülötteknél az óránkénti vizeletmennyiség monitorizálása lehetőséget ad a folyadékbevitel négy-nyolc óránkénti felülvizsgálatára. Amikor száraz oldalon tartjuk a beteget, megelégedhetünk 1 ml/kg/h vizelettel, egyébként 2-3 ml/kg/h vizeletürítést várunk, különösen nagyobb műtéteket követően.