

Folyadék-elektrolyt háztartás

Ökrös Iona

**B-A-Z Megyei Kórház és Egyetemi Oktató Kórház
Miskolc**

Debrecen, 2006.12.06.

Fizikai alapfogalmak I.

Atom:

az anyag legkisebb része, az adott anyagra jellemző

Molekula:

a vegyületek jellemző legkisebb része, több atomból áll

Vegyületek (molekulák):

2 vagy többféle atom kémiai kötésben

Atomsúly:

a kémiai elemek 1 atomja x -szor nehezebb a C-atom 1/12 részénél

$$\text{Na} = 23$$

$$\text{K} = 39$$

$$\text{Cl} = 35,5$$

Molsúly: az atomsúlyok összege $\text{NaCl} = 23 + 35,5 = 58,5$

$$\text{KCl} = 39 + 35,5 = 74,5$$

Vegyérték: valamely elem 1 atomja x H atomot tud megkötni

Egyenértéksúly: atomsúly / vegyérték

Gramm \sim : vegyületek, elemek egyenértéknyi mennyisége g-ban

Fizikai alapfogalmak II.

Oldatok koncentrációja:

súly %:	100 g-ban	? g
volumen %:	100 ml-ben	? ml
vegyes %:	100 ml-ben	? g

Molos oldat: a gram-molsúlynyi mennyiség 1 l-ben oldva

NaCl	= 23 + 35,5 = 58,5 g/l
KCl	= 39 + 35,5 = 74,5 g/l
NaHCO ₃	= 23 + 61 = 84 g/l

Törzsoldat: molos oldat 100 ml-re vonatkoztatva (vegyes %)

NaCl	= 5,85 %
KCl	= 7,4 %
NaHCO ₃	= 8,4 % (4,2 %)

Osmosis

Osmolalitás: szárazanyag-koncentráció / kg víz

Osmolaritás: szárazanyag-koncentráció / l víz

Osmotikus nyomás: 300 mosm/kg (szűk határok, 275-310)

Meghatározás:

1. Jackson - képlet:

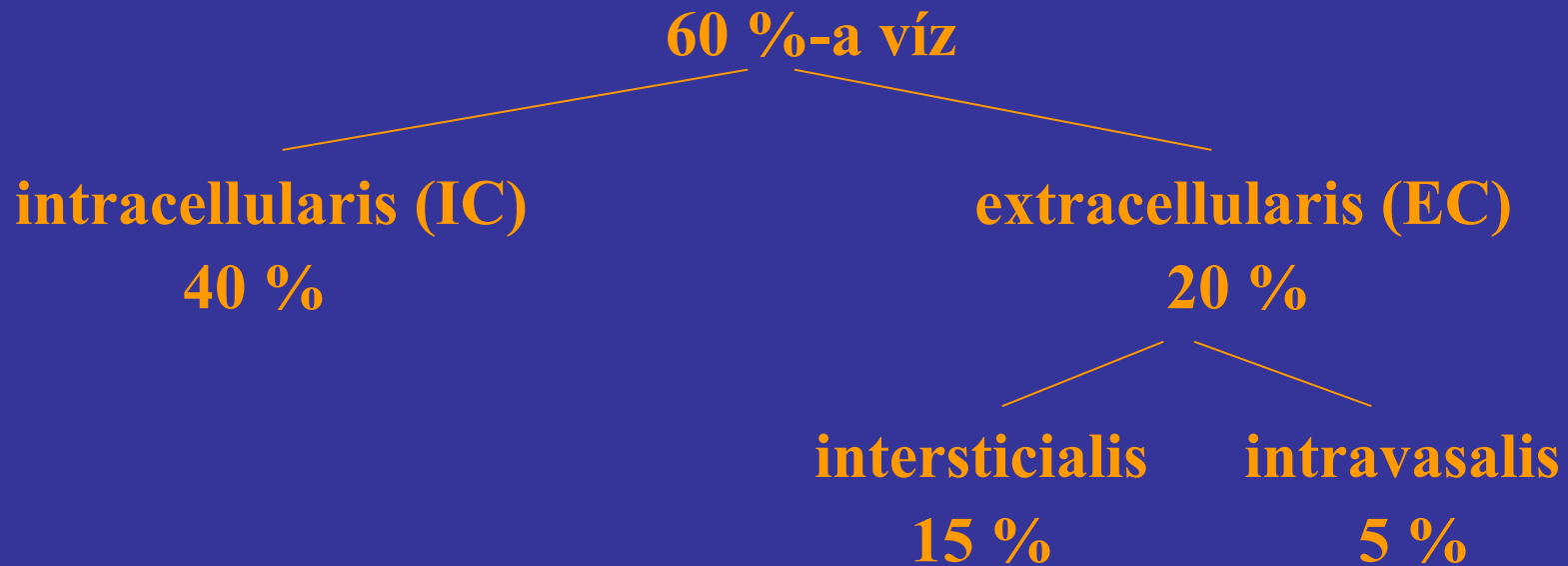
$$\text{Se osmolalitás} = 2x (\text{Na} + \text{K}) + \text{glukóz} + \text{urea N} \\ (\text{urea N} = \text{KN} + 2,14)$$

2. vagy

$$\text{Se osmolalitás} = (\text{SeNa}^+ + 5) \times 2$$

Mérés: osmometer

A szervezet



3. folyadéktér - minimális (liquor, ízületi folyadék),
de kóros állapotokban extrém lehet (ileus)

Homeostasis: isovolaemia

isoionia

isoosmosis

isohydria

A víztereket elválasztja...

Intra-extracelluláris tér →

szemipermeabilis membrán

Interstitialis-intravasalis tér →

capillaris endothel

A folyadékterekben érvényesülő hatások:

- osmotikus nyomás**
- kolloid-osmotikus nyomás**
- kolloid-onkotikus nyomás**

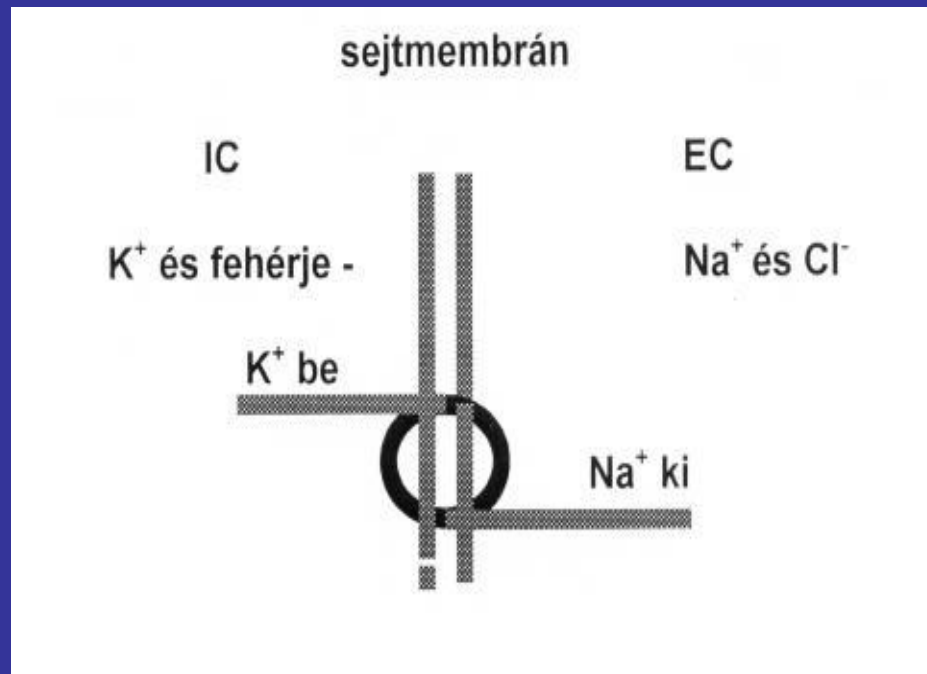
Szemipermeabilis membránokon érvényesülő hatások

1. Fizikai:

- diffúzió és osmosis szabályai szerint: kiegyenlítődés a koncentráció-különbség alapján (víz)

2. Kémiai: töltések egyensúlya

3. Biológiai: aktív Na^+ - K^+ pumpa



A kapilláris membrán

- sejtek (endothel-sejtek) együttese

- ma már önálló szerv

- anyagok áramlása fiziko-kémiai
törvényszerűségek alapján

diffúzió

kolloid-ozmotikus nyomás

kolloid-onkotikus nyomás

Monitorozás

Az EC térrel (intravasalis) van kapcsolatunk

- felvett / ürített folyadék
- vizelet koncentrációja
- keringés: vérnyomás, pulzus, CVP
- laboratóriumi vizsg.: Ht, CN, kreatinin, fehérje,

Az IC tér megítélése nehezebb:

- bőrturgor, nyelvszárazság
- vvt térfogata
- szubjektív panaszok: szomjúság, szájszárazság

Fiziológiás ioneloszlás

	Extracellurais	Intracellularis
Na⁺:	142 mmol/l	20 mmol/l
K⁺:	4 mmol/l	126 mmol/l
Ca⁺⁺:	1 mmol/l	3 mmol/l
Mg⁺⁺:	2 mmol/l	0 mmol/l
	149 mmol/l	149 mmol/l
Cl⁻:	102 mmol/l	78 mmol/l
bicarb.⁻:	24 mmol/l	18 mmol/l
fehérje⁻:	15 mmol/l	36 mmol/l
foszfát⁻:	2 mmol/l	4 mmol/l
egyéb⁻:	6 mmol/l	13 mmol/l
	149 mmol/l	149 mmol/l

Anion-gap

A rutin laboratóriumi vizsgálattal nem mért anionok mennyisége (foszfát, urat, szulfát)

Cl⁻ 107 mmol/l

HCO₃⁻ 26 mmol/l

Egyéb anionok (ketosavak) felszaporodása esetén

Cl⁻ és HCO₃ visszaszorul



gap nő

Számítás:

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 12 \text{ (16) mmol/l}$$

Napi folyadékforgalom

Felvett folyadékmennyiség	~ 1500 ml
táplálék	~ 800 ml
oxidációs víz	~ <u>300 ml</u>
	~ 2600 ml
Ürített folyadék	
vizelet	~ 1300 ml
széklet	~ 300 ml
perspiratio insensibilis	~ <u>1000 ml</u>
	~ 2600 ml
Izzadás:	NaCl és vízvesztés

Napi szükséglet

víz: 30 ml/tskg

Na⁺: 1-2,5 mmol/kg

K⁺: 1-2 mmol/kg

Cl⁻: 1,5-3 mmol/kg

Ca⁺⁺: 5-15 mg

Mg⁺⁺: 1 mg + nyomelemek

Az ion- és vízszükséglet számítása

Na -szükséglet = Na kell - Na van x 0,2 x tskg

K - szükséglet = K kell - K van x 0,2 tskg

Na van + Na kell x 0,2 x tskg

1 g Na = 17 mmol

1 g K = 13,5 mmol

Infúziós alapoldatok

Összetétel	Salsol A	Ringer	1/2 Ringer	Ringer laktát	Isodex 5%	Rindex 5	Rindex 10	Sterof.B	Sterof.G
Na⁺ (mmol/l)	154	147	73,6	130,8	-	73,6	73,6	53,7	140,0
K⁺ (mmol/l)	-	4,0	2,0	5,4	-	2,0	2,0	24,2	4,0
Mg⁺⁺ (mmol/l)	-	-	-	1,3	-	-	-	2,5	1,0
Ca⁺⁺ (mmol/l)	-	2,0	1,14	0,9	-	1,14	1,14	-	2,5
Cl⁻ (mmol/l)	154	156	77,9	112,5	-	77,9	77,9	50,6	106,0
Laktát⁻ (mmol/l)	-	-	-	27,8	-	-	-	25,0	45,0
Glukóz (g/l)	-	-	-	-	50	50	100	50	50
Osm. (mosm/l)	308	310	156	300	300	430	707	441	580
Szabadvíz	-	-	+	-	+	-	-	+	+

Krisztalloidok

NaCl 0,9%	308
Ringer	312
Ringer-laktát	300
Sterofundin B	441

Kolloidok

Haes (200/0,5)	308
Plasmasteril (400/0,7)	308
Rheomacredox 10%	308
Gelofusin	274
Gelifundol	275

Cukor-, aminosav- és zsíroldatok

Rindex 5%	426
Rindex 10%	703
Fructosol 5%	278
Fructosol 10%	555
Isodex	278
Aminoplasmal 5%	590
Aminoplasmal 10%	885
Lipofundin MCT 10%	345
Lipofundin MCT 20%	380
Nutiflex basal (32/125)	1150

A folyadékháztartás egyes szabályozói

ADH (arginin-vasopressin)

- a hypothalamus paraventricularis és supraopticus magnocellularis neuronjaiban termelődik
 - octapeptid
 - erőteljes vasoconstrictor
 - vízvisszaszívás a distalis tubularisokban
- befolyásolja:
- hypothalamus osmoreceptorai (>290 mosm/l)
 - baroreceptorok (a.carotis, aortaív)
 - szimp.idegr. aktivitás-fokozódása

Aldosteron

- m.vesekéreg
- Na-visszaszívás (+víz), K⁺ ürítés
(aldosteron antagonistá diuretikumok)

A folyadékháztartás egyes szabályozói

Renin-angiotensin

angiotensinogén → (renin) → angiotensin I.

↓ ACE

angiotensin II.

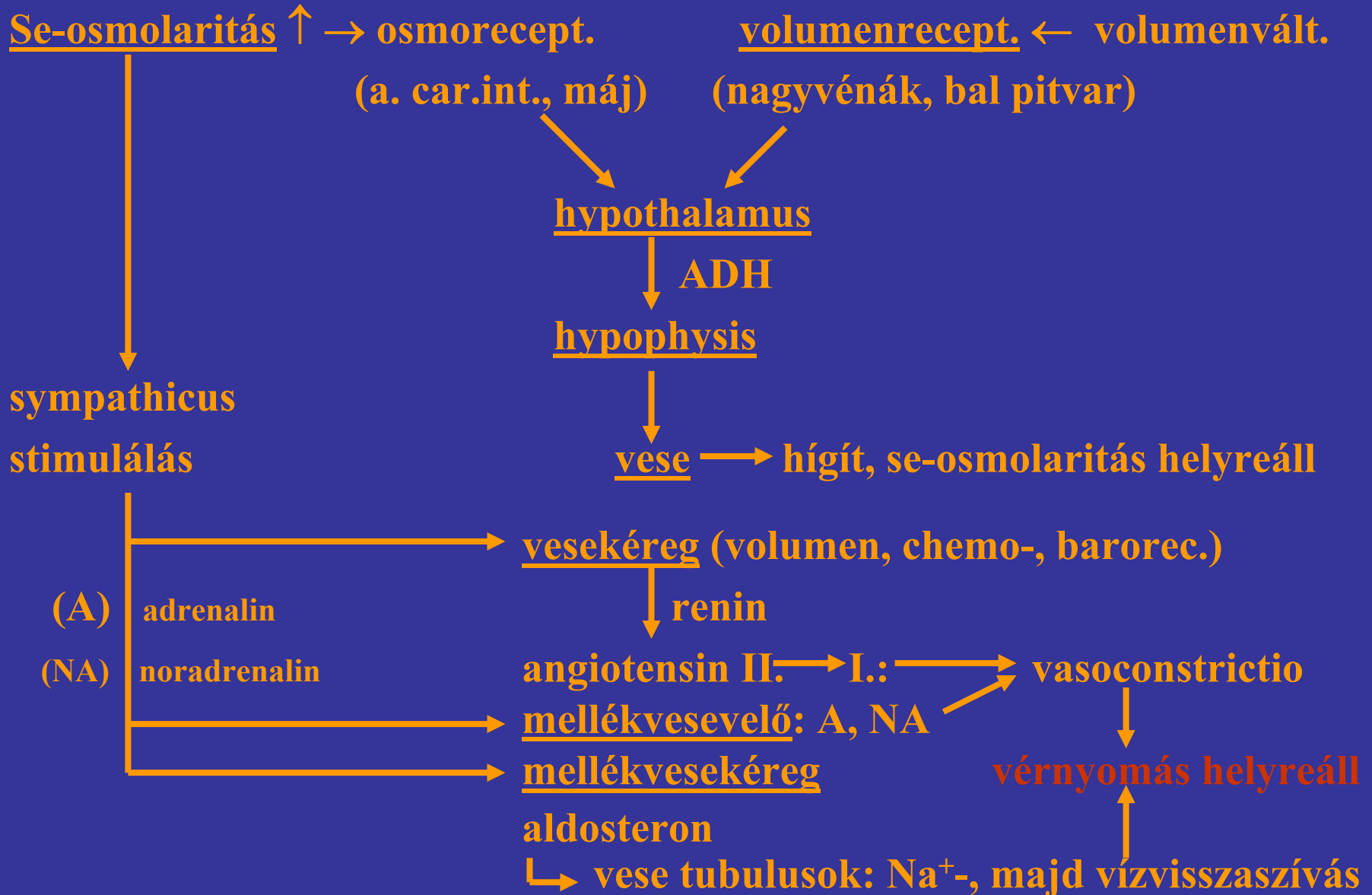
angiotensin II: erős vasoconstrictor
bontja az angiotensinase
renin: vesekéregben képződik

Központi idegrendszer → vasoconstrictio

Natriureterikus faktor → kevésbé jól definiált

Fontos! A prioritás a volumené! (pl. hyposmotikus hypovolaemia esetén is további vízretenció!)

Folyadék-ionforgalom szabályozása



Diabetes insipidus

1. Centrális - tumorok, gyulladás agytörzsi beékelődés

- ADH secretio megszűnik
- 10-14 l vizelet/nap
- fajsúly 1001-1003
- Kezelés: ADH orrcsepp, spray, injekció

2. Nephrogen - ADH receptorok hiánya vagy károsodása

- ADH kevésbé hat

3. Excesszív vízfelvétel

Polyuria: 30 ml/kg/nap

SIADH: syndrome of inappropriate antidiuretic hormone secretion (SIADH) Schwartz - Bartter syndrome

Fiziológiásan < 270 mosm/kg hatására az ADH secretio csökken \rightarrow víz diuresis

se. osmolalitás helyreáll

SIADH: hyposmosis hatása nem érvényesül

további ADH secretio

további hyponatraemia

„vízmérgezés”

Okok: középagyi lokalizációjú tumorok
tályog, meningitis stb.

egyéb: tüdő kissejtes cc.

Kezelés: kacs-diuretikum

hypertoniás NaCl

Tünetek: hyponatraemia (< 130 mmol/l)

hyposmosis (< 280 mosm/kg)

vizelet Na (> 20 mmol/l)

A vízháztartás zavarai I.

I. Hypovolaemia, dehydration: csökkenett víztartalom

Klinikai tünetek:

- nyelvszárazság, esetleg szomjúságérzés
- tachycardia, elnyomható pulzus
- RR nem változik
- csökken a vizeletmennyiség, (más oka is lehet)

Laboratóriumi tünetek:

- magas Ht
- akár magasabb CN, kreatinin is
- koncentrált vizelet

Isotoniás isohydratio

osm.

IC / EC = 2:1



vol.

Se osmolalitás.: 300 mosm/kg

Folyadék-áramlás = vízvándorlás

alacsony osmolalitás → magas osmolalitás

Isotoniás dehydratio

Oka: só- és vízvesztés

csökkent folyadékfelvétel

Kiegyenlítődés: 0

Tünetek: dehydráció tünetei

Kezelés: isotoniás oldatok

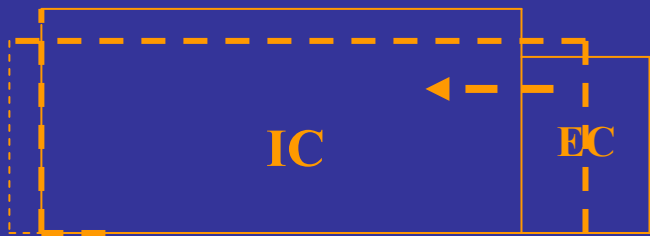
osm.

IC	EC
-----------	-----------

vol.

Hypotoniás dehydratio

osm.



vol.

Oka:

- **fokozott: Na^+ - vesztés**
(vesebetegség)

- **iatrogen: kezelés hypotoniás**
oldatokkal, nem elegendő

Kiegyenlítődés: EC → IC

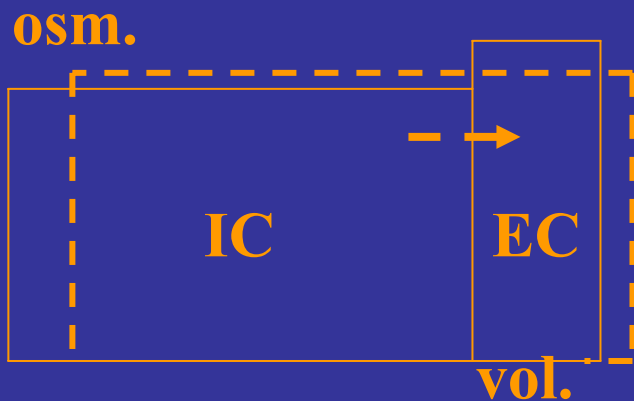
Tünetek: sejtduzzadás (IC)

hypotonia (EC)

Kezelés: hypertoniás NaCl

Hypertoniás dehydratio

Okai: vízvesztés



- endogen: hyperventillatio
polyuria - diab. mell.

- iatrogen: dehydrálás
vízdiuretikummal

Kiegyenlítődés: IC → EC

Tünetek: szomjazás (IC), hypotonia (EC)

Kezelés: hypotoniás oldatok

A vízháztartás zavarai II.

II. Hypervolaemia, hyperhydratio

Klinikai tünetek: nyugtalanság, zavartság

- RR általában magas
- pulzus szapora, de nem elnyomható
- szívelégtelenség, tüdőoedema
- fulladás, szív táji szorítás
- kevés a vizelet

Laboratóriumi tünetek:

- Ht alacsony, „hígabb” a beteg
- vizelet „koncentrált”

Isotoniás hyperhydratio

Osm.

IC	EC
----	----

vol.

Oka:

vese-szívelégtelenség

iatrogen: volumen túlterhelés isotoniás oldatokkal

Kiegyenlítődés:

∅

Kezelés:

diureticum (só-vízajtók)

pumpafunkció növelése

dialysis

Hypotoniás hyperhydratio



Ok: iatrogen: vesebeteg extra vízfelvétele

volumenterhelés hypotoniás oldatokkal

Folyadékterek közötti mozgás: EC → IC

**Tünetek: hypertonia (EC)
sejtduzzadás (IC)**

**Kezelés: hypertoniás oldat
diuretikum (só-víz és víz-diuretikum)
dializálás**

Hypertoniás hyperhydratio

Ok: - fokozott só- és vízfelvétel

szív és / vagy

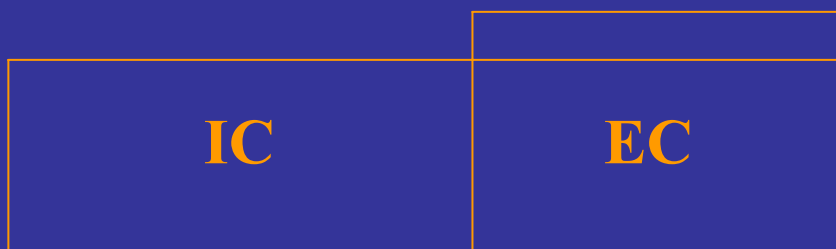
veseelégtelenséggel

- iatrogen: kezelés

hypertoniás oldatokkal

Kiegyenlítődés: IC → EC

Osm.



vol.

Tünetek: hypertonia tünetei (EC)

szomjúság (IC)

Kezelés: diuretikum

dialízis

hypotoniás oldatok

Diuretikumok

I. Osmotikus

a. mannitol 10-20%

- inert, kismolekulájú cukor
- nem metabolizálódik
- intersticiális hatás, isovolaemiában igazán hatékony
- szabadgyök-fogó?

b. hypertóniás glukózoldat - terápiásan nem

II. Kacsdiuretikum - furosemid

- Na^+ , K^+ és vízürítés (enzimgátlás)

III. Aldosteron - antagonistá - spironolacton

- Na^+ és vízürítés
- K^+ visszatartás

Diuretikumok - furosemid

Hatások és mellékhatások

- renin-secretio nő
- hypokalaemia
- metabolikus alkalózis
- ototoxicitás:

tartósan magas dózisok esetén

valószínűleg az endolympha változása miatt

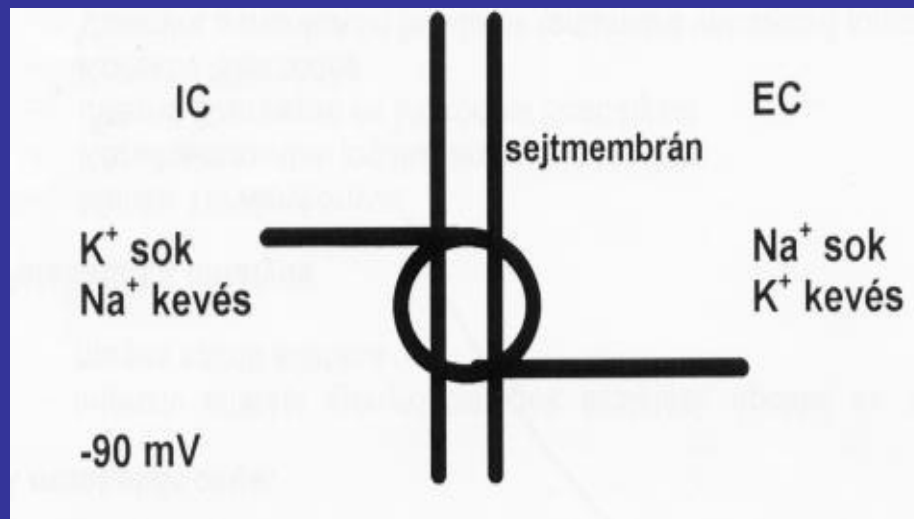
Kálium

EC: 3,5 - 5,5 mmol/l /2%/

IC: 136 mmol/l /98%/

Na⁺ - K⁺ - pumpa:

membránpotenciál: -90 mV az IC-re nézve



K⁺ - meghatározás: EC → se. K

IC → (izombiopsia) vvt - haemolysis

K^+ - anyagcsere

K^+ - anyagcsere: felvétel táplálékkal
 felszívódás a bélből
 (leadás vizelettel, széklettel)

Vese distalis tubulusaiban aldosteron - függő:

- Na^+ - visszaszívás, K^+ ürítés (Na^+ - K^+ csere)
- ha az elsődleges vizeletben kevés a K^+ , H^+ -t ürít helyette (Na^+ - H^+ csere)



metabolikus alkalosis

Hypokalaemia

3,0 (3,5) mmol/l alatt

Tünetek:

- | | |
|----------------------|---|
| izomgyengeség | - légzőizmok, bélmotilitás |
| cardialis | - bradycardia, ritmuszavarok |
| keringés | - vérnyomás csökken |
| EKG | - lapos negatív T, megnyúlt QT, U-hullám
(metabolikus alkalosis) |

Kezelés:

- napi szükséglet: 70-80 mmol**
- kompensálás csak lassan!**
- bizonyosan kevés, mert közben vesén át is ürül!**
- max. bevitel: 40 mmol/óra, 240 mmol/nap**

Készítmények: 7,4 %-os törzsoldat (KCl), molos oldat (Panangin)

Hyperkalaemia

7,0 mmol/l felett

- Tünetek:** - izomgyengeség
- EKG:** - magas, széles QRS, elevált ST, csúcsos T
- ritmuszavarok, kamrafibrillatio
- AV blokk
- Oka:** - vesebetegség
- gyors sejtpusztulás
 sérülések, égés
 izomgörcsök (tetanus, convulsiok)
- ischaemiás területek revascularisatioja
- gyors infundálás
- konzervvér transzfúzió
- Kezelés:** - bevinni a sejtekbe: cukor + inzulin
- diureticum (furosemid)
- Ca^{++}
- ioncserélő gyanták
- dialysis

Hyperkalaemia kezelése

- bevinni a sejtekbe: cukor + inzulin
1 g glukózzra 4 E inzulin
- diureticum (furosemid)
- Ca^{++} - a szívhatás kompenzálása (?)
- ioncserélő gyanták
lassú hatás
- dialízis

Calcium

A szervezetben előfordul

- fehérjéhez kötve (50 %) → 2,5-3 mmol/l
- szabad (ionizált) forma (~ 40 %) → ~ 1 mmol/l

Csak ez hatékony!

- nem ionizált formában (pl. csontban)

Szerepe

- normális izomtevékenység
- szívizom kontraktilitás
- idegrendszer (ingerületvezetés)
- véralvadás

Szabályozó

- mellékpajzsmirigy parathormonja

Hypocalcaemia

Összcalcium < 2,2 mmol/l

ionizált < 0,9 mmol/l

Oka: D-vitamin-hiány (mellékpajzsmirigy elégtelensége)

vesekárosodás

elégtelen bevitel, rossz felszívódás

fokozott ürítés

nagy mennyiségű citrátos vér

Gyakran társul Mg-hiánnyal és P-túlsúllyal

Tünetek: fokozott reflexek

paresthesiák

nehéz beszéd, özfej kéztartás

EKG: Q-T hosszú, kamra arrythmiák

Késői: hajhullás, száraz durva bőr

Kezelés: 10-20 ml 10%-os CaCl₂

Hypercalcaemia

Összcalcium > 3 mmol/l
ionizált > 1,1 mmol/l

Tünetek: hypo-areflexia
csökkent érzékenység
polyuria

EKG: bradycardia
QT csökken

Kezelés: sok folyadék
diuretikumok

Magnézium

- Többnyire:** csontban, intracellularisan
extracellularisan csak 1 %
- A K^+ után a legfontosabb i.c. kation!**
- Szerepe:** enzimek alkotóelem (i.c.)
ideg-izomingerlékenység
- Se-szint:** 0,8 - 1,2 mmol/l (ennek 60%-a ionizált)

Hypomagnesaemia

- Tünetei:** arrythmiák
„torsade des pointes”
pitvari ritmuszavarok is
zavartság, depressio
izomgyengeség
- Kezelés:** $MgSO_4$ oldat 10-50%-os oldat
- Napi max.:** 50 mmol

Foszfor

A legfontosabb intracellularis anion

Szerepe: csontépítés
normális sejtműködés

Se-szint: 0,7 - 1,3 mmol/l (részben fehérjéhez kötve)

Hypophosphataemia

Nagymennyiségű szénhidrát-infúzió után

Máj-veseelégtelenség, sepsis

Minden intenzíves betegnél!

Tünetek: gyengeség

Hyperphosphataemia

**Akut és krónikus veseelégtelenség
(gyakran hypocalcaemiával)**

Tünetek: gyakorlatilag nincsenek