

A folyadék- és elektrolit-kezelés alapelvei csecsemő- és gyermekkorban

Tulassay Tivadar
Semmelweis Egyetem
I. sz. Gyermekklinika

Latta T: Letter to the Central Board of Health,
London: relative to the treatment of cholera by
copious injection of aqueous and saline fluids into
the vein

Lancet. 1832. 2: 274-277.

- 15 moribund betegből 5 túlél
- az infúzió mennyisége kb. 5 l/óra volt
- többszöri infúzió adása is szükségessé vált

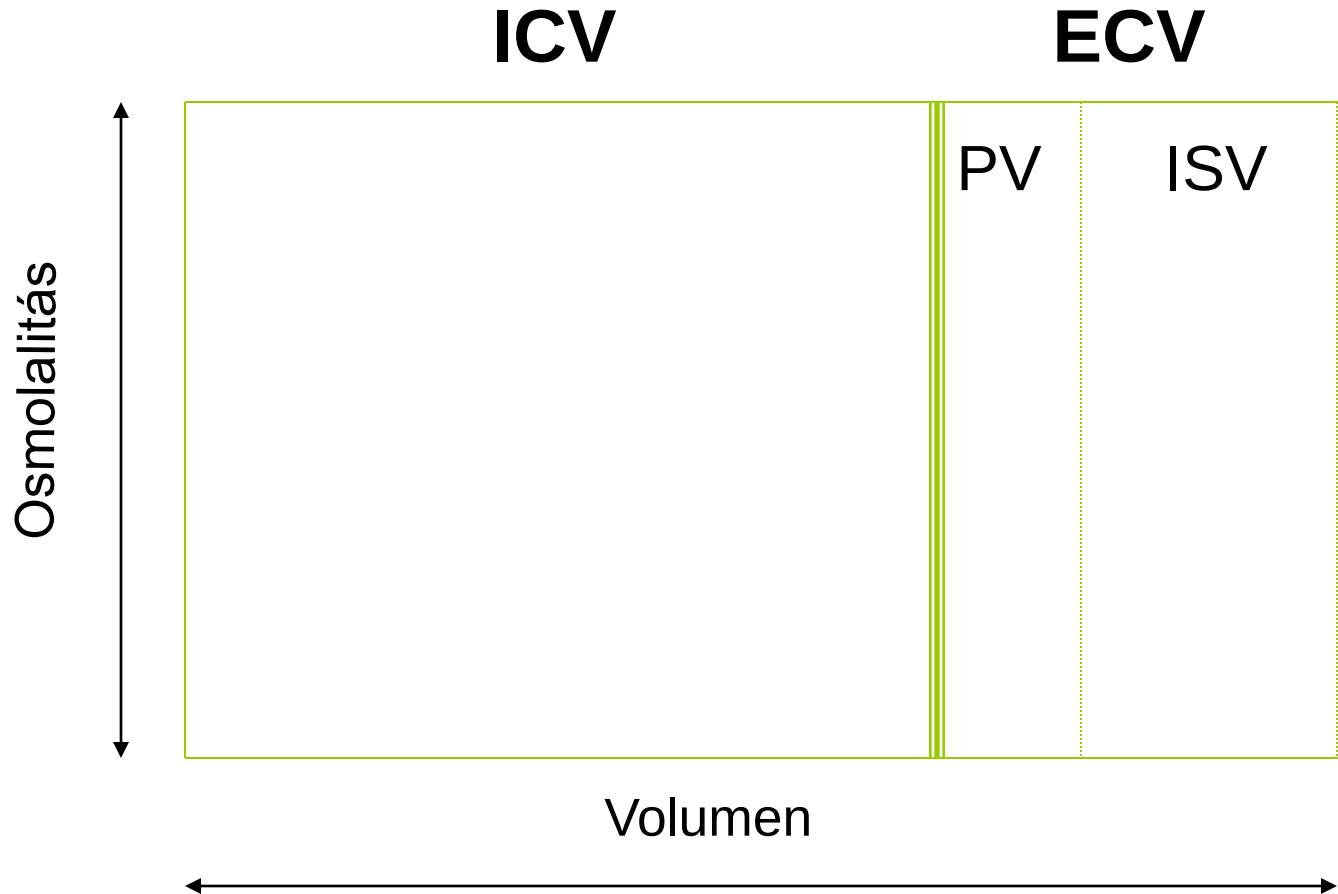
Blackfan KD, Maxcy KF: Intraperitoneal
injection of saline solution.

Am J Dis Child 1918. 15: 19-28.

Isotoniás NaCl oldatot adtak
intraperitoneálisan 9 hasmenéses
dehydratióban szenvedő csecsemőknek.
Mindannyiuk túlélte a betegséget.

Vízterek és szabályozásuk

(A víztereket két paraméter állandósága jellemzi:
osmolalitás és volumen)

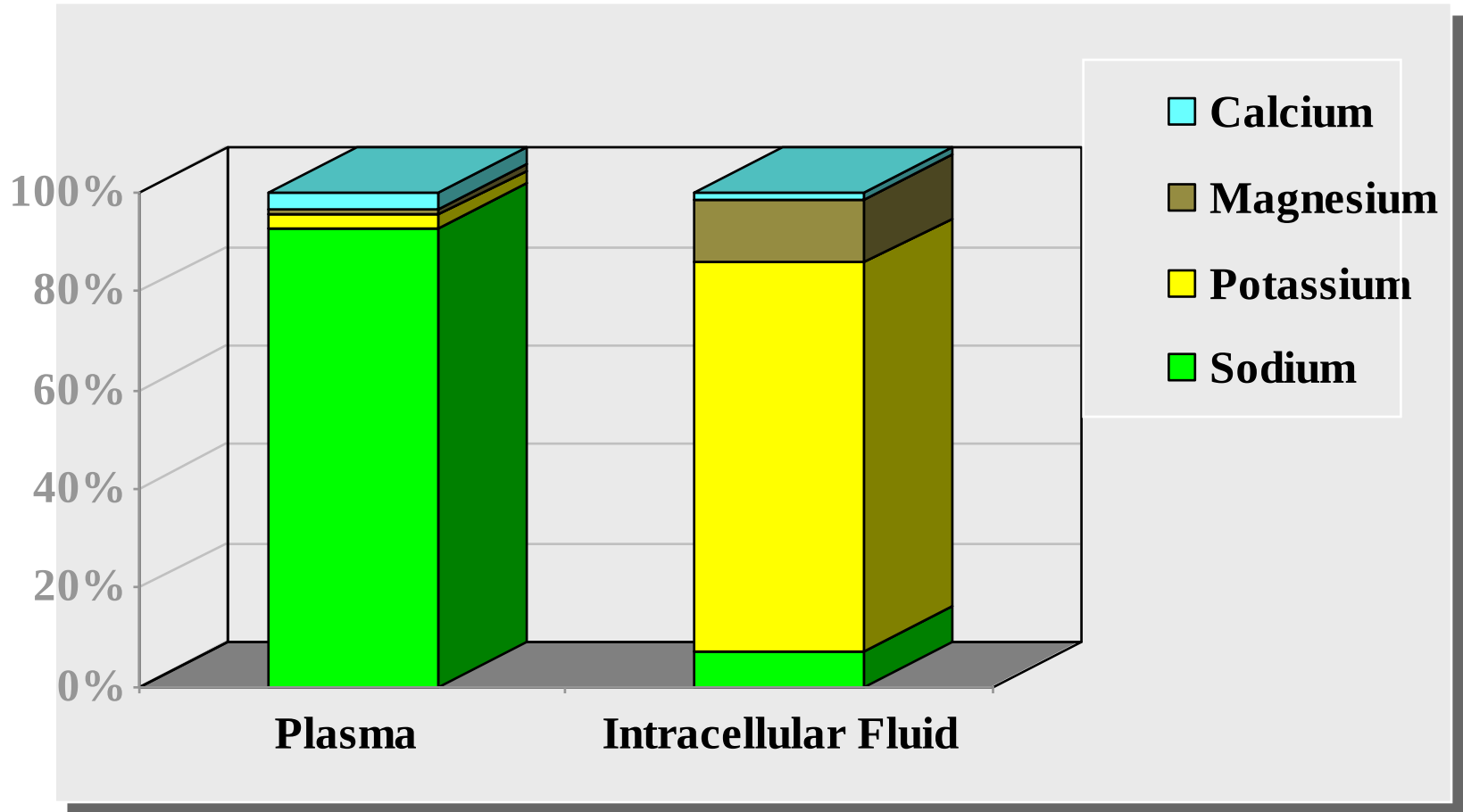


Osmotikus viszonyokat meghatározó tényezők

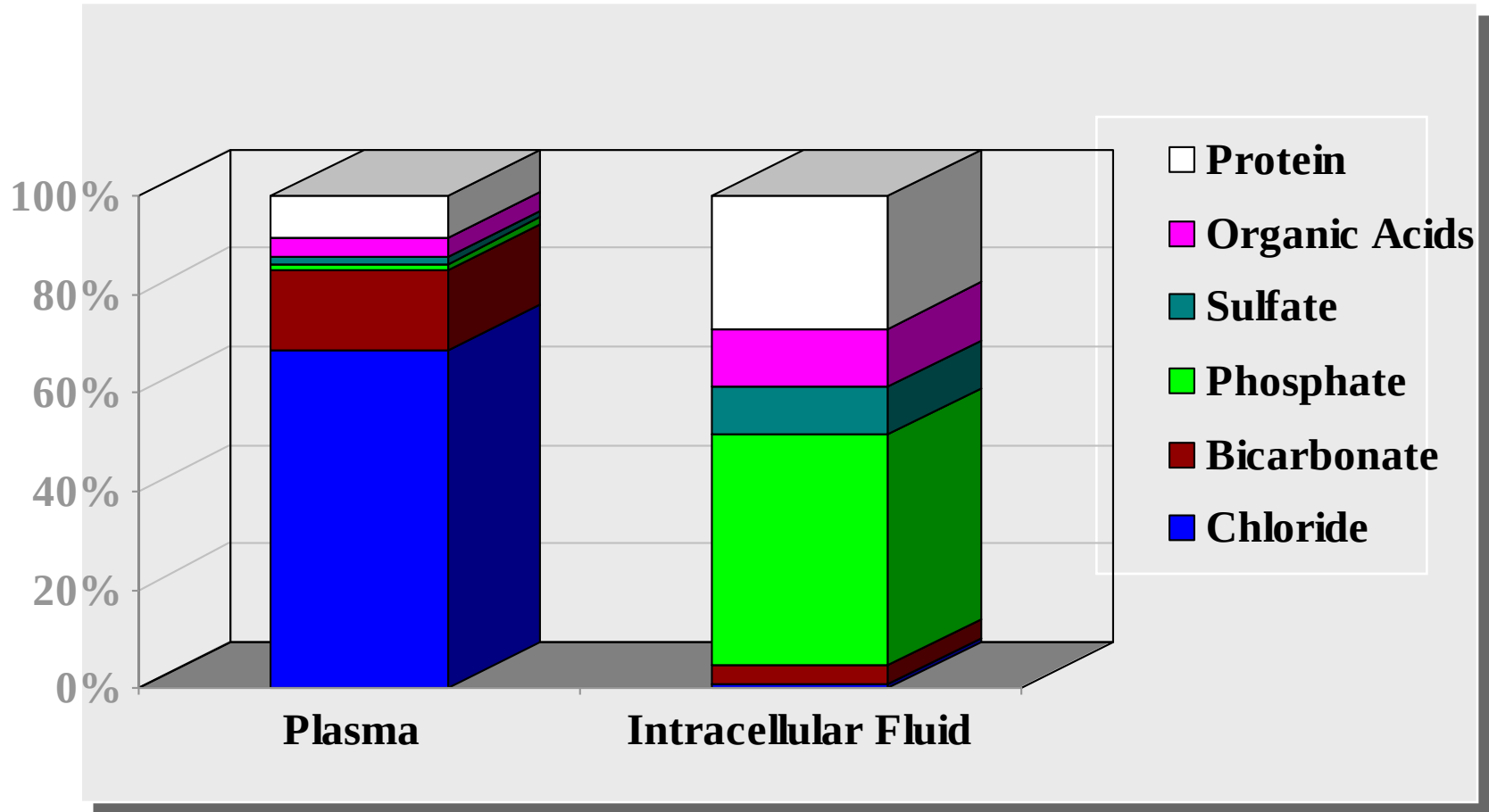
$$\text{Osm} = 2(\text{Na} + \text{K}) + \text{UN} + \text{glukóz}$$

- Elektrolitok (elsősorban Na^+)
- Karbamid
- Glukóz

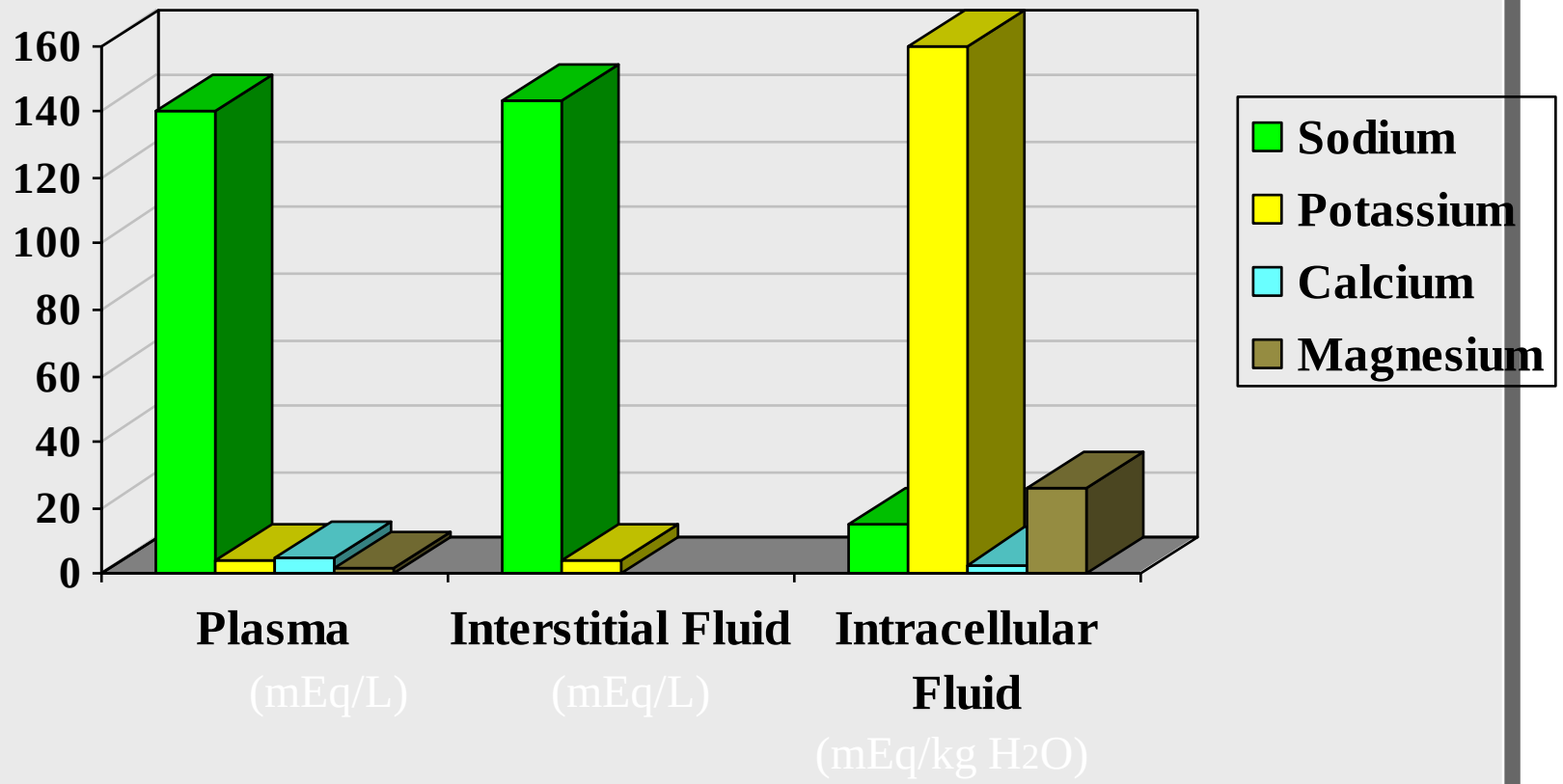
Electrolyte Composition of Fluid Compartments: Cations



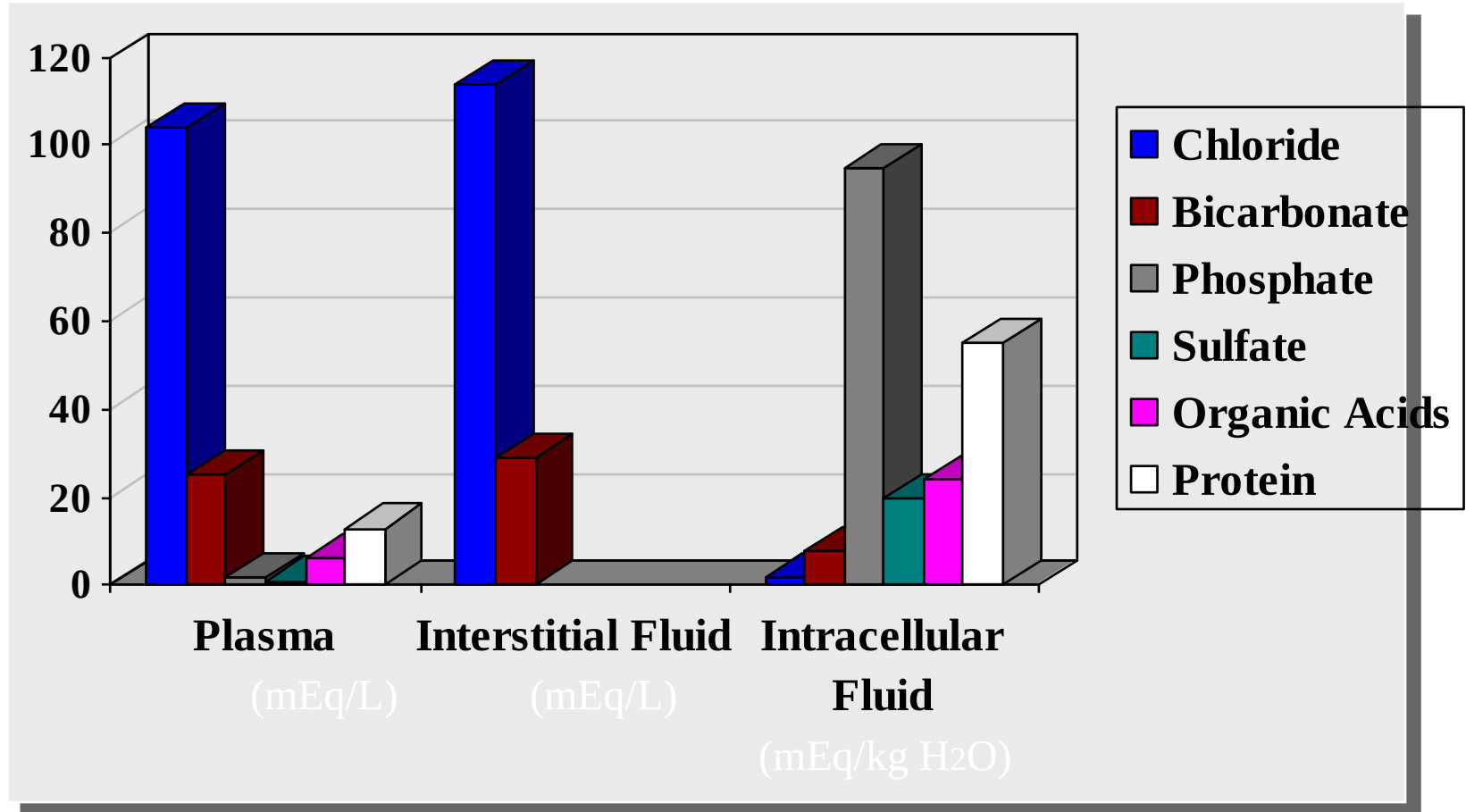
Electrolyte Composition of Fluid Compartments: Anions



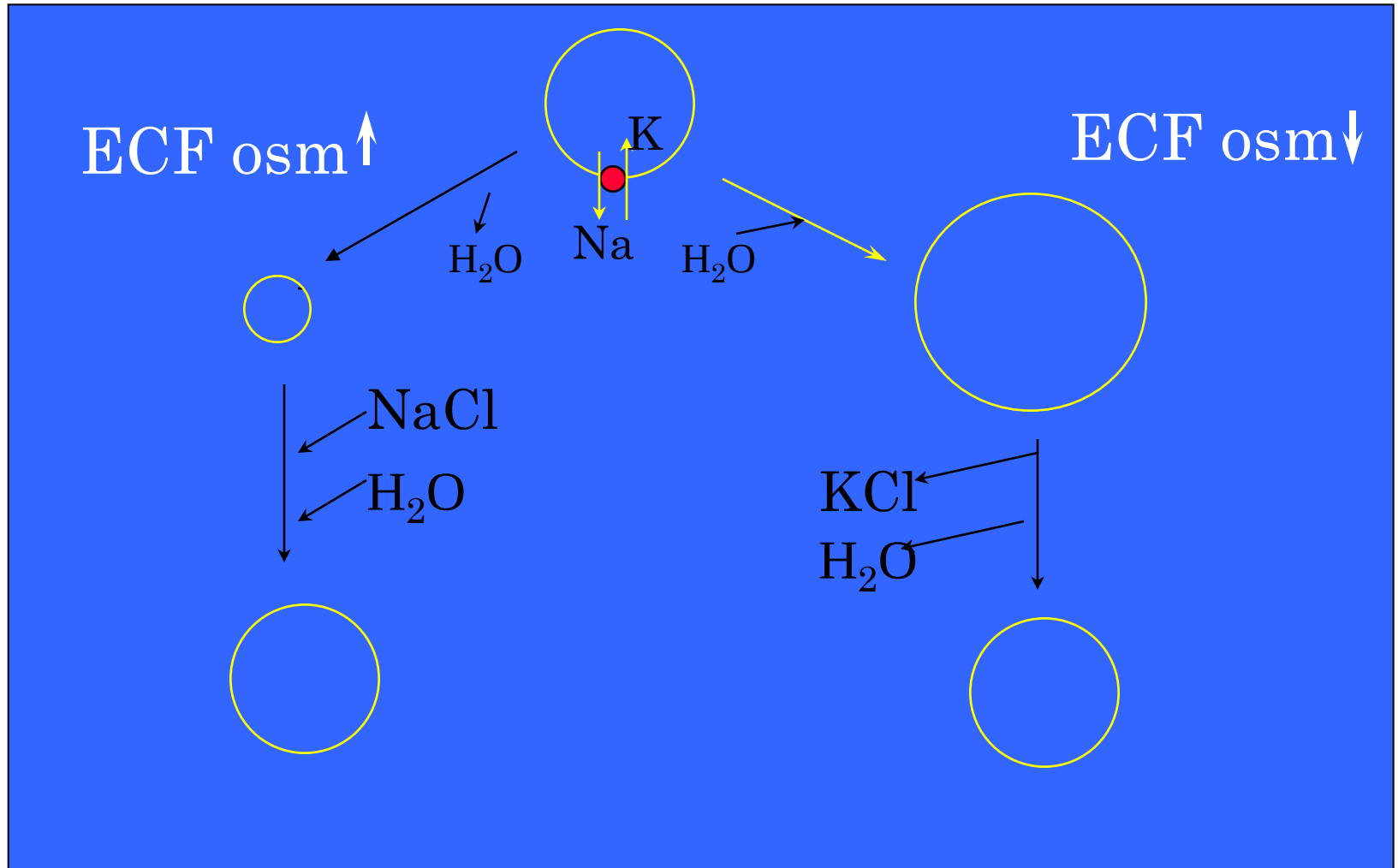
Electrolyte Composition of Fluid Compartments: Cations



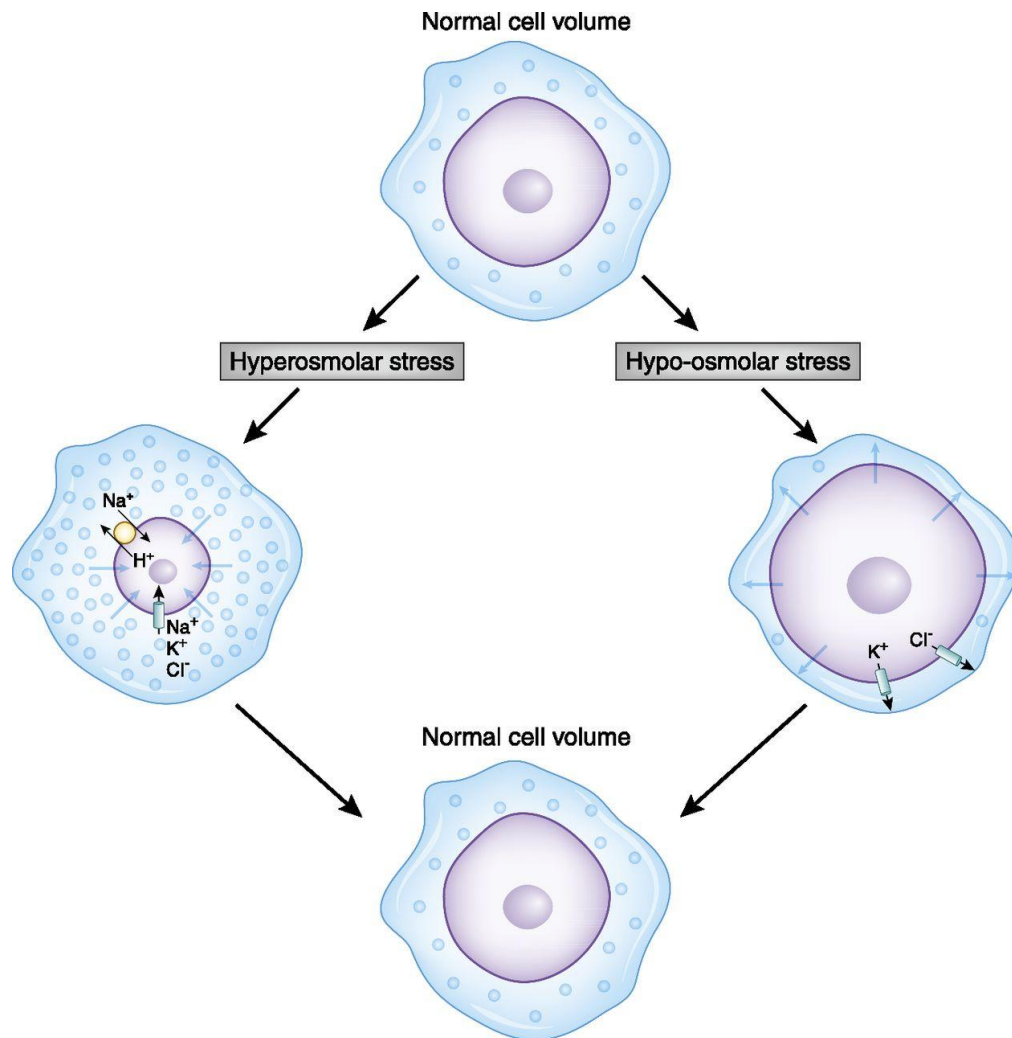
Electrolyte Composition of Fluid Compartments: Anions



A sejt térfogatának szabályozása ion transzporttal

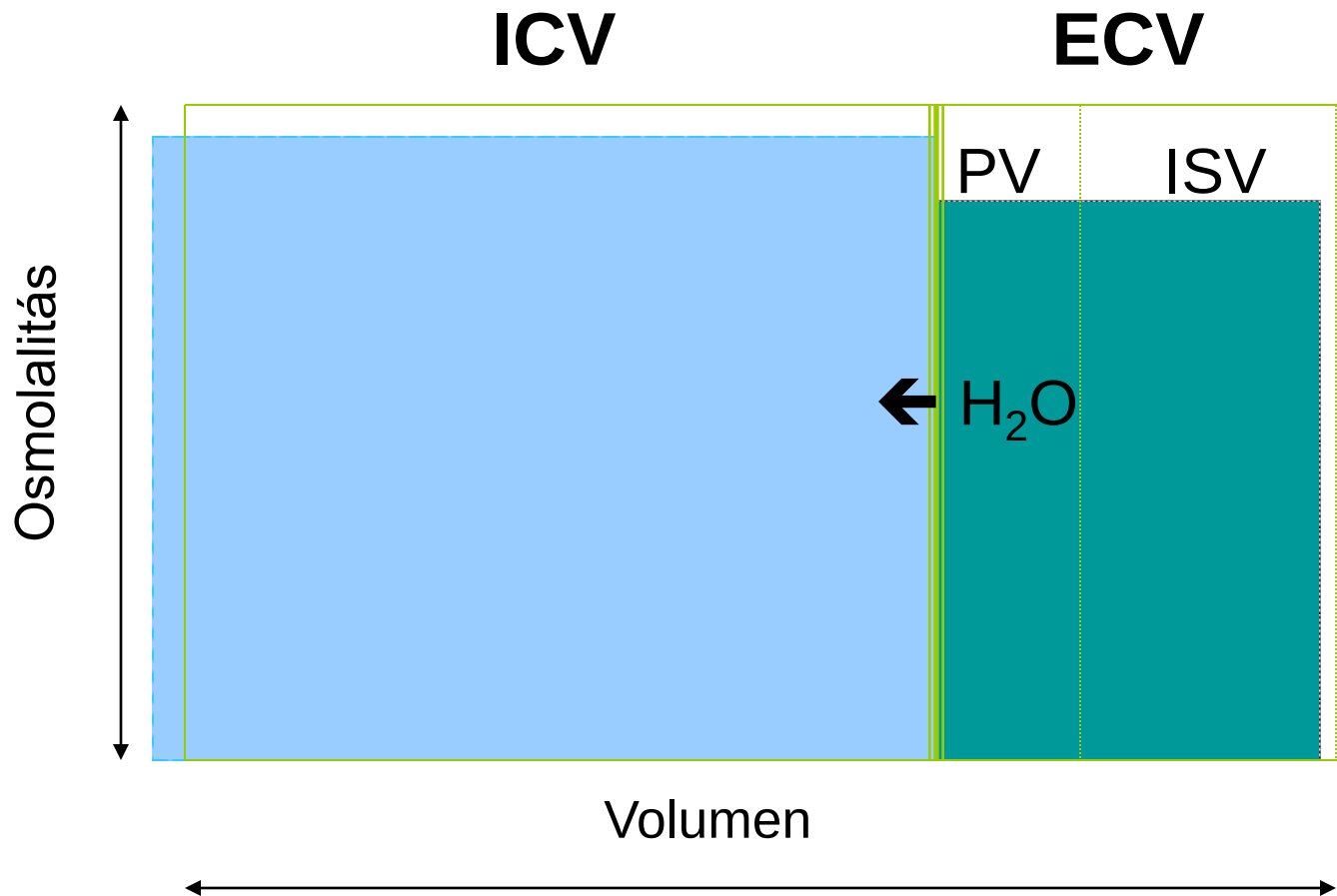


Cells regulate their internal volume in response to osmotic stress by activation of membrane carrier proteins and channels.

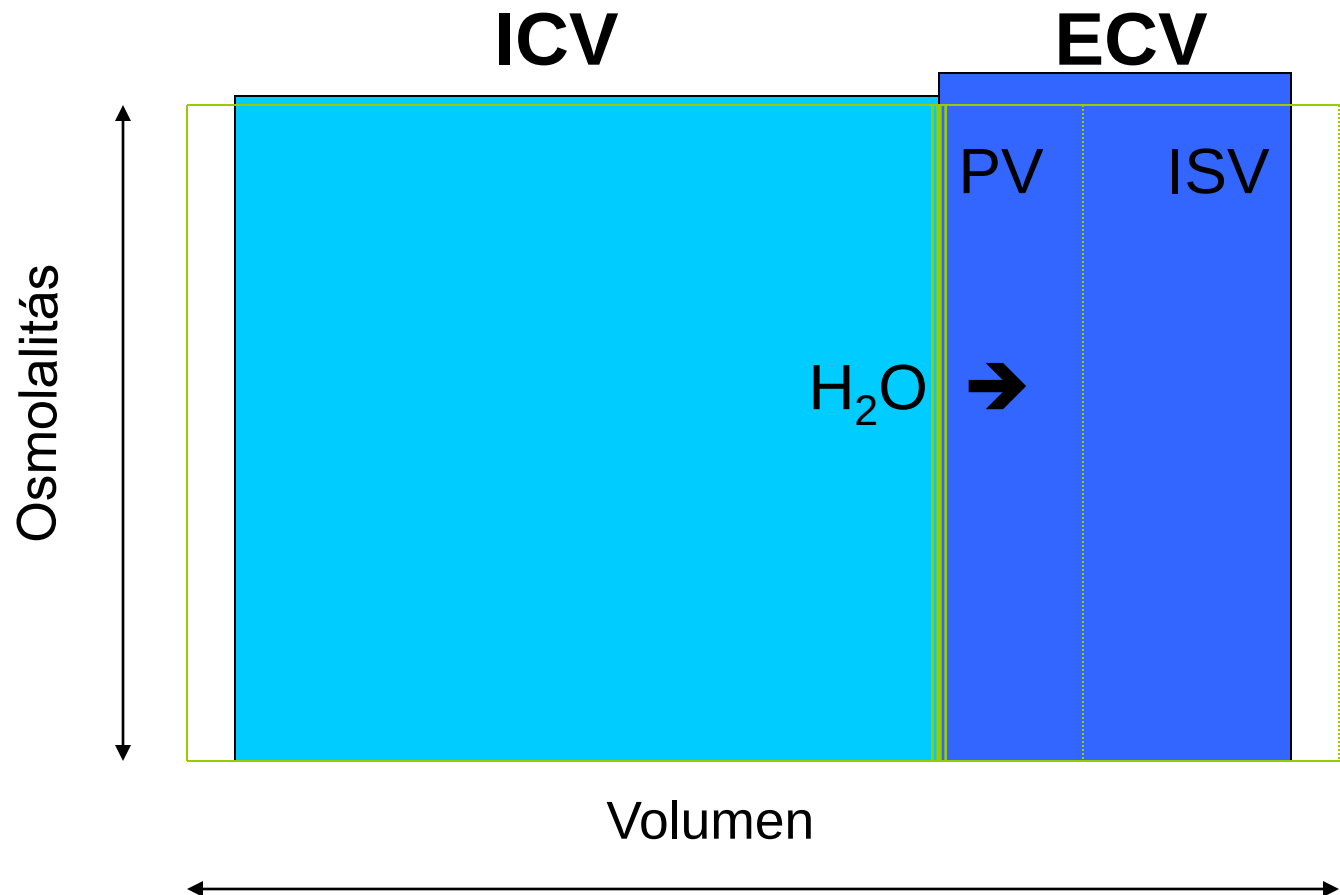


Danziger J , and Zeidel M L CJASN
doi:10.2215/CJN.10741013

Hypotonias dehydratio plazma Na és osmolalitás csökkent



Hypertoniás dehydratio Hypernatraemia.



Felnőtt és gyermek napi ECV vízforgalma

Gyermek (7 kg)



Felnőtt (70 kg)



EC és IC vízterek megoszlását befolyásoló tényezők

- Ozmotikus viszonyok
- Na-háztartás változásai
- Membrán diffúzió
- Membrán transzporterek
- Fehérje struktúrák

Kérdések a folyadék kezeléssel kapcsolatban

1. Mikor?

2. Mennyit?

3. Mit?

4. Hogyan?

Izotóniás dehydratio

Egyenlő mértékű só- és vízvesztés

- Hasmenés (70 %-ában)
- Hányás
- Vérvésztés
- Plazmavesztés

Hipertóniás dehydratio

Döntően vízvesztéses állapotok

- Hasmenés (20 %-ban)
- Hiperventilláció (asthmás roham)
- Diabetes mellitus
- Diabetes insipidus
- Hipertermia
- Ozmotikus diuretikumok
- Anorexia

Hipotoniás dehydratio

Döntően sóvesztéses állapotok

- Hasmenések (10 %-ában)
- Fokozott verejtékezés (cystas fibrozisban)
- Krónikus veseelégtelenség polyurias szakasza
- Mellékvese kéreg elégtelenség
- Diuretikum krónikus alkalmazása

Mennyit?

A folyadékszükséglet döntően három tételből tevődik össze:

- fenntartási (nyugalmi) szükséglet
- keletkezett hiány
- folyamatos veszteség

Fenntartási szükséglet

Hogyan ismerhető meg a fenntartási folyadék szükséglet mennyisége és összetétele?

- Felhasznált kalóriára vonatkoztatva
- Testtömegre vonatkoztatva
- Testfelszínre vonatkoztatva

100 kcal metabolizációja kapcsán létrejövő víz, Na- és K-változások

	Víz (ml)	Na (mmol)	K (mmol)
Perspiratio insensibilis	40	0	0
Vizelet	65	3-4	2-3
Széklet	10	0.1	0.2
Összesen	-	-	-
Oxidációs víz	10-15		
Mindösszesen	100	~4	~ 3

Testtömegre vonatkoztatott napi kalória ill. fenntartási folyadék igény

<10 kg	100 ml/kg
10-20 kg	1000 ml + 10 kg felett minden kg-ra 50 ml/kg (pl.: 20 kg esetén $1000 + 500 = 1500$ ml)
> 20 kg	1500 ml + 20 kg felett minden kg-ra 20 ml/kg (pl.: 30 kg esetén $1500 + 200 = 1700$ ml)

Fenntartási szükséglet

- Mennyisége meghatározható a testtömegből
- Összetétele tehát ~0.25 % NaCl oldatnak felel meg.

Miért fiziológias a 0,9 % NaCl
és
miért nem nevezhetjük fiziológiasnak?

0,9 % NaCl: 154 mmol Na⁺ és 154 mmol Cl⁻

az ECV Na⁺ koncentrációja 140 mmol/l

az ECV Cl⁻ koncentrációja 100 mmol/l

A kation és az anion koncentrációk alapján a 0,9 %
só-oldatot nem lehet fiziológiasnak nevezni

Hipertóniás-e a 154 mmol/l Na-koncentrációjú 0,9 % só-oldat?

Izotóniás oldat: ~ 300 mosm/kgH₂O

Izotóniás oldatban 154 mmol/l monovalens kation (Na+K) van, vizes fázisban

154 mmol/l vagy 140 mmol/l?

A 140-145 mmol/l valójában pseudo-hyponatraemiát jelent

Humán plazmában ui. a plazma térfogat cc. 7%-át albumin és lipid tölti ki, amely „tévesen” csökkenti a Na koncentrációt 10 mmol-lal.
(154-nek 7%-a: 10)

Keletkezett hiány megbecsülése

Közelítőleg meghatározható a folyadék hiány alapvető és ágy mellett észlelhető egyszerű klinikai tünetek és jellemzők alapján.

Így a testtömeg %-s hiánya is becsülhető.

Három kategória:

- 4-5 % hiány
- 6-8 % hiány
- ≥ 10 % hiány

Dehydratio mértékének megbecsülés klinikai tünetek alapján

	Enyhe	Közepes	Súlyos
Testsúly↓	3-4 (5)%	6-7 (10) %	>10 (15) %
Pulzus	norm.(↓)	szapora	szapora, elnyomható
Vérnyomás	norm.(↓)	norm.↓	↓ ↓
Nyelv	száraz	száraz fehér lepedék	száraz, tapló barna
Kutacs	nivóban	besüppedt	besüppedt ↓ ↓
Szemek	aláárkolt	aláárkolt ↓	beesett
Turgor	norm.	hasbőr ráncolható	hasbőr elemelhető
Bőr	meleg	hűvös	hideg, Cap. Refill ↓
Vizelet	enyhén csökkent	kifejezetten csökkent	oligo-anuria

Keletkezett folyadék hiány

Mennyisége jól megbecsülhető.

Összetétele, ill. a kialakult következményes állapot jellemezhető a szérum Na meghatározásával.

Folyamatos vesztes

Mennyisége mérhető (hasmenés, hányás, bélnedv, vizelet, stb.).

Összetételére tapasztalati tények utalnak.

Napi folyadékigény meghatározható

1. Bazális alapanyagcsere alapján számított fenntartási szükséglet
2. A kezelés megkezdéséig kialakult hiány
3. Folyamatos veszteség

Folyadékterv összeállítása

1. példa

7 kg súlyú csecsemő. Két napja enteritisze van, felvételekor is. A testtömeg becsült vesztese ~5 %.
Se Na: 137 mmol/l.

Becsült valós testtömeg 7.37 kg.

Folyadékterv mennyisége 24 órára vonatkoztatva:

Hiány: 368 ml (5x7,37)

Fenntartási szükséglet: 740 ml (7,37x100)

Folyamatos vesztes (bélnedv): 200 ml

Összesen: 1308 ml

Folyadékterv összeállítása

1. példa

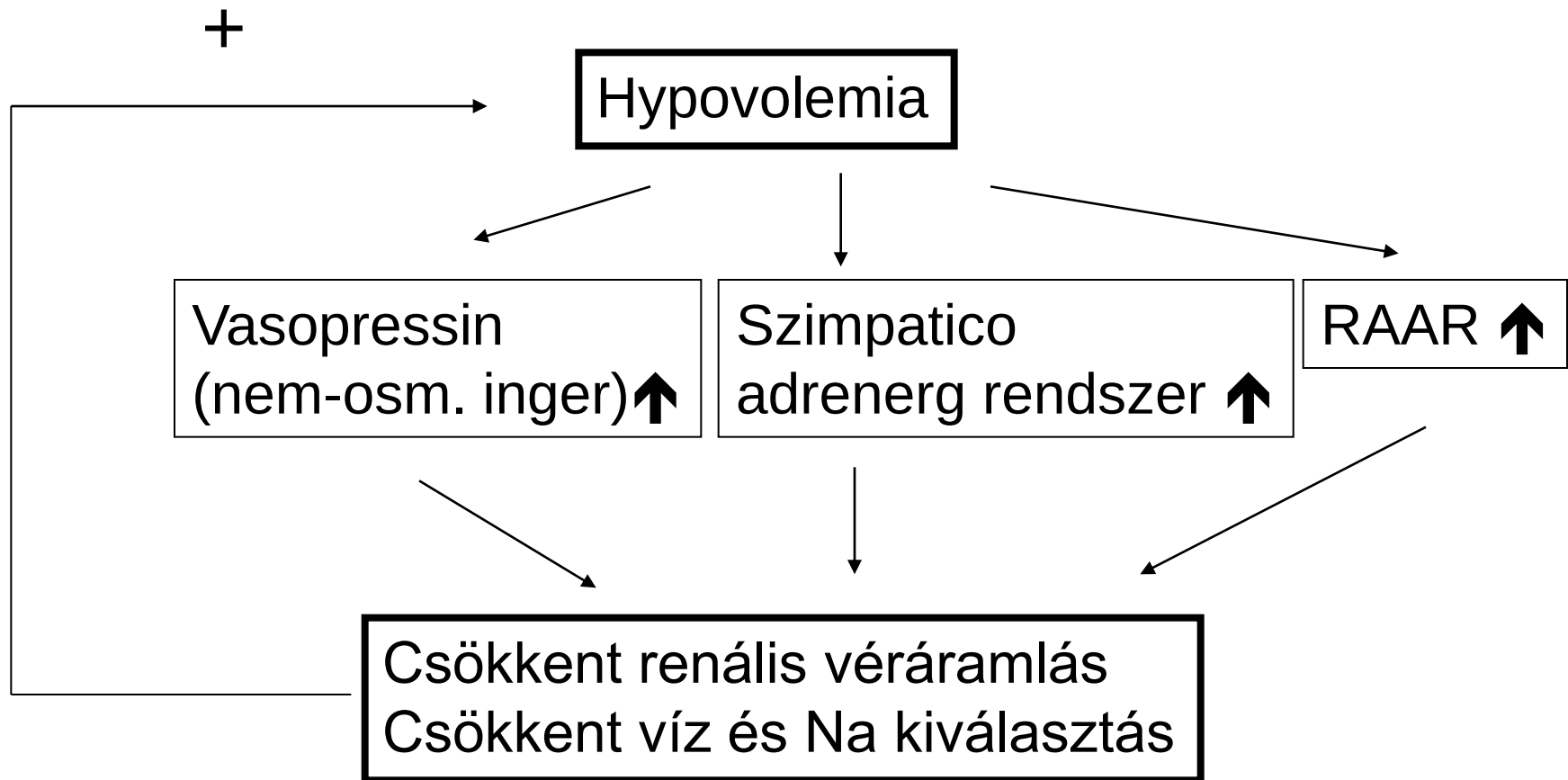
A 7 kg súlyú csecsemő 24 órás i.v.
folyadékszükséglete tehát 1308 ml.

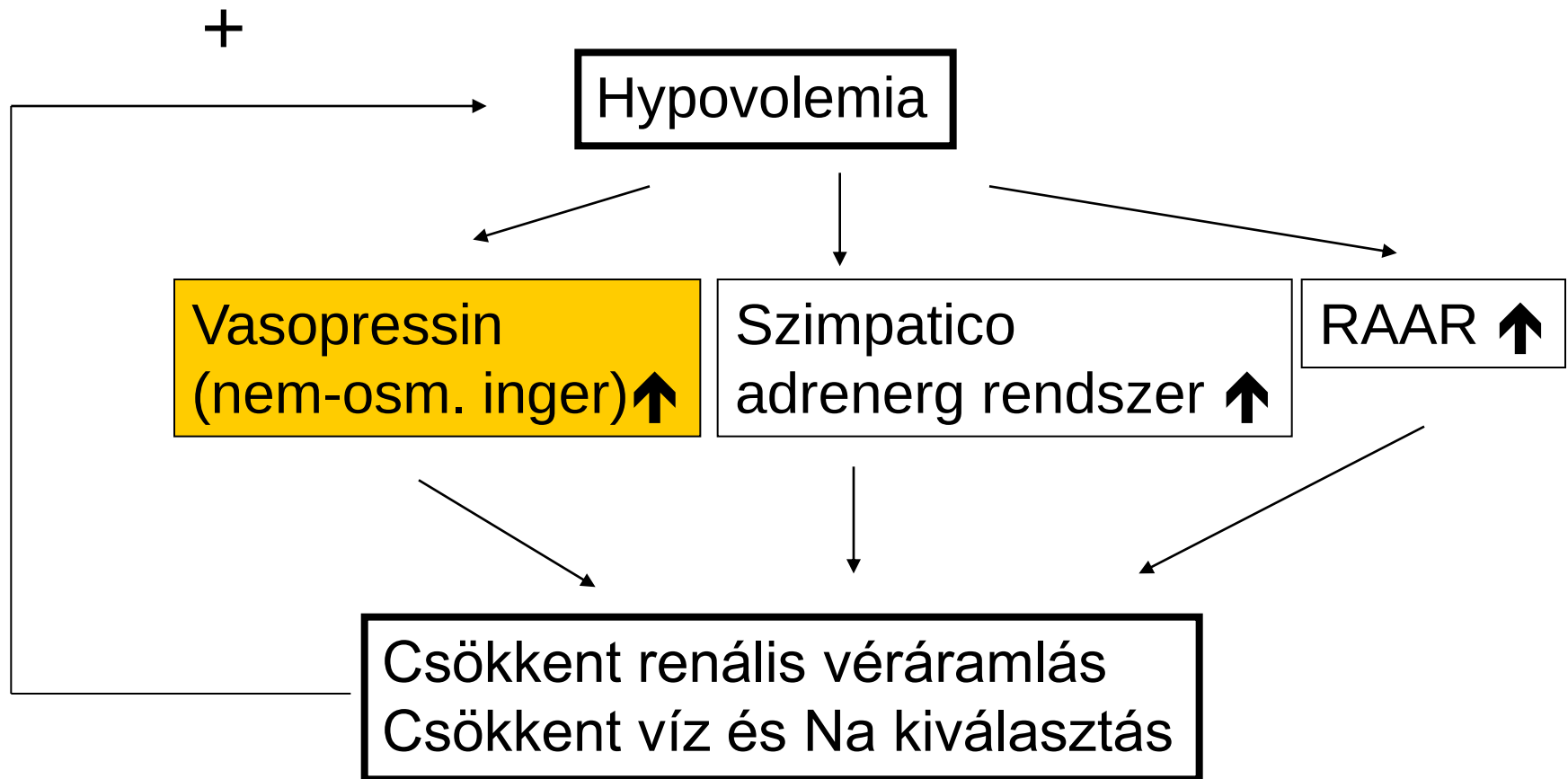
Összetétele: 0.3 % NaCl/5 % glukóz

Na bevitel 51 mmol/l összesen 66 mmol/nap.

Ez 8.9 mmol/kg/nap Na bevitelnek felel meg.

Hyponatraemia ?





Ha AVP aktivitás > RAAR → hyponatraemia, ödéma(?)
(SIADH: tüdőbetegség, agyödéma, intra-posztoperatív időszak)

Folyadékterv összeállítása

1. példa (alternatív)

- A 368 ml hiány izotóniásnak felel meg
(Na-hiány=56,6 mmol; $[154 \times 368 / 1000]$)
- Az izotóniás hiányt rövid, bólus-szerű infúzióban adom, a hypovolémia gyorsabb korrekciója miatt.
(20 ml/kg izotóniás só-oldat 2-4 óra alatt)
- Bólus-szerű: 140 ml 0.9 % NaCl (22 mmol Na)
- Fenntartó: 1168 ml (59 mmol Na)
- Na összesen: 81 mmol/24 ó, (10.9 mmol/kg/24 ó)

Hogyan?

A dehydratiók nagy része ORF kezeléssel rendezhető.

I.v. folyadékbevitel indokolt:

- perifériás keringési zavar, vagy shock
- 3 hónapos kor (4.5 kg) alatt
- orális folyadékbevitel elégtelensége esetén

A folyadék és elektrolit hiány korrekciójának kivitelezése

ORF

Kezdet : 1962 Phillips a pakisztáni
kolerajárvány idején

Elve: a sérült bélnyálkahártya is rendelkezik
Na/glukoz transzport kapacitással

LUMEN

ENTEROCYTE

CAPILLARY

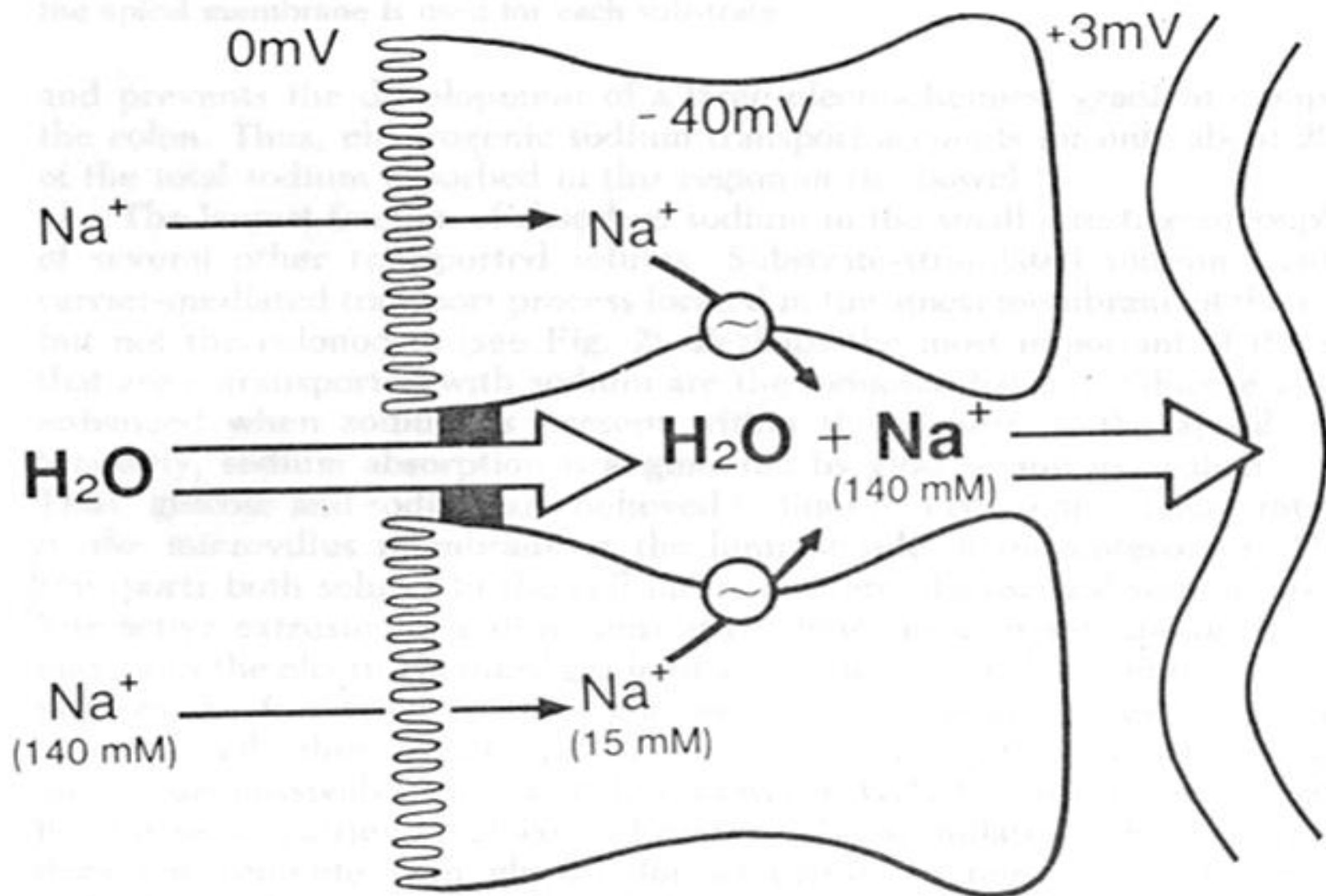


Figure 1. Cellular model of solute-dependent water absorption.

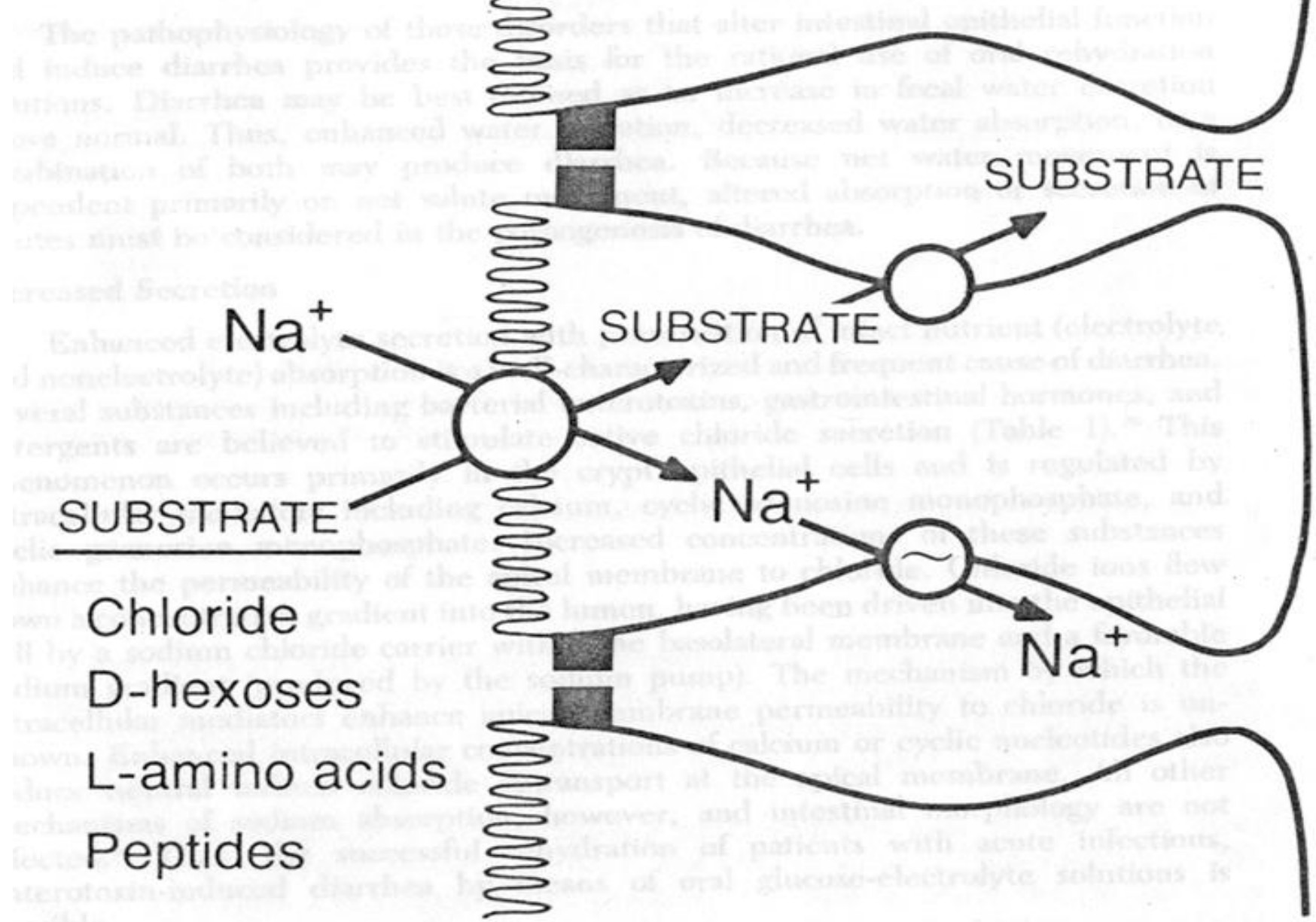


Figure 2. Cellular model of substrate-dependent sodium absorption. A distinct carrier in the apical membrane is used for each substrate.

Fecal Sodium Concentration and Water Losses According to Etiology and Duration of Diarrhea

Organism	Day	Fecal Sodium Concentration (mEq/L)	Fecal Water Losses (ml/kg/hr)
Cholera	1	98	72
	2	63	24
Enterotoxigenic Escherichia coli	1	67	40
	2	44	42
Rotavirus	1	53	20
	2	33	35

Rehydrations folyadék összetétele

	WHO 1975	WHO 2002	ESPGAN
Na (mmol/l)	90	75	60
K (mmol/l)	20	20	20
Cl (mmol/l)	80	65	60
HCO ₃ (mmol/l)	30	30	30
Glucose (g/l)	20	13.5	16
Osm (mosm/l)	311	245	240

ORF kezelés kivitelezése

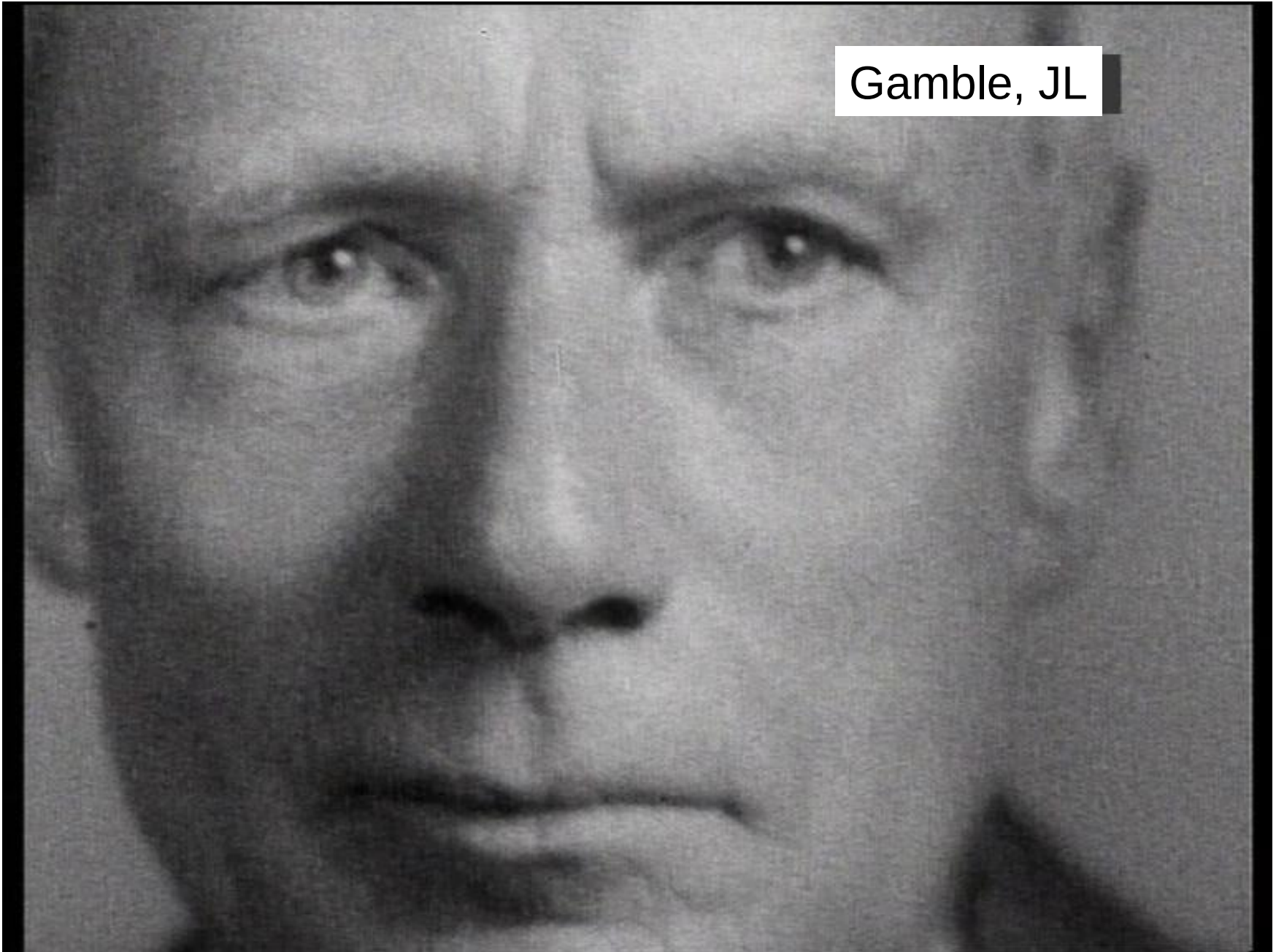
1. Korrekciós kezelés (hiánypótlás)
50-100 ml/ttkg 3-4 órán keresztül
2. Fenntartó kezelés
< 10 kg: 60-120 ml ORS minden hasmenés v.
hányás epizódra

> 10 kg: 120-140 ml ORS minden hasmenés v.
hányás epizódra
3. Szoptatást folytatni kell!

Hét szabály a diarrhea és a dehidráció megfelelő kezeléséhez

1. ORS az első választandó kezelés.
2. OR terápiát gyorsan kell végrehajtani (3-4 óra).
3. A dehidráció korrekciója után kornak megfelelő, változatlan étrend ajánlott.
4. A szoptatást nem szabad abbahagyni!
5. Tápszer táplálás esetén nincs hígítás!
6. Ha a hasmenés folytatódik, ismételt ORS terápia szükséges.
7. Nem szükséges felesleges labor vizsgálat, vagy gyógyszeres kezelés.

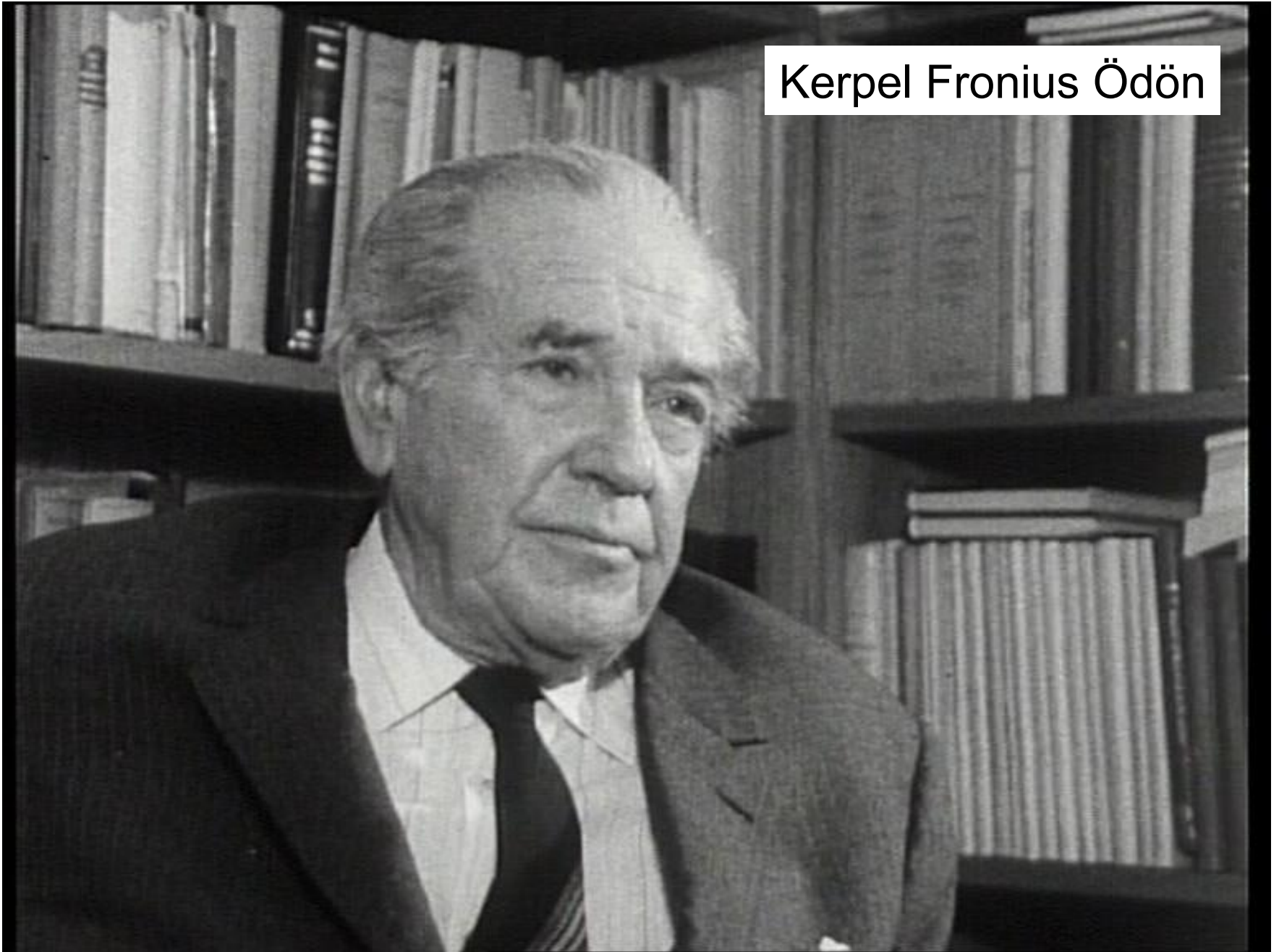
Gamble, JL



Gamble JL, 1923

- bevezette a milliaequivalens fogalmát
- leírta az összefüggést a Na és Cl vesztes és az ECV változás között
- leírta az összefüggést a K és UN vesztes és a sejt katabolizmus között
- felismerte renális szabályozás jelentőségét a dehydratióban és az éhezés során

Kerpel Fronius Ödön



AMERICAN JOURNAL OF DISEASES OF CHILDREN

EDITORIAL BOARD

OSCAR M. SCHLOSS, New York	W. McKIM MARRIOTT, St. Louis
FRITZ B. TALBOT, Boston	L. R. DeBUYS, New Orleans
H. F. HELMHOLZ, Rochester, Minn.	JOHN C. GITTINGS, Harwood, Md.

VOLUME 42
1931

TREATMENT OF TONICOSIS WITH THE AID OF
A CONTINUOUS INTRAVENOUS DRIP OF
DEXTROSE SOLUTION *

SAMUEL KARELITZ, M.D.

NEW YORK

WITH INTRODUCTION BY

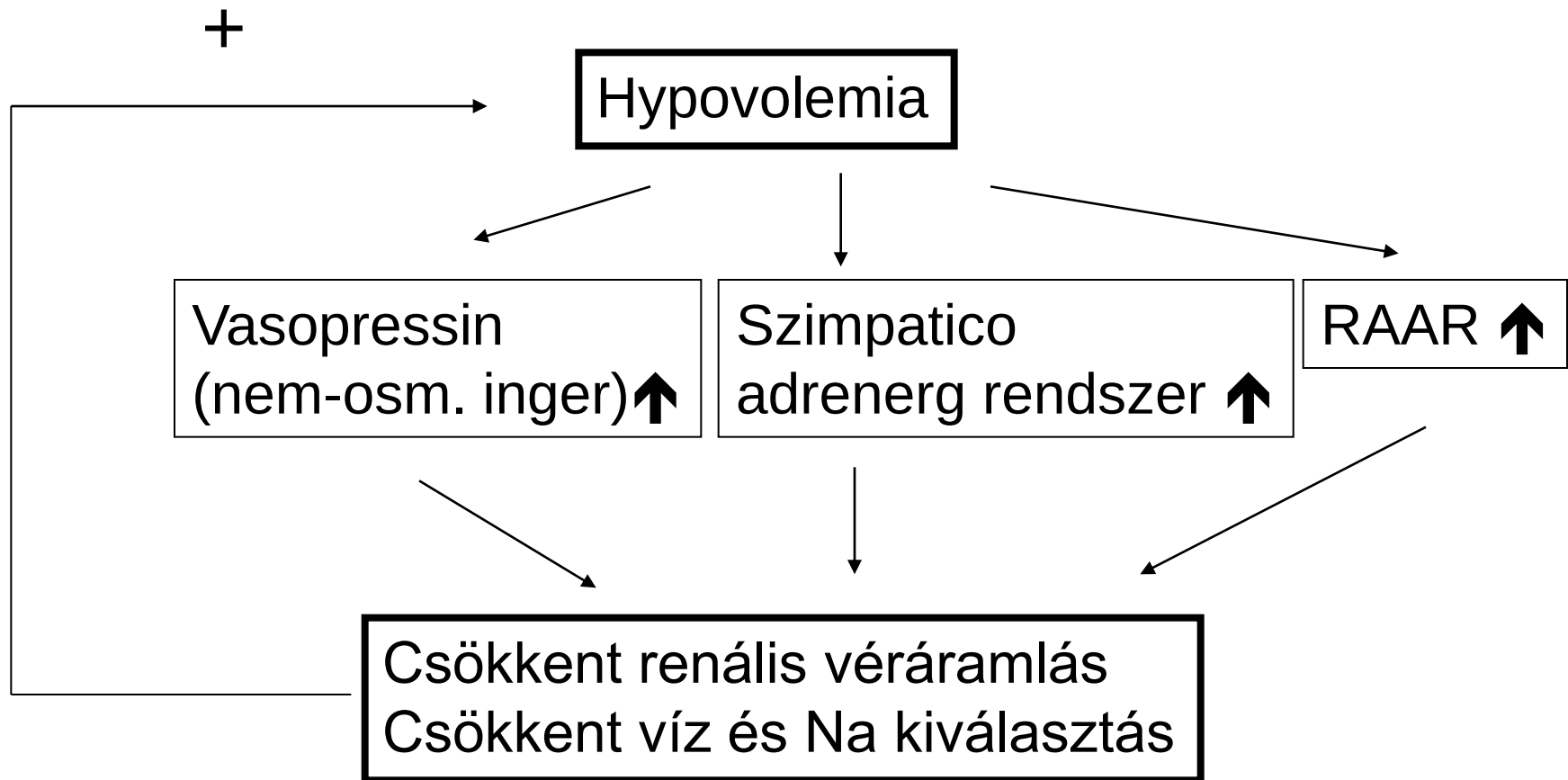
BELA SCHICK, M.D.

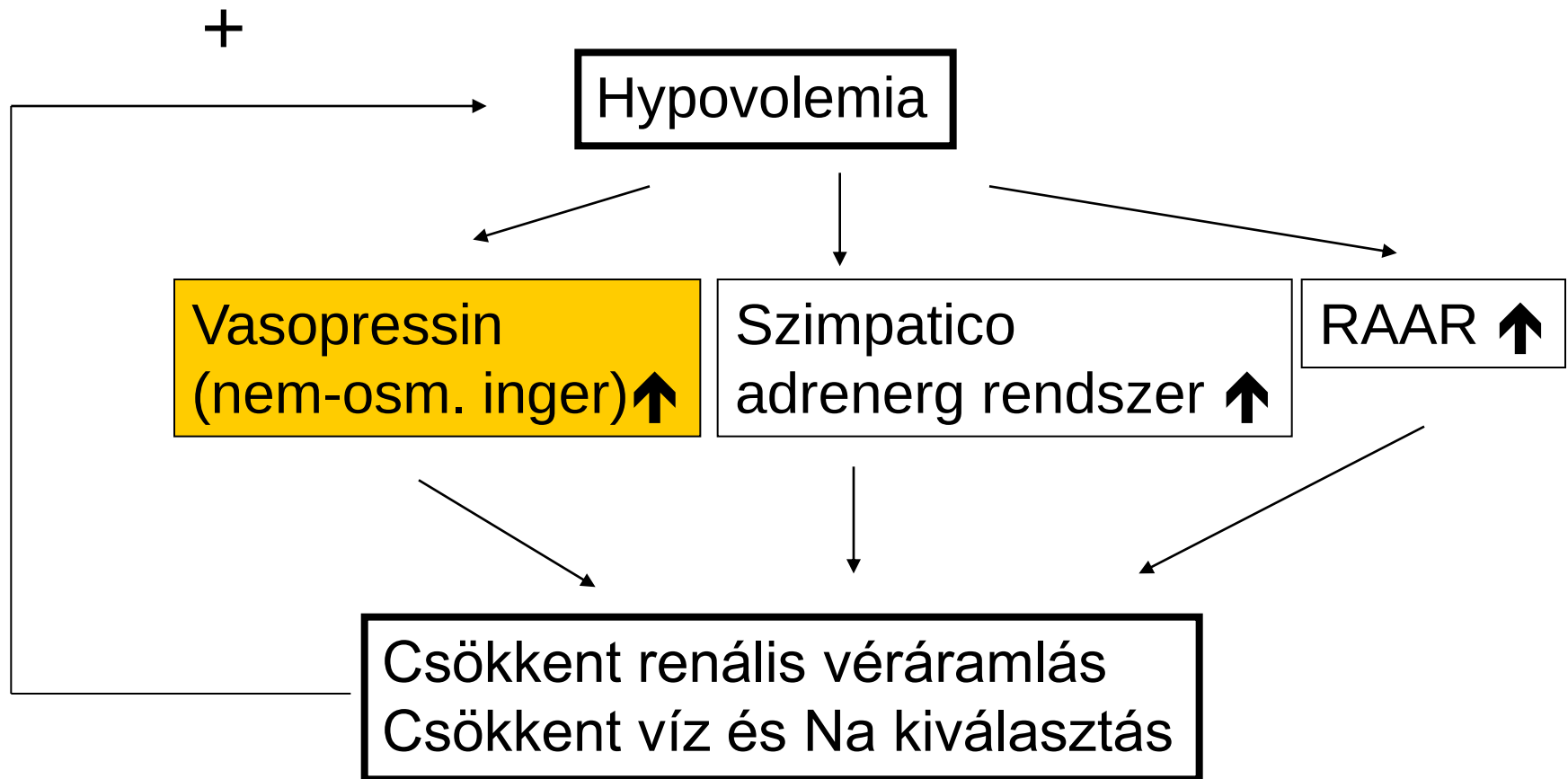
NEW YORK

INTRODUCTION

By DR. SCHICK

Hypovolaemia





Ha AVP aktivitás > RAAR → hyponatraemia, ödéma(?)
(SIADH: tüdőbetegség, agyödéma, intra-posztoperatív időszak)

Hypovolaemia

- ECV contractio: dehydratio,
renális só-vesztés
- Harmadik tér-be történő veszteség
plazma veszteség az interstitialis térbe, vagy másfelé
(infekció, égés, trauma)
- Vérvolumen diszlokációja a kapacitancia
erekbe (szeptikus shock, izom hypotonia)

Mindhárom esetben ↓ a vénás befolyás → ADH aktivitás ↑

Hypovolaemia

Lélegeztetés
alatti relaxáció

Intraoperatív
állapot

- ECV contractio: dehydratio,
renális só-vesztés
- Harmadik tér-be történő veszteség
plazma veszteség az intersticiális térbe, vagy másfelé
(infekció, égés, trauma)
- Vérvolumen diszlokációja a kapacitancia
erekbe (szeptikus shock, izom hypotonia)

Mindhárom esetben ↓ a vénás befolyás → ADH aktivitás ↑

„Folyadék reszuszcitáció”

- Mikor?
Fenyegető keringés összeomlás
- Mennyi?
20 ml/kg/30 min 0,9 % NaCl i.v. bolus
- Eredményesség mérése
Keringési paraméterek monitorizálása
- Veszélye
Oedema, hypernatraemia
- Alternatív vagy kiegészítő lehetőségek
Catecholaminok alkalmazása

Hyponatraemia

Hyponatraemia

Se Na: < 135 mmol/l

- 1. Na-vesztésből adódó hyponatraemia** (teljes test Na ▼)
 - Vesén keresztül
 - Extrarenális úton
 - Enterális
 - Bőr (maraton futók!)
- 2. Az ECV dilúciója miatt kialakuló hyponatraemia** (teljes test Na változatlan)
- 3. Transzlokációs hyponatraemia** (magas ozmolalitás, pl: glukoze, mannit)
- 4. Pseudohyponatraemia** (fiziológiás ozmolalitás)

Hyponatraemia oka súlyos gyermekbetegségekben

1. Fokozott renális Na vesztes

- ANP/BNP fokozott pitvari nyomás
- Cerebrális só-vesztés
trauma, meningitis, poszt-op.
- Diuretikumok
- Corticosteroidok
- Tubulopathia (primer, poszt-hipoxiás)

Hyponatraemia oka súlyos gyermekbetegségekben

2. ECV dilúciója

- Magas ADH (SIADH)
Hypovolaemia
Fájdalom. Hányás. Nausea.
Hypoxia. Gyógyszerek.
Lélegeztetés
- Vese fokozott érzékenysége ADH-ra
Gyógyszer.
- Szabadvíz felvétel excesszív enterális vízfogyasztás
- Iatrogén szabadvíz hypotoniás i.v. folyadék

Klinikai kép

- Akut súlyos hyponatraemia:
 - Agytörzsi herniáció, apnoe;
- Egyéb tünetekért a neurális sejt térfogat változása felelős
 - anorexia, nausea, emesis, émelygés, lethargia, tudatzavar, agitáció, fejfájás, görcsök, kóma, csökkent reflexek.
 - Izomgyengeség, izom görcsök, rhabdomyolysis.

Hyponatraemia kezelése

- **KERÜLENDŐ:** a szérum Na koncentráció korrekciója $>12 \text{ mEq/L/24 hr}$ vagy $> 18 \text{ mEq/L/48 hr}$.
- I.V. hypertónias NaCl emeli a se Na koncentrációját, és ECV ozmolalitását, csökkenti az agy ödémat.
- 1 ml/kg 3%-os NaCl emeli a se Na koncentrációt $\text{cc } 1 \text{ mmol/L}$ -lel.

A hyponatremia sürgősségi kezelése

- Akut hyponatremia (<12 hr)
- serum nátrium <120 mEq/L
- lethargia, psychosis, coma, generalizált görcsök.
- Folyadék (**VÍZ**) megszorítás
- Gyors korrekció: hypertoniás 3% NaCl.
- Korrekció sebessége: 0.5 mEq/L/óra ill.,
12 mEq/L/24 óra.

Hyponatraemia egyik leggyakoribb oka az SIADH

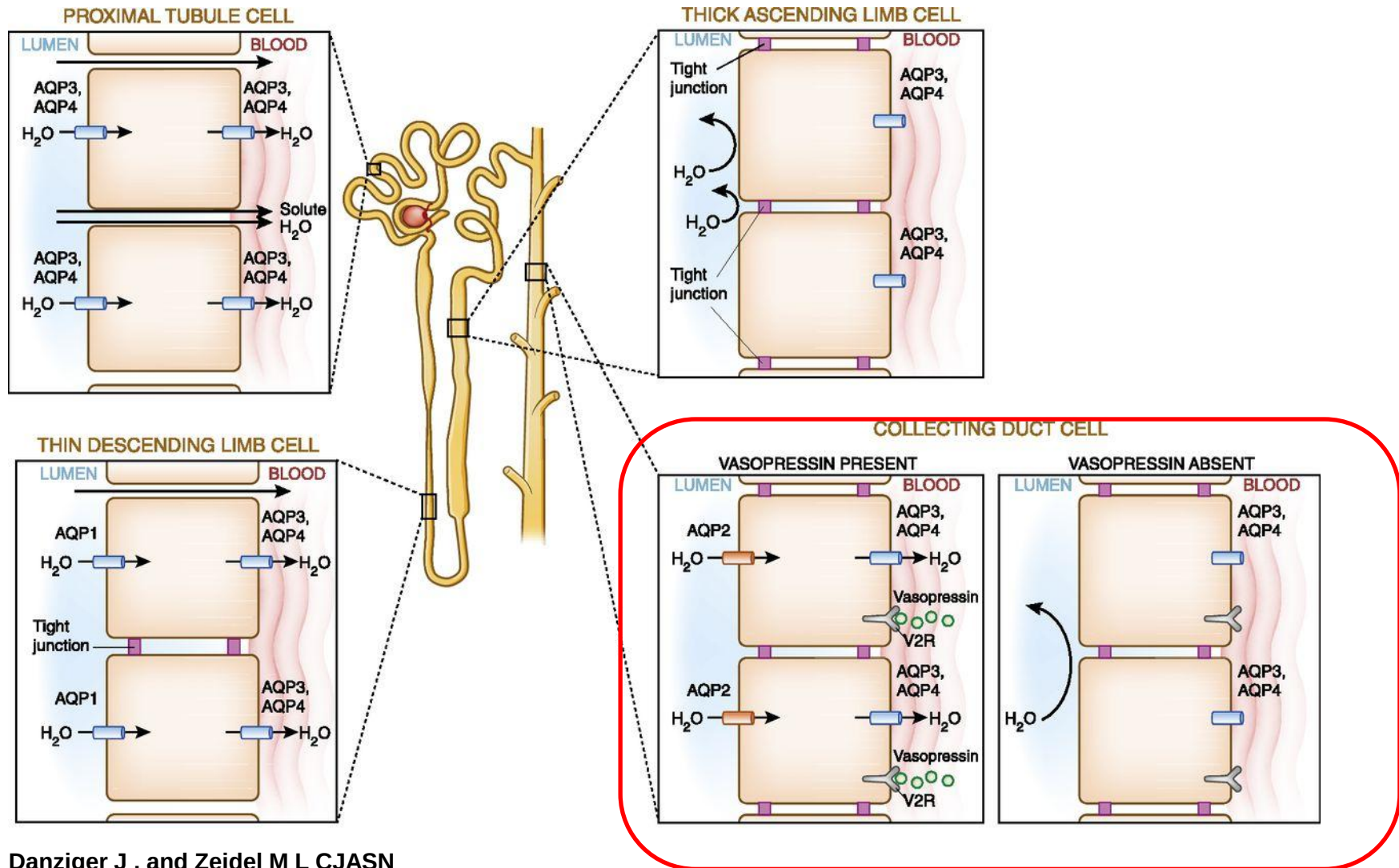
- **SIADH-t okozó szervi eltérések**

- encephalitis,
- agytumor,
- Fej trauma
- Pszichiátriai betegségek
- Elhúzódo hányás
- Tüdőbetegségek (pneumónia, respirációs kezelés),
- AIDS
- Generalizált görcsök utáni postictalis állapot

- **Gyógyszerek**

- carbamazepine, chlorpropamide, vinblastine, vincristine, és tricyclikus antidepresszánsok.

Water permeability along the tubule is determined by the presence or absence of intracellular tight junctions and AQP water channels.



Danziger J , and Zeidel M L CJASN
doi:10.2215/CJN.10741013

SIADH diagnózisát megerősítő tények hyponatraemia esetén

Lényegi diagnosztikus feltételek

Szérum osmolalitás $< 275 \text{ mosm/kgH}_2\text{O}$

Vizelet osmolalitás $> 100 \text{ mosm/kg/H}_2\text{O}$ (uakkor mérve)

Klinikailag normovolaemia (nincs tünete az ECV kontrakciónak: nincs orthostasis, tachykardia, csökkent bőr turgor száraz nyálkahártya)

Vizelet Na $> 40 \text{ mmol/l}$

Normális mellékvese és thyreoidea működés

Nincs farmakológiai diuretikum hatás (egy héten belül)

Alátámasztja a diagnózist

Szérum húgysav alacsony $< 0,24 \text{ mmol/l}$

Szérum UN alacsony

A hyponatraemia nem javul $0,9 \%$ NaCl infúzió után

Folyadék megszorításra javul a hyponatraemia

Perioperatív folyadék kezelés

- Műtét előtti éhezés
Preoperatív folyadékháztartás
- Intraoperatív folyadékháztartás
- Posztoperatív folyadékháztartás

Preoperatív

4 ml/kg/ó
életkor szerinti
módosítással

Intraoperatív

csecsemő: 6-8 ml/kg/óra
kisded: 4-6 ml/kg/óra
iskolás: 2-4 ml/kg/óra

Posztoperatív

80 ml/kg/nap
életkor szerinti
módosítással

0 ó

24 ó

Összetétel:
0,3, 0,45 % NaCl +
5 vagy 10 % glucose

Összetétel:
Ringer-Lactate,
0,9 % NaCl

Összetétel:
0,9 % NaCl az
első 12 órában,
majd 0,45 % NaCl
+ 5 vagy 10%
glucose

Posztoperatív folyadékigény

80 ml/kg/nap

az első posztoperatív napon

(életkornak megfelelő összetétel)

A hyperkalaemia kezelésének lehetőségei.

Cél az életveszélyes arrhythmia megszüntetés

1. K^+ intracelluláris térbe történő eltolása

- $NaHCO_3$ (8,4 % $NaHCO_3$ oldat 1-2- mmol/kg 10-15 perc alatt i.v).
1 mmol/kg csökkenti a K^+ -szintet 1 mmol/l-rel.
- Inszulin és glukóz (0,1-0,3 E/kg inzulin+0,5 g/kg glukóz [5ml/kg 10 %-os oldat] 15-30 perces i.v. infúzióban.
- β -agonista (terbutalin, salbutamol 5 μ g/kg rövid infúzióban, vagy 1-2 csepp 2 ml 0,9 % NaCl-ben inhalatív módon nebulizátorral). Hatása 2 óra múlva észlelhető.

2. Szívizom membrán stabilizáció

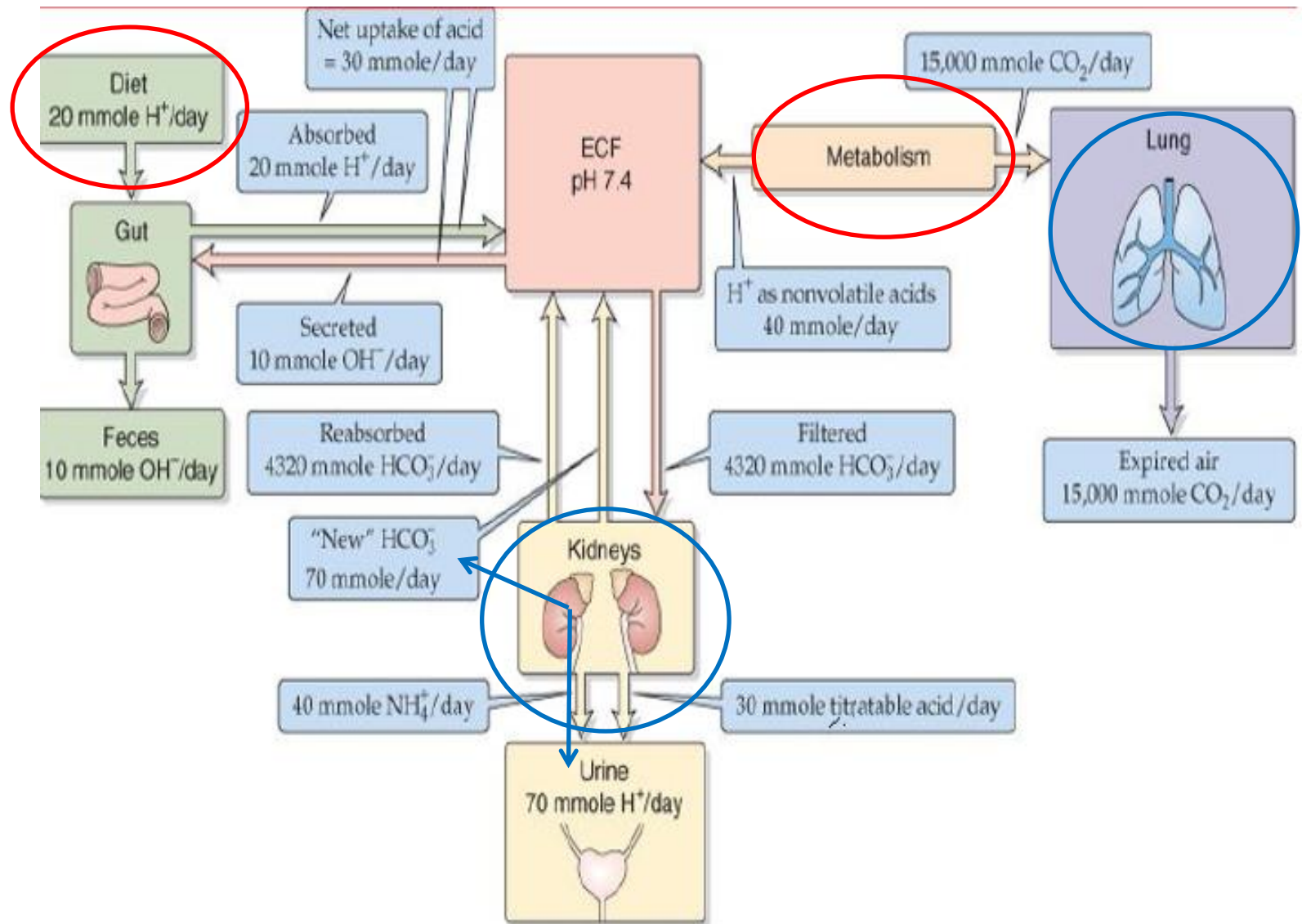
- Calcium (calcium gluconicum 10 %; 0,5-1,0 ml/kg i.v. 2-5 perc alatt.
Hatása gyorsan kialakul, de hamar megszűnik.

3. Kálium eltávolítása a szervezetből

- Nátrium polystyrene (Resonium) p.os 1 g/kg/dózis 6 óránként; rectálisan 1 g/kg/dózis 2-6 óránként. 1 g Resonium ~1 mmol káliumot köt meg. 1 g resonium 1,3 mmol nátrium bevitelt jelent.
- Kacs-diuretikum (furosemid 1,0 mg/kg i.v.)
- Dialízis (intraktábilis hyperkalaemia esetén)

Sav bázis szabályozás

- pH: 7,35-7,40
- pH=7,40 (H^+ koncentráció =40 nmol/l)
Na⁺=140 mmol/l (1,0 milliószor nagyobb koncentráció)
- pH= 6,1+log HCO_3/CO_2
Henderson-Hasselbalch



Az egyes puffer rendszerek részvétele a szabályozásban

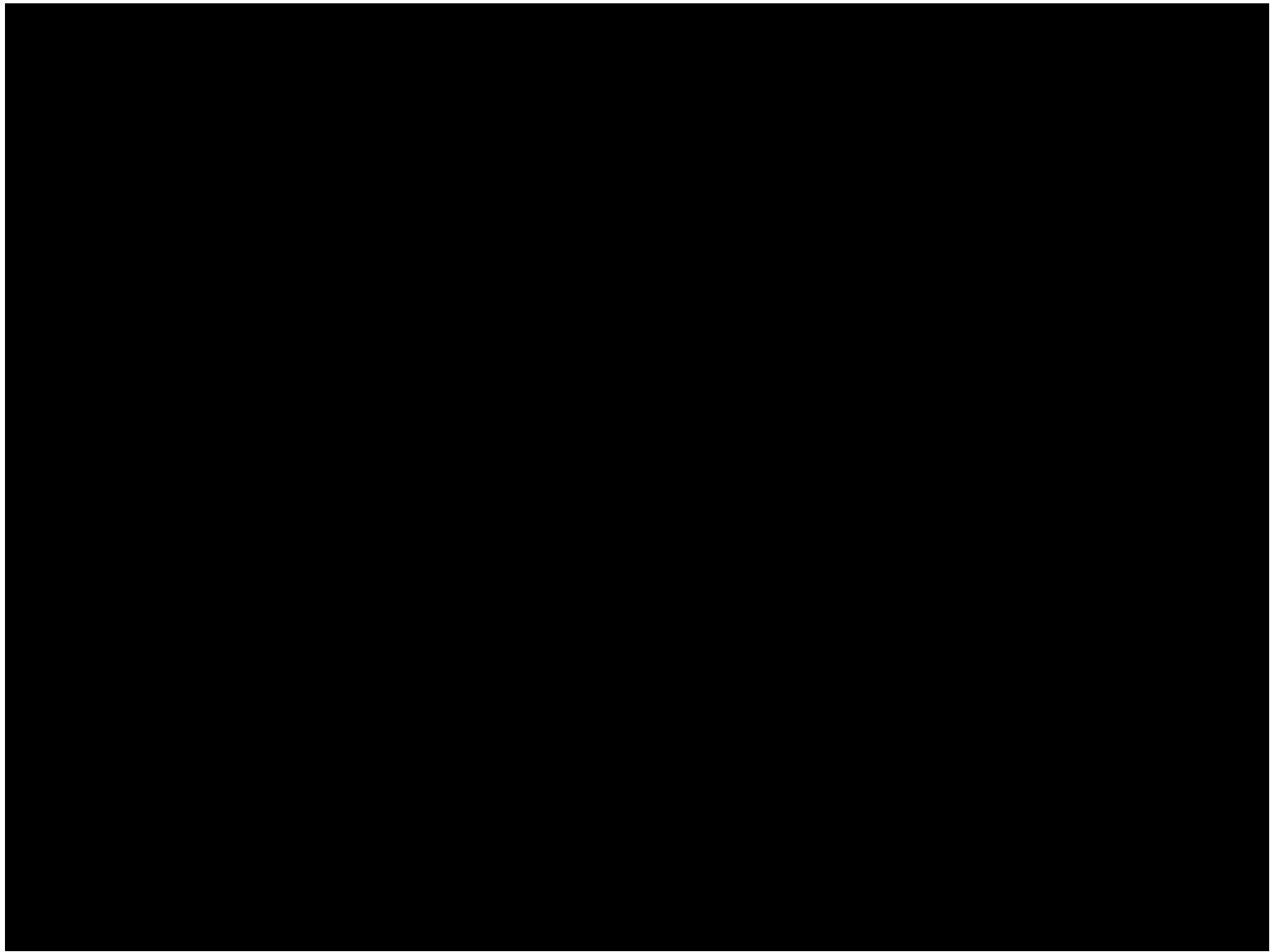
Nem bikarbonát puffer	47 %	Bikarbonát puffer	53 %
Hb és oxyHb	35 %	Plazma bikarbonát	35 %
Organikus foszfát	3 %	Vvt bikarbonát	18 %
Anorganikus foszfát	2 %		
Plazma proteinek	7 %		

A sav bázis változások következményes kompenzációja

Sav-bázis változás	Elsődleges eltérés	Másodlagos kompenzáció	A kompenzáció elvárt mértéke
Respirációs acidózis	$\uparrow \text{PaCO}_2$	$\uparrow \text{HCO}_3^-$	
akut			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,1 \text{ mMol/L per Hgmm}$
krónikus			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,35 \text{ mMol/L per Hgmm}$
Respirációs alkalózis	$\downarrow \text{PaCO}_2$	$\downarrow \text{HCO}_3^-$	
akut			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,2 \text{ mMol/L per Hgmm}$
krónikus			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,4 \text{ mMol/L per Hgmm}$
Metabolikus acidózis	$\downarrow \text{HCO}_3^-$	$\downarrow \text{PaCO}_2$	$\Delta \text{PaCO}_2 / \Delta \text{HCO}_3^- = 1,2 \text{ Hgmm per mMol/L}$
Metabolikus alkalózis	$\uparrow \text{HCO}_3^-$	$\uparrow \text{PaCO}_2$	$\Delta \text{PaCO}_2 / \Delta \text{HCO}_3^- = 0,7 \text{ Hgmm per mMol/}$

A sav bázis változások következményes kompenzációja

Sav-bázis változás	Elsődleges eltérés	Másodlagos kompenzáció	A kompenzáció elvárt mértéke
Respirációs acidózis	$\uparrow \text{PaCO}_2$	$\uparrow \text{HCO}_3^-$	
akut			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,1 \text{ mMol/L per Hgmm}$
krónikus			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,35 \text{ mMol/L per Hgmm}$
Respirációs alkalózis	$\downarrow \text{PaCO}_2$	$\downarrow \text{HCO}_3^-$	
akut			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,2 \text{ mMol/L per Hgmm}$
krónikus			$\Delta \text{HCO}_3^- / \Delta \text{PaCO}_2 = 0,4 \text{ mMol/L per Hgmm}$
Metabolikus acidózis	$\downarrow \text{HCO}_3^-$	$\downarrow \text{PaCO}_2$	$\Delta \text{PaCO}_2 / \Delta \text{HCO}_3^- = 1,2 \text{ Hgmm per mMol/L}$
Metabolikus alkalózis	$\uparrow \text{HCO}_3^-$	$\uparrow \text{PaCO}_2$	$\Delta \text{PaCO}_2 / \Delta \text{HCO}_3^- = 0,7 \text{ Hgmm per mMol/}$

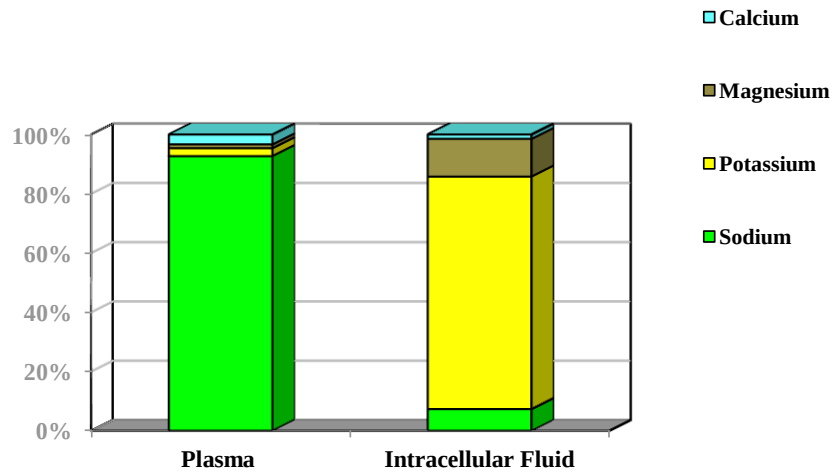


Hányós kis csecsemő

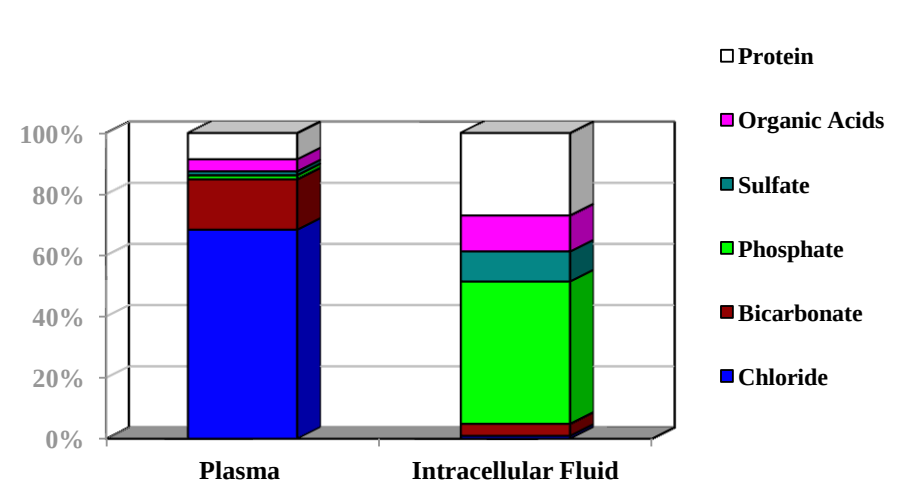
- Se Na: 140 mmol/l
- Se Cl: 88 mmol/l
- Se K: 5,0 mmol/l

- pH= 7.54
- pCO₂= 45 Hgmm
- HCO₃= 30,2 mmol/l

Kationok

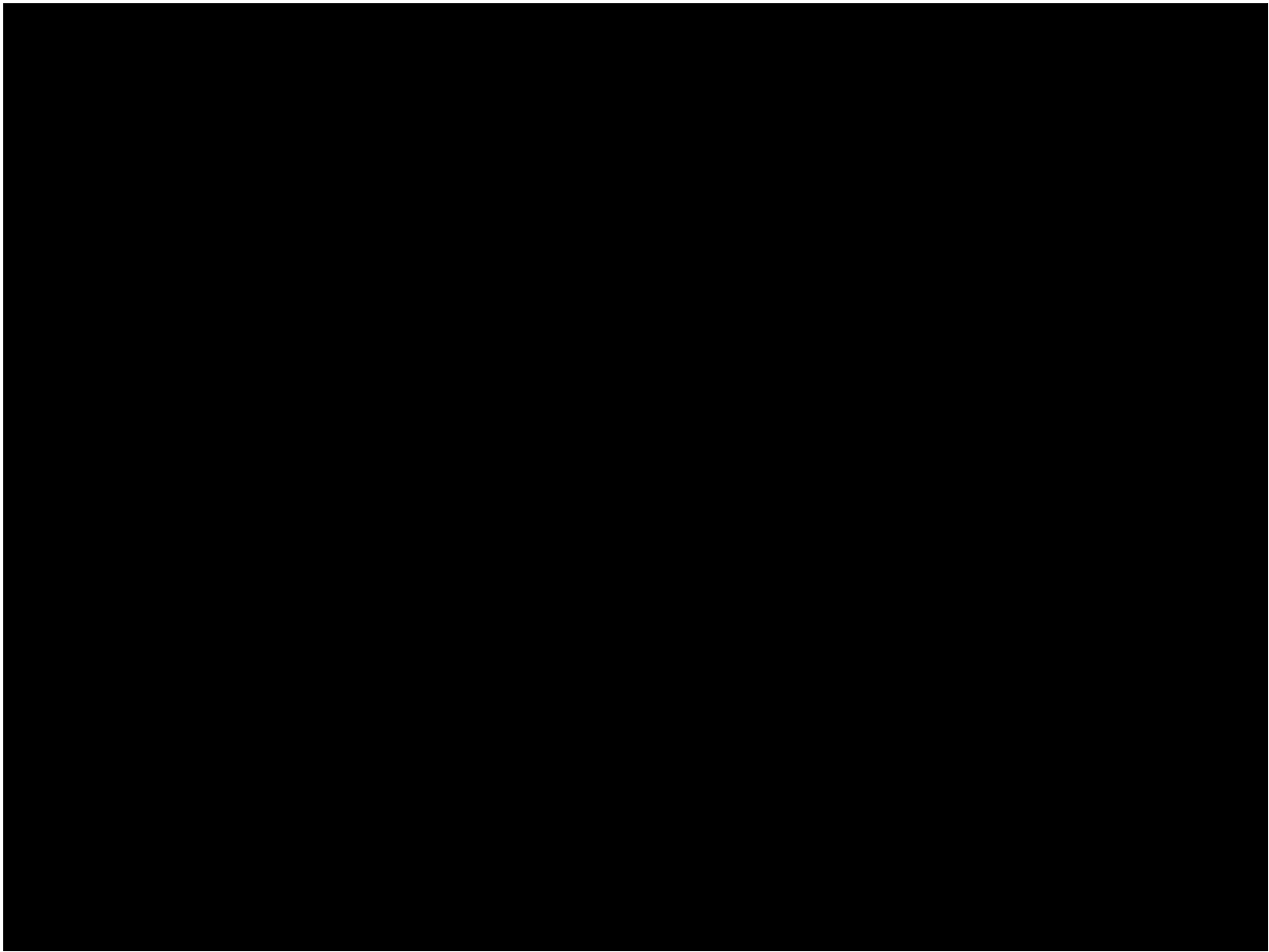


Anionok



Metabolikus alkalózis: $\text{pH} > 7,42$ vagy $\text{HCO}_3^- > 26 \text{ mmol/L}$

Légzési kompenzáció: $40 + 0,7 \times (\text{HCO}_3^- - 24) \text{ Hgmm}$



Diabéteszes ketoacidózis

Se Na: 134 mmol/l

Se Cl: 90 mmol/l

Se K: 5,0 mmol/l

pH: 7,01

pCO₂: 23 Hgmm !

HCO₃: 8 mmol/l

$$PCO_2 = 1.5 \times [HCO_3^-] + 8 \pm 2$$

Ha a $[HCO_3^-]$ 10-el csökken (14), akkor az
elvárt PCO_2 29 Hgmm

$$\Delta PaCO_2 / \Delta HCO_3^- = 1,2 \text{ Hgmm per mMol/L}$$

Ha a $[HCO_3^-]$ 10-el csökken, akkor a $\Delta PaCO_2 = 12$.
 $40 - 12 = 28 \text{ Hgmm}$

hypoCl, hypoNa, normoK, alkalózis, görcsök,

- Se Na: 126 mmol/l
- Se Cl: 88 mmol/l
- Se K: 5,0 mmol/l

- pH= 7.54
- pCO₂= 31 !
- HCO₃= 28,2