



# V O D A I O N T Y

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2006

# Celková tělesná voda :

**hmotnost**



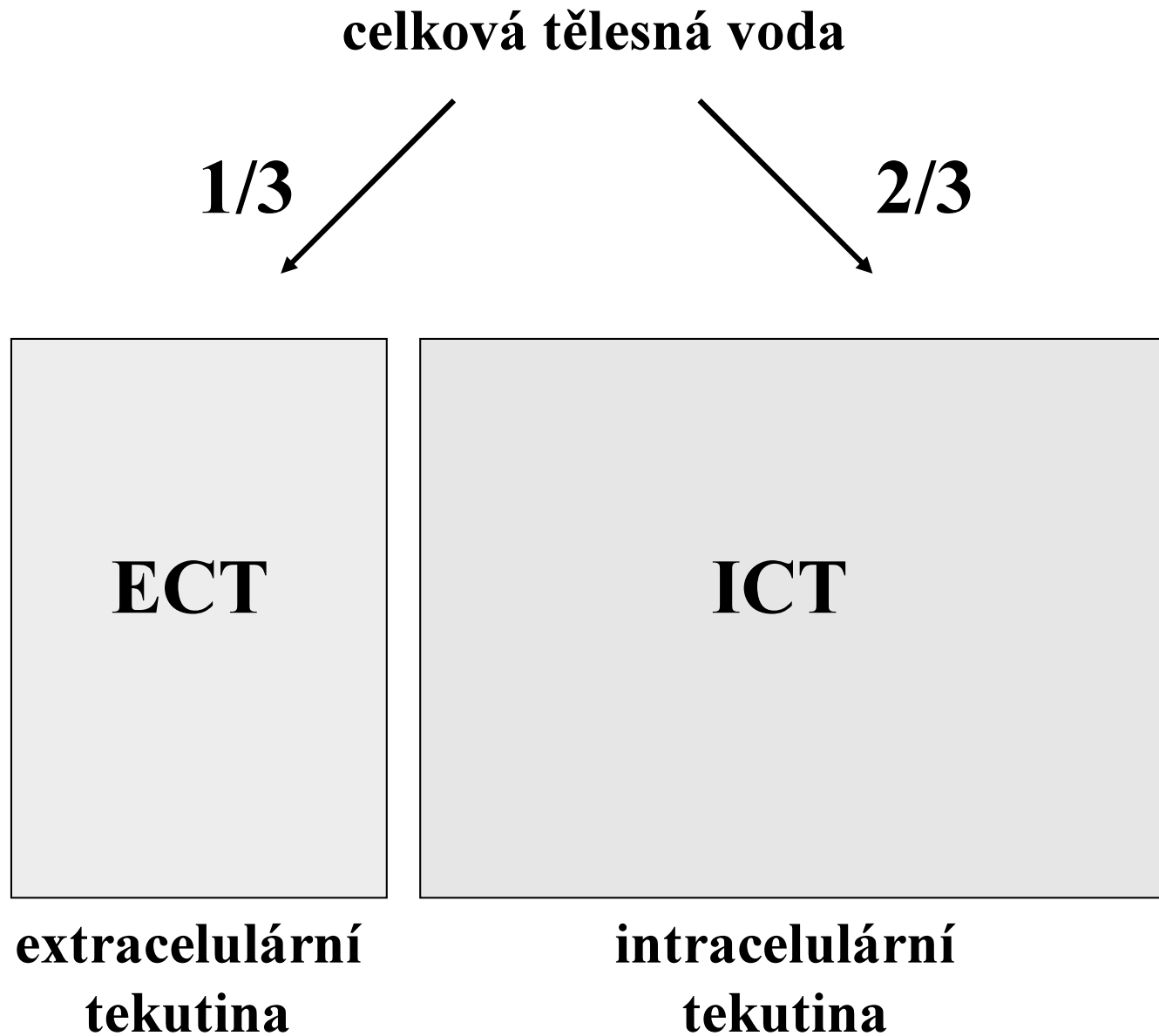
**60 %**

(méně obvykle:  
u žen počítáno  
s 55 % hmotností)

**CTV**

**celková tělesná voda**

# ECT a ICT :

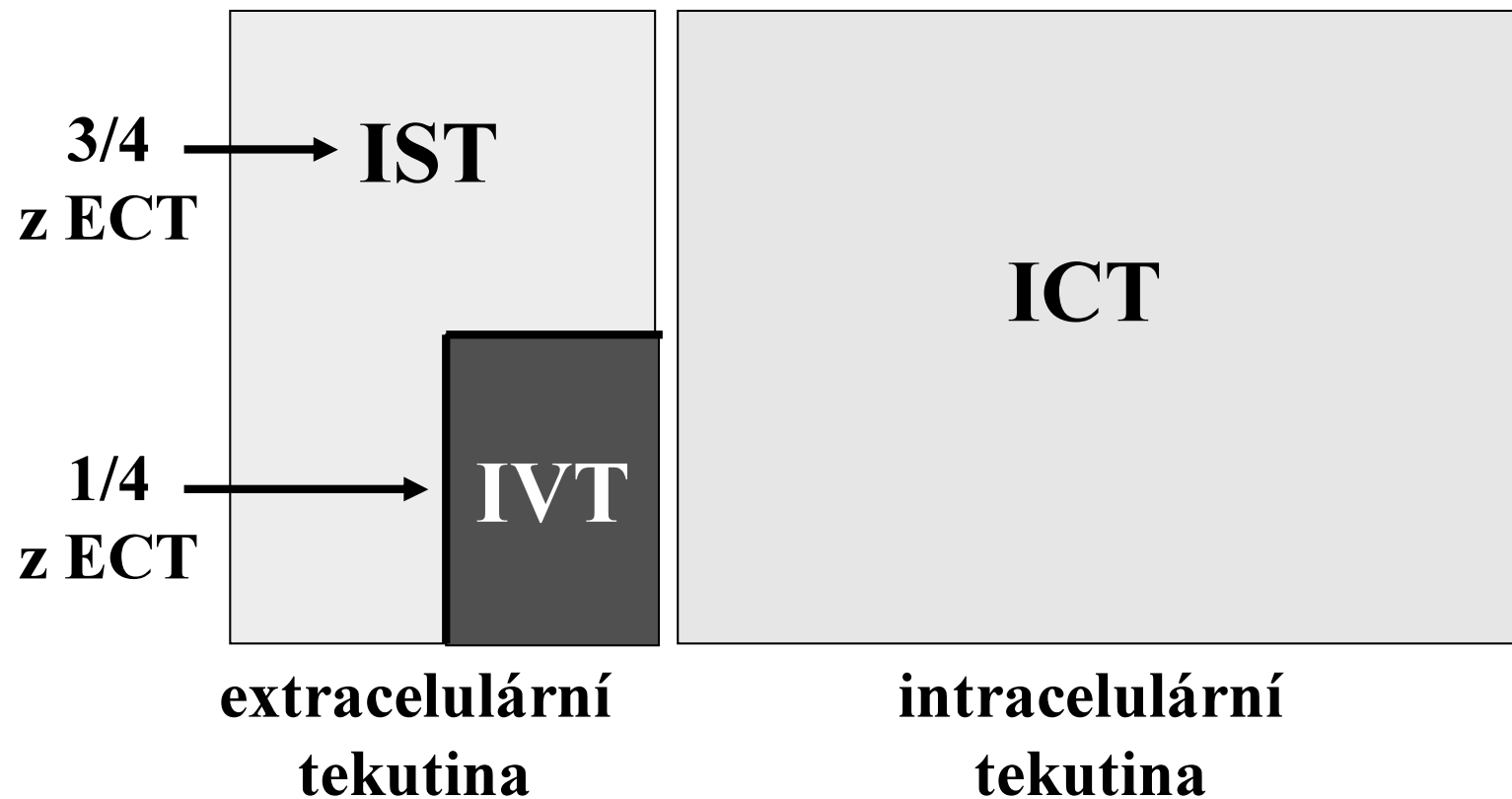


## Intravazální tekutina (IVT) :

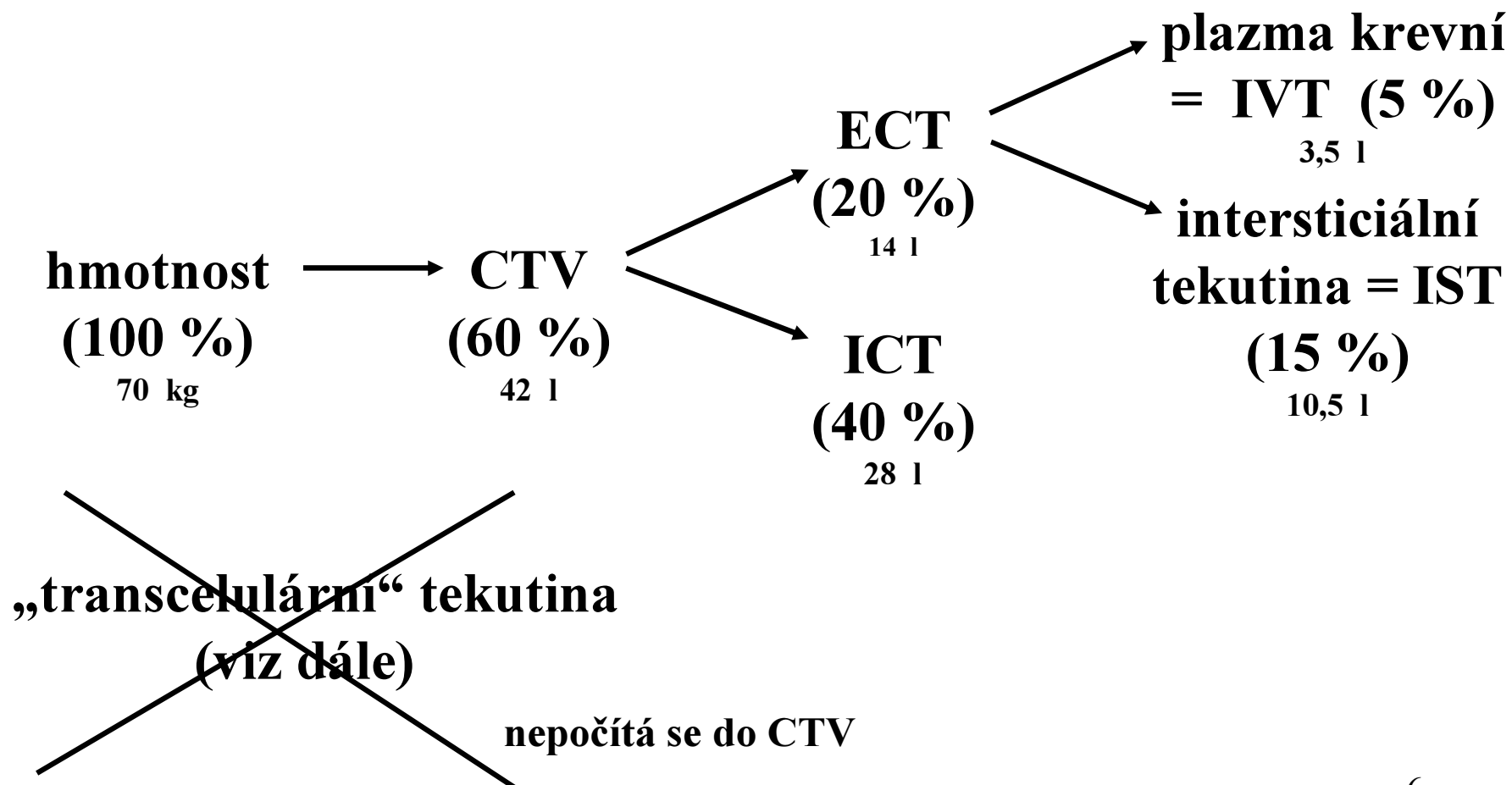
= plazma krevní,

=  $\frac{1}{4}$  objemu ECT.

Zbylé  $\frac{3}{4}$  objemu ECT tvoří intersticiální tekutina (IST)



# Rekapitulace objemů tekutin vzhledem k hmotnosti :



## „Transcelulární“ tekutina - poznámka :

Transcelulární prostor (také „terciární“ prostor) zahrnuje tekutinu ve střevech, v močových a žlučových cestách a v tělních dutinách.

U dospělého za normálních podmínek → cca 2 l tekutiny → cca 2 - 3% tělesné hmotnosti.

Transcelulární tekutina nabývá významu za některých patologických stavů (výpotek atd.), kdy event. může být po určitou dobu nerozpoznána.

Údaje o transcelulární tekutině (aktuální údaj pro daný okamžik) je nutno odlišit od (dynamických) údajů, týkajících se „obratu“ za 24 h – viz příklad:

Trávicí šťávy:	sliny	0,75	l . d <sup>-1</sup>
	žaludeční šťáva	2,5	l . d <sup>-1</sup>
	žluč	0,7	l . d <sup>-1</sup>
	pakreatická šťáva	0,7	l . d <sup>-1</sup>
	střevní šťáva	3	l . d <sup>-1</sup>
		<hr/>	
		(7,85	l . d <sup>-1</sup> )

## CTV – změny s věkem :

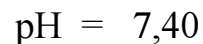
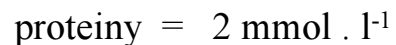
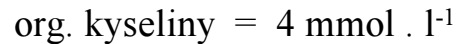
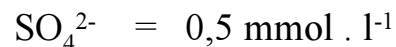
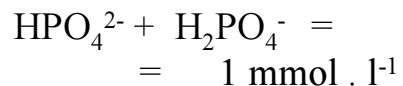
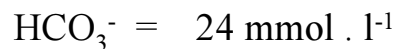
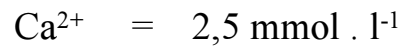
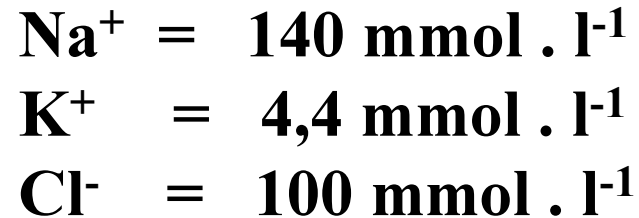
	% tělesné hmotnosti
novorozenec	~ 79 (!)
1 rok	~ 65
10 – 50 let	~ 60
nad 50 let	pokles o 4 - 6

Pro značně vysoký obsah vody jsou malé děti extrémně citlivé na ztráty/nedostatek tekutin, které mohou poměrně snadno ohrozit jejich život !

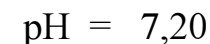
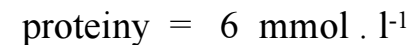
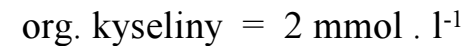
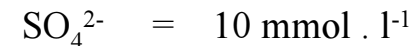
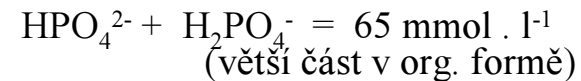
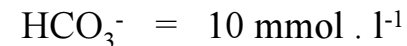
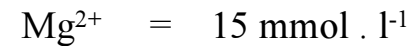
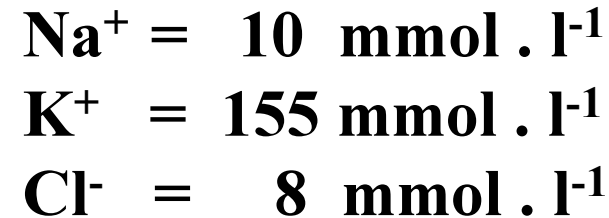


## Ionty v ECT a ICT :

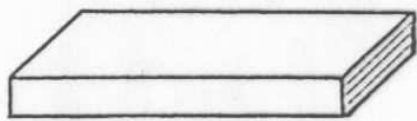
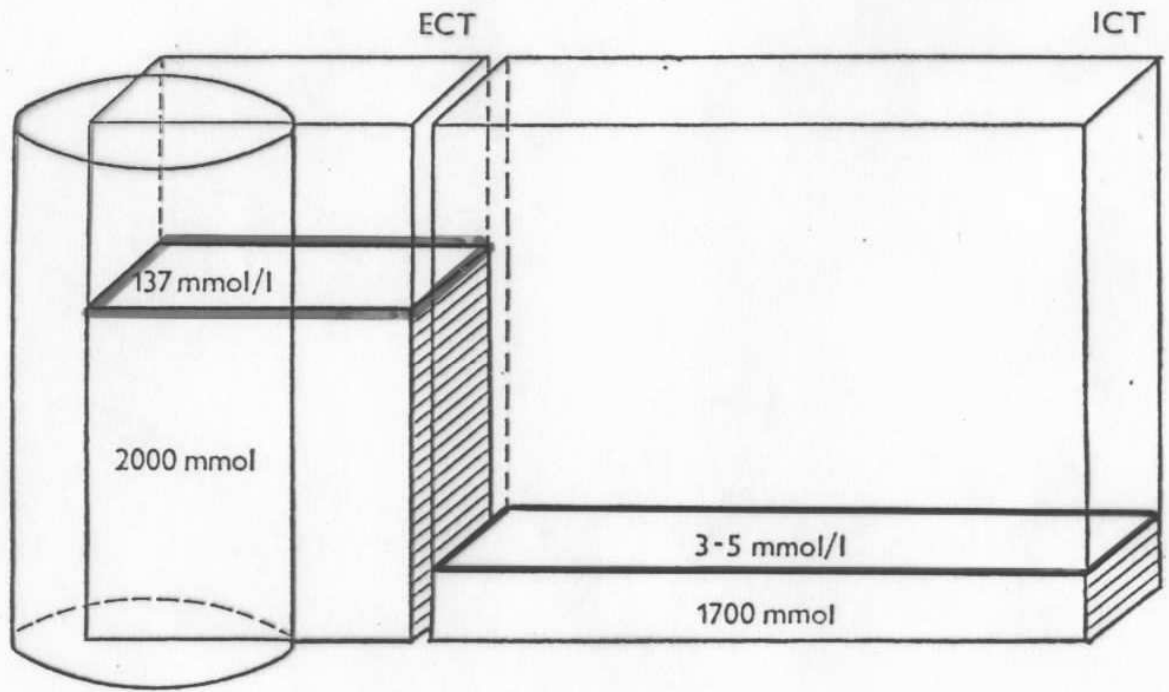
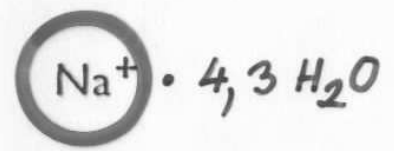
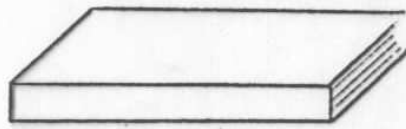
### ECT



### ICT



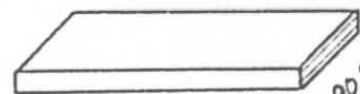
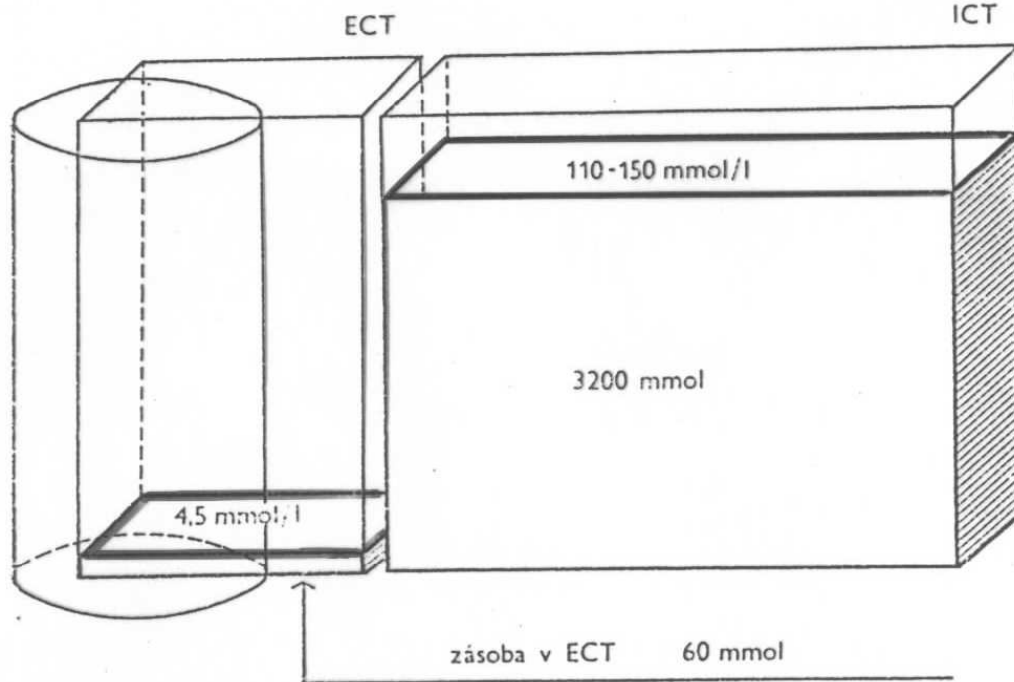
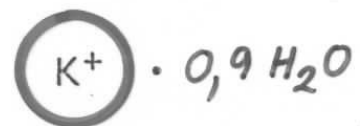
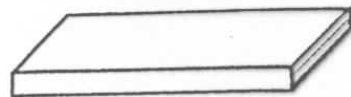
přijem 140 - 260 mmol/24h



výdej 140 - 260 mmol/24h

moči 120-240 mmol/24h  
stolici 10 mmol/24h  
potem 10 - 20 mmol/24h

přijem 50-100 mmol/24 h

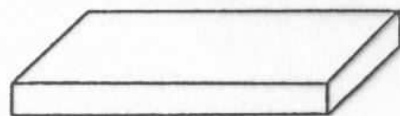


výdej 50-100 mmol/24 h

moči 45-90 mmol/24 h  
stolici 5-10 mmol/24 h

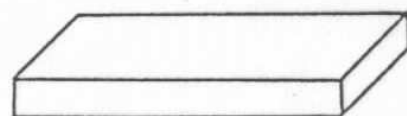
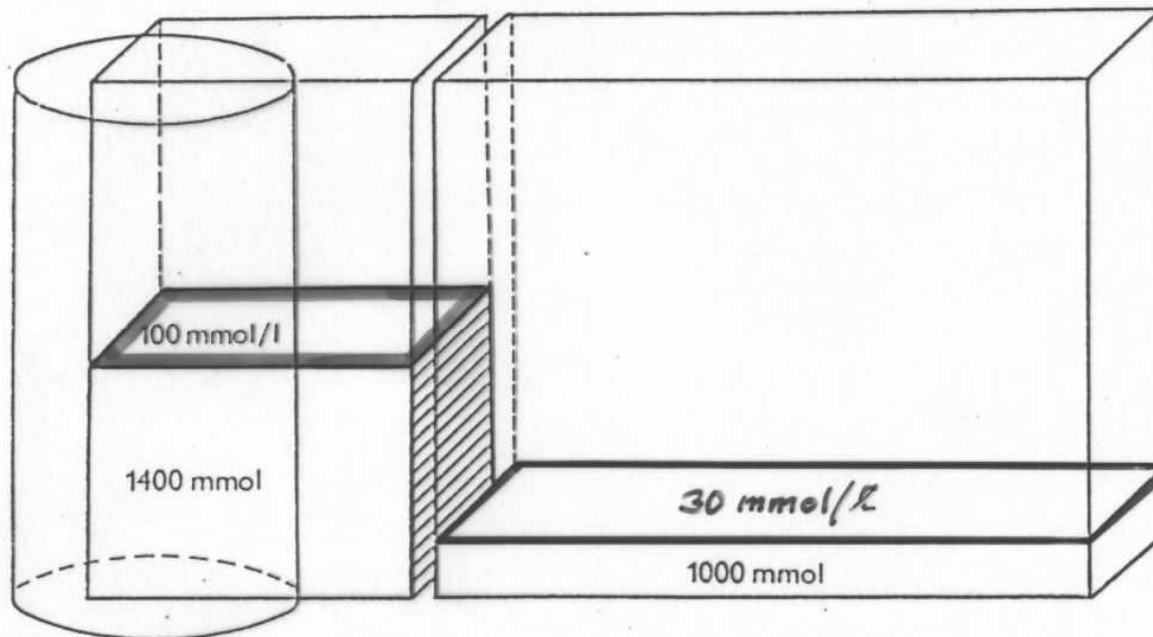
90%

přijem 140 - 260 mmol / 24 h



ECT

ICT



výdej 140 - 260 mmol / 24 h

moči 120 - 240 mmol / 24 h  
stolici 10 mmol / 24 h  
potem 10 - 80 mmol / 24 h

# Koncentrace iontů v plazmě krevní

Krevní plasma	Na <sup>+</sup> mmol . l <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol . l <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol . l <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol . l <sup>-1</sup>	Ca <sub>total</sub> mmol . l <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol . l <sup>-1</sup>
Rozpětí	130 – 143	4,0 – 5,5	95 – 107	21 – 27	2 – 3	0,7 – 1
průměr	137 ( <b>140</b> )	4,4	101 ( <b>100</b> )	24	2,5	“1”

## Zákon elektroneutrality :

→ shoda v součtu kladných a záporných nábojů (krevní plazma, zjednodušeně).

**Pokud jsou přítomny ionty s více náboji, není součet molárních koncentrací totožný se součtem nábojů !**

kation	molarita (mmol . l <sup>-1</sup> )	
	kation	(+) náboj
Na <sup>+</sup>	140	140
K <sup>+</sup>	4	4
Ca <sup>2+</sup>	2,5	5
Mg <sup>2+</sup>	1	2
-		
-		

celkový kladný náboj: 151

anion	molarita (mmol . l <sup>-1</sup> )	
	anion	(-) náboj
Cl <sup>-</sup>	100	100
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	24
prot <sup>-</sup>	2	~ 20
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,5	1
org. kyseliny	4	4

celkový záporný náboj: 151

# Anionty v plazmě krevní:

znázorněny jsou látkové koncentrace  
záporného náboje !



chloridy  $100 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

hydrogenuhličitany

$24 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

(proteináty  $\sim 16 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ )

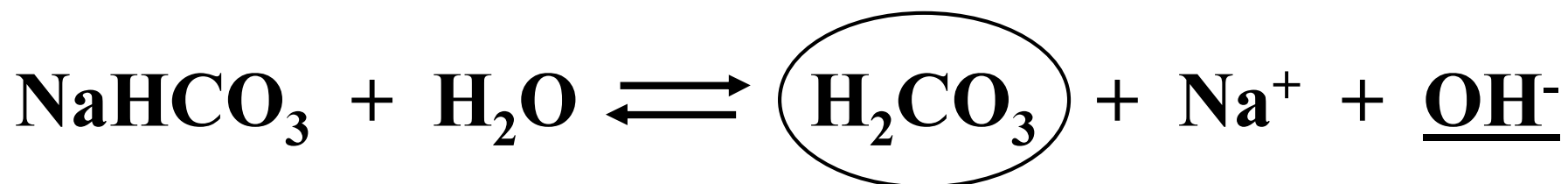
(reziduální anionty  $\sim 10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ )

$\Sigma = \text{cca } 150 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

## Hydrogenuhlíčan („bikarbonát“):



svojí koncentrací rychle „přizpůsobitelný“ anion

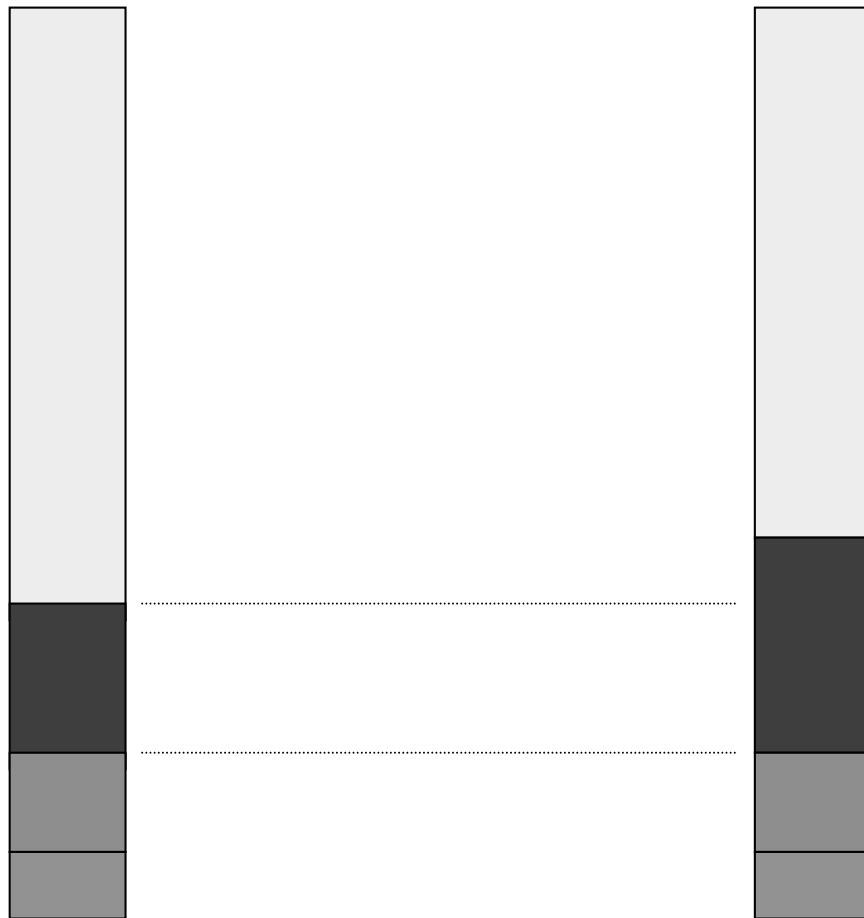


v důsledku hydrolýzy zásaditě reagující látka

(Kyselina uhličitá v elipse symbolizuje slabý, tedy prakticky nedisociovaný elektrolyt. Hydroxid sodný je silný, tj. téměř zcela disociovaný elektrolyt  
- ve vodném roztoku vzniká přebytek  $\text{OH}^-$  iontů, podmiňující zásaditou reakci.)



# Hypochloremická alkalóza:



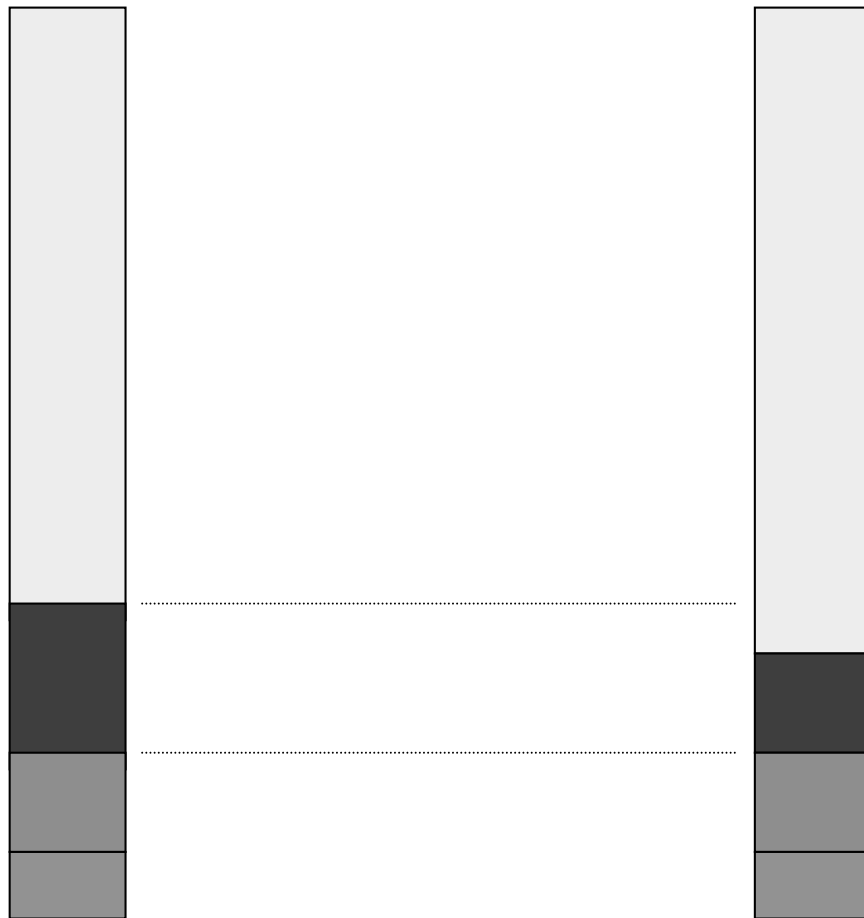
normální stav

hypochlorémie

**úbytek chloridů  
(žlutě) kompenzován  
zvýšením zásaditých  
hydrogenuhličitanů  
(modře), ostatní  
anionty nezměněny**

( např. pooperační odsávání  
žaludeční šťávy  
= ztráta HCl )

# Hyperchloremická acidóza:



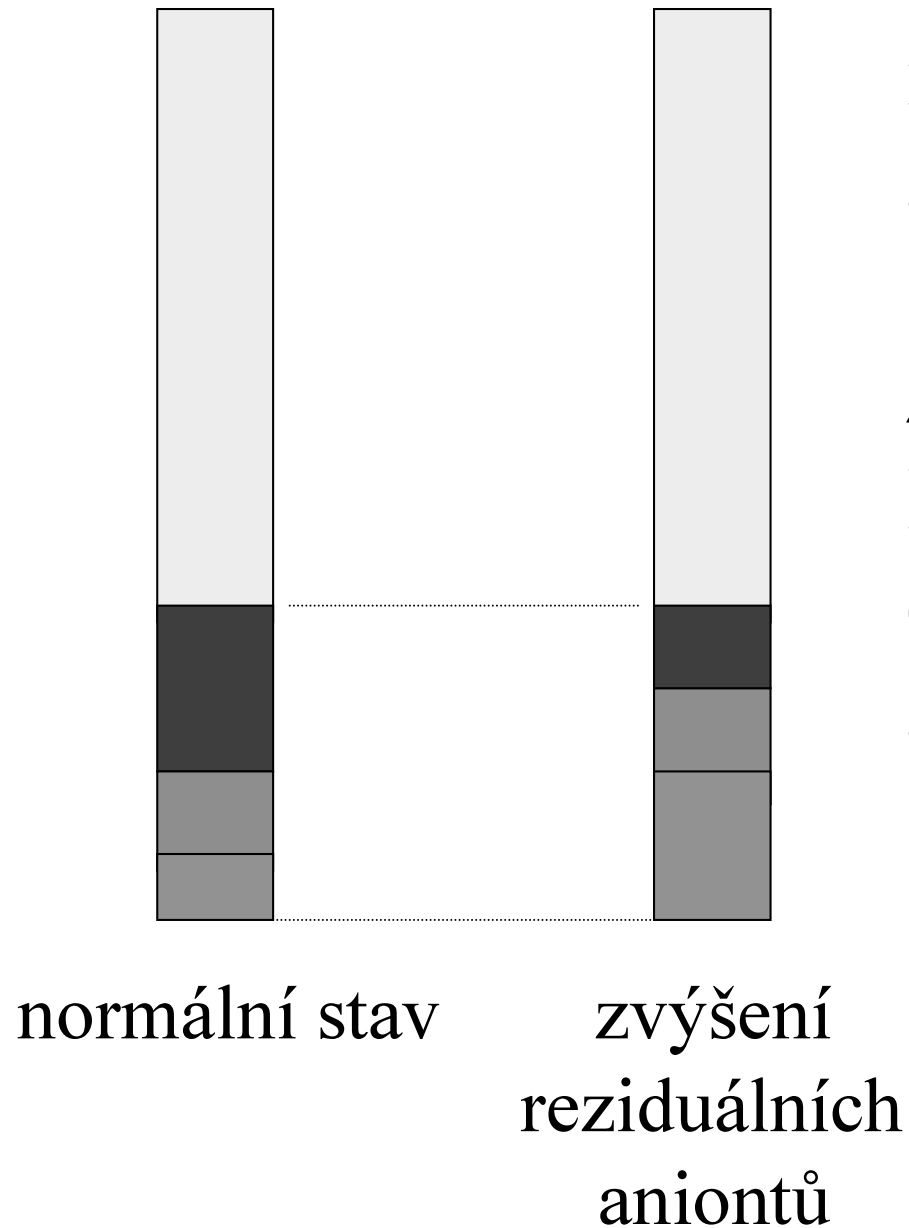
normální stav

hyperchlorémie

**nadbytek chloridů  
(žlutě) kompenzován  
snížením zásaditých  
hydrogenuhlíčanů  
(modře), ostatní  
anionty nezměněny**

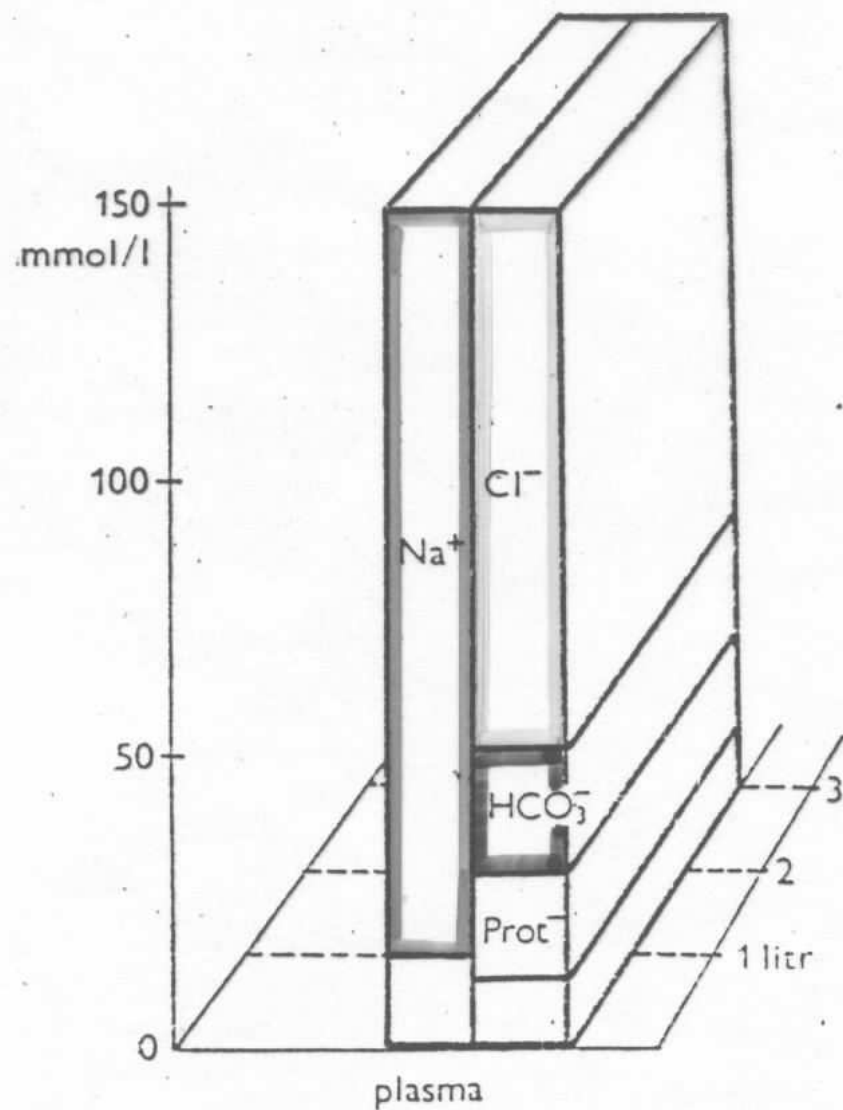
( např. delší podávání  
fyziologického  
roztoku )

## Normochloremická acidóza:



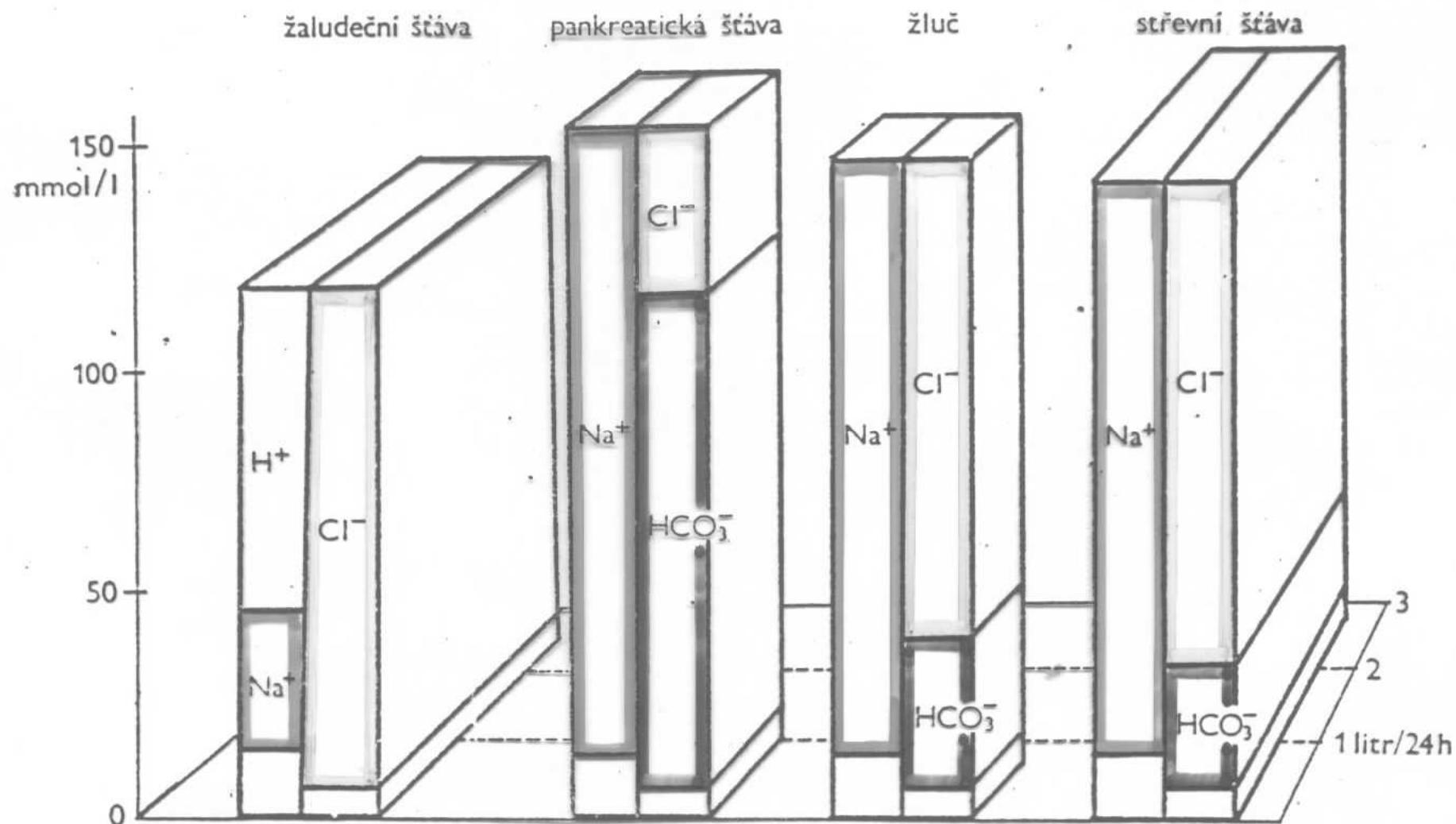
**nadbytek reziduálních  
aniontů (zeleně)  
kompenzován snížením  
zásaditých  
hydrogenuhlíčanů  
(modře), ostatní  
anionty nezměněny**

**( z reziduálních aniontů např.  
zvýšení laktátu nebo ketolátek  
= acetoacetát, hydroxybutyrát )**

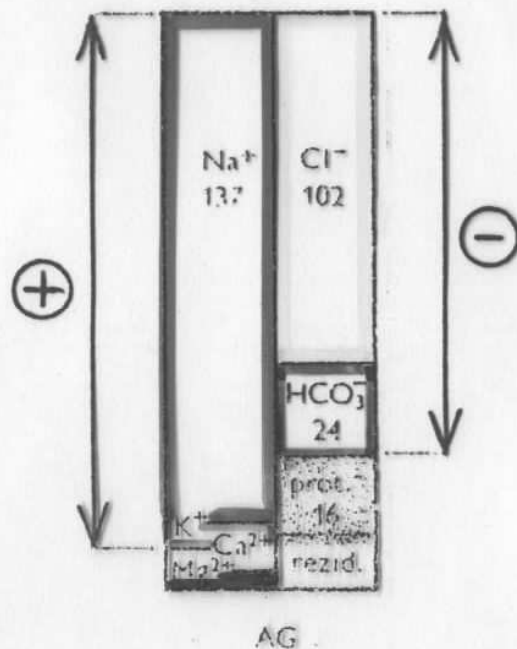


Iontové složení tělesných tekutin a jejich průměrná tvorba za 24 hodin. Pro srovnání uvedeno složení a objem krevní plasmy.

# Složení trávicích šťáv:



(význam: pro ev. odhad ztrát sondou neb drénem)



### Aniontové okénko (anion gap)

$$AG = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)$$

$$AG \rightarrow \text{prot}^- + \text{RA}$$

Norma: 18 mmol/l (Kazda, 1985)

Porucha ABR: nepravděpodobná < 24,3

pravděpodobná 24,3 - 26,5

průkazná > 26,5 (MAc)

**Aniontové okénko je počítáno jako rozdíl mezi součtem dvou nejvíce zastoupených kationtů (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) a dvou nejvíce zastoupených aniontů (Cl<sup>-</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) v plazmě krevní.**

**Diagnostický přínos byl menší než se předpokládalo.**

# „Silné ionty“:

Z hlediska chemického nešťastně matoucí,  
kliniky zavedený pojem.

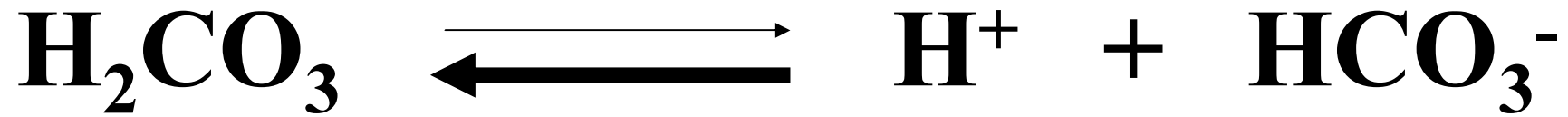
Jsou to ionty (většinou silných) kyselin a zásad,  
které nemají za fyziologického pH pufrční  
schopnost.

„Silné“ kationty:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$

„Silné“ anionty:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,

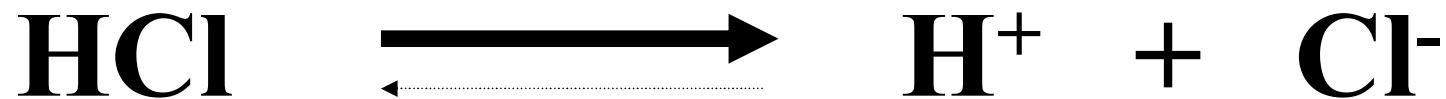
**laktát<sup>-</sup> a acetoacetát<sup>-</sup>**

  
(při  $\text{pH} \geq 6$ )



**slabá kyselina**

**silná  
konjugovaná  
báze („pufruje“)**



**silná kyselina**

**slabá  
konjugovaná  
báze („nepufruje“)**



# **Poruchy vodního hospodářství:**

**1/ ECT je hyperosmolální**

**2/ ECT je isoosmolální**

**3/ ECT je hypoosmolální**

# Uspořádání následujících schémat :

**1/ počáteční stav (porucha) → pokročilý stav**

---

**2/ pojmenování poruch je podle změn v ECT:  
( „hyper-/iso-/hypo-TONICKÁ + hyper-/de-HYDRATACE“ )**

---

**3/**

**ECT**

**ICT**

**extracelulární  
tekutina**

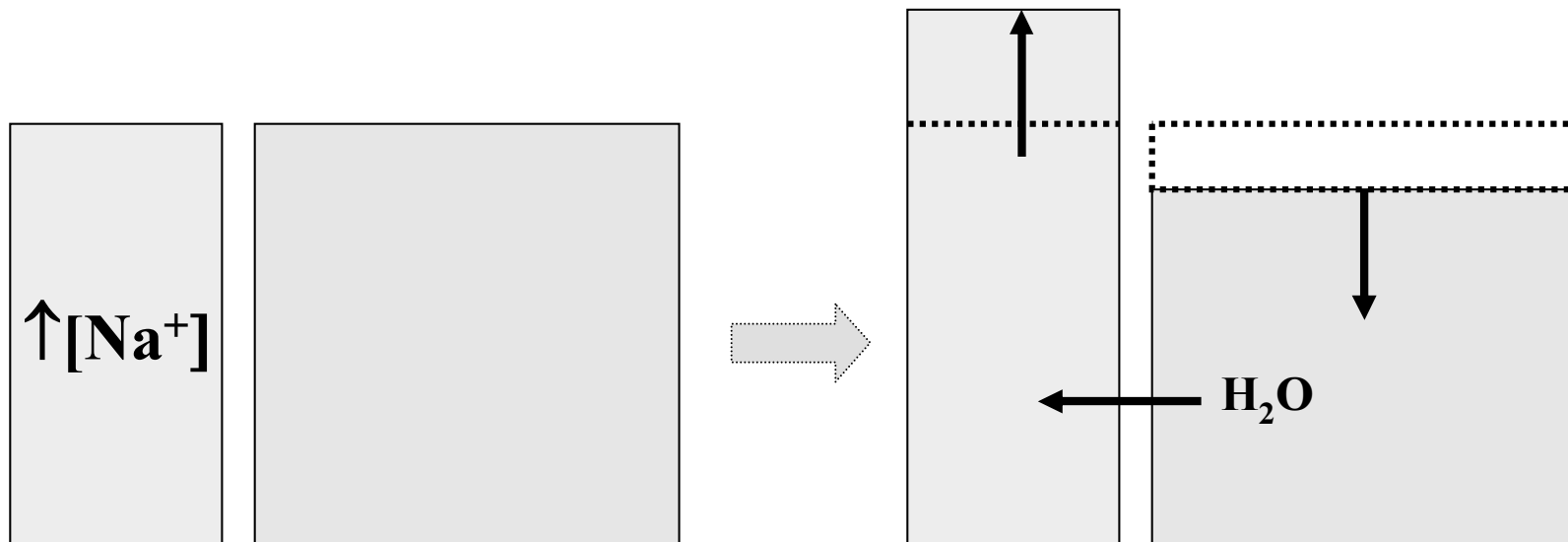
**intracelulární  
tekutina**

## **ECT je hyperosmolální:**

- 1/ retence / přívod  $\text{Na}^+$**
- 2/ ztráta „čisté“ vody**

# Retence / přívod $\text{Na}^+$ :

**ECT** je hyperosmolární



- voda do **ECT** → expanze **ECT**
- edémy – nebezpečí edému plic !
- voda chybí v **ICT** → poruchy CNS

**Retence / přívod Na<sup>+</sup> :** = hypertonická hyperhydratace

příčiny:

excesivní příjem solí

zvýšená aktivita kory nadledvin (Conn, Cushing)

podávání steroidů

mozkový „sůl retinující syndrom“

pití mořské vody (ztroskotání)

příznaky:

zvracení

průjem

kolísání krevního tlaku

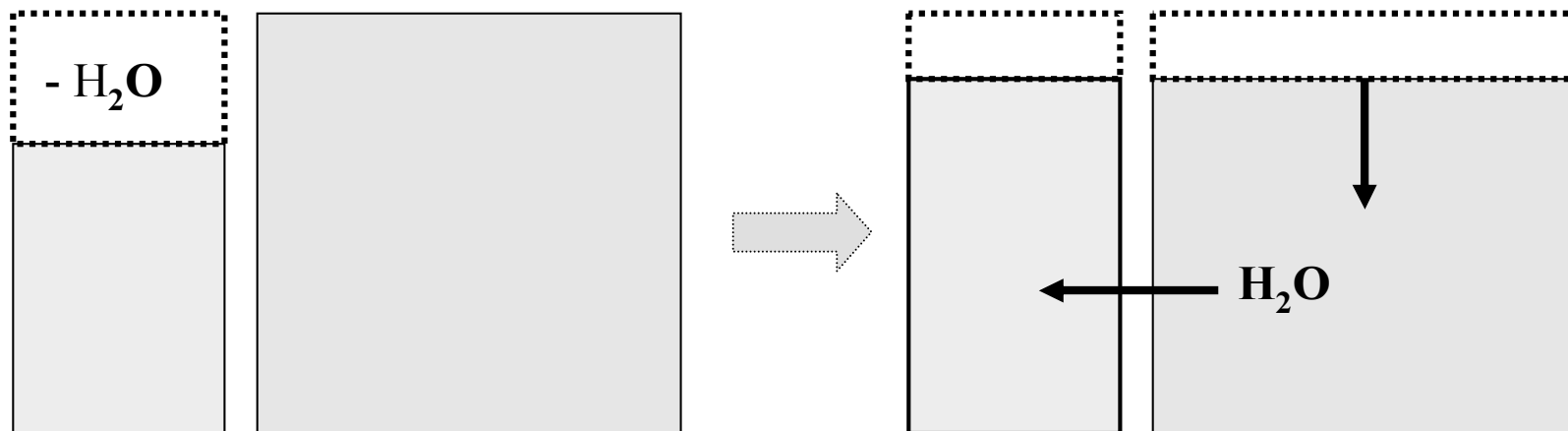
změny centrálního venózního tlaku

otok plic

neklid

# Ztráta „čisté“ vody :

**ECT** je hyperosmolární



( normální hematokrit )

- voda do **ECT**
- voda chybí zvl. v **ICT** → poruchy CNS

## Ztráta „čisté“ vody : = hypertonická dehydratace

### příčiny:

nedostatečný příjem vody (staří lidé – chybějící pocit žízně)

zvýšené ztráty vody potem

osmotická diuretika

hyperventilace

chronická nefropatie

polyurická fáze akutního renálního selhání

diabetes insipidus

### příznaky:

žízeň

horečka

vyprahlost

neklid

delirium až koma

## **ECT je isoosmolální:**

- 1/ ztráta isotonické tekutiny  
( → oběhové poruchy )**
- 2/ isoosmotická expanze ECT  
( → edémy )**

pro shodnou osmolalitu nedochází k přesunům vody mezi ECT a ICT, změny spočívají pouze v objemu ECT



# Ztráta isotonické tekutiny : = isotonická dehydratace

## příčiny:

zvracení

průjem

píštěle

diuretika

drenáž ascitu

popáleniny

intoxikace sedativy, CO

úžeh

## příznaky:

žízeň

únava/vyčerpání

slabost

zvýšení pulsové frekvence

snížení tlaku krevního

kolaps

zvracení

svalové křeče

# Isoosmotická expanze ECT :

= isotonická hyperhydratace

## příčiny:

předávkování isotonických infúzí

u oligurických a anurických stavů

srdeční vada

nefrotický syndrom

chronická urémie

akutní glomerulonefritida

cirhoza jater

entropatie se ztrátou bílkovin

## příznaky:

edémy

prosáknutí

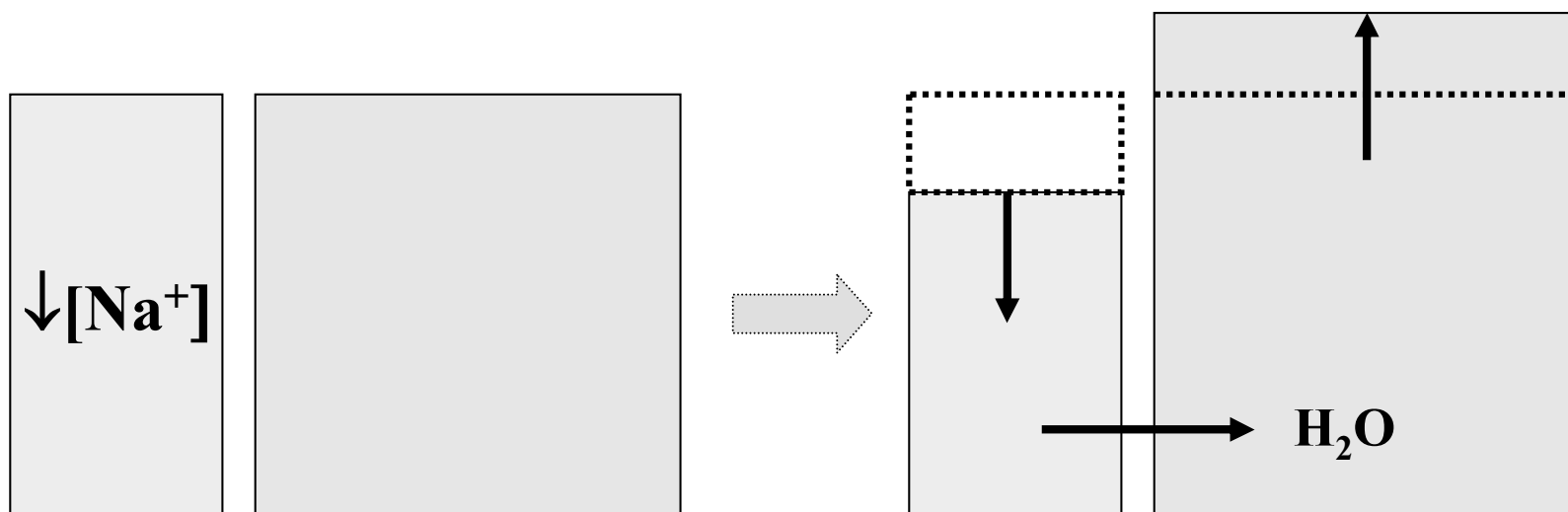
obtížné dýchání

## **ECT je hypoosmolální:**

- 1/ ztráta „čistého“  $\text{Na}^+$**
- 2/ intoxikace vodou**

# Ztráta „čistého“ $\text{Na}^+$ :

**ECT** je hypoosmolární



- únik vody do **ICT** → ↑ nitrolební tlak
- hypovolémie **ECT** → oběhové poruchy

**Ztráta „čistého“ Na<sup>+</sup> :** = hypotonická dehydratace

příčiny:

nedostatečný příjem Na<sup>+</sup>

po jeho ztrátách zvracením, průjemem a pocením

zvýšené ztráty Na<sup>+</sup> poruchou funkce nadledviny

chronické podávání diuretik

dlouhodobý průjem

ztráty píštělí

příznaky:

únava/vyčerpání

slabost

pokles krevního tlaku

zvýšení pulzové frekvence

kolaps

zvracení

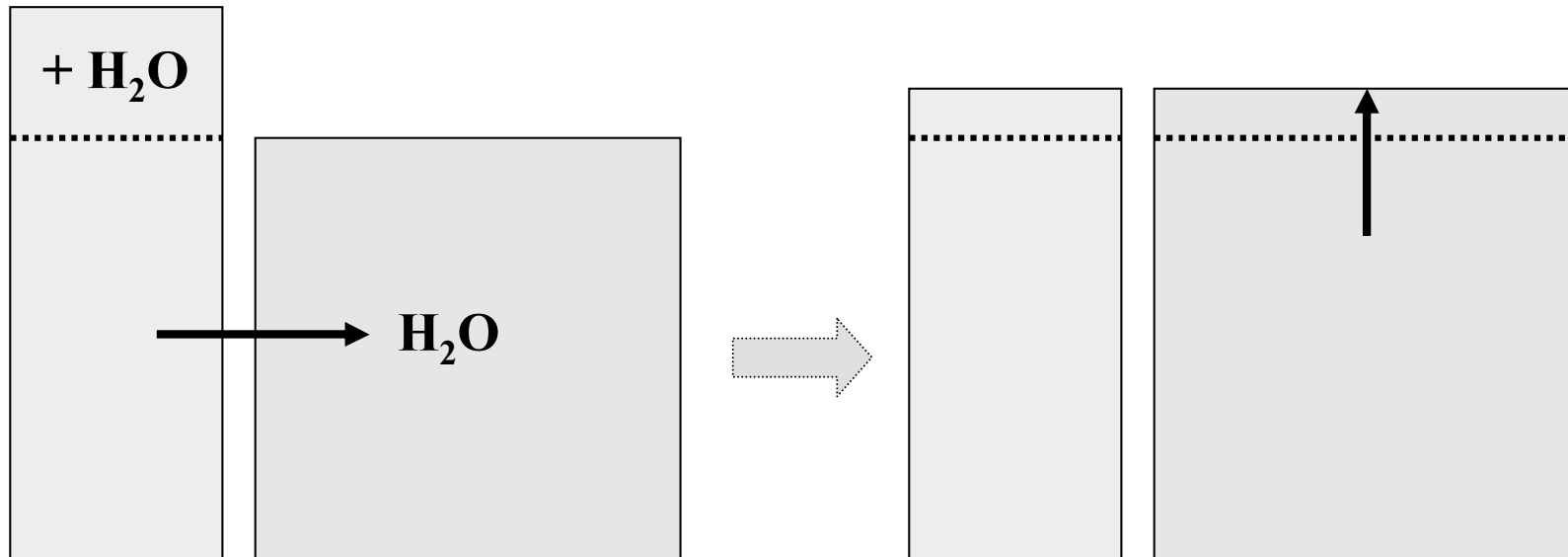
horečka

svalové křeče

snížená úroveň vědomí

# Intoxikace vodou :

**ECT** je hypoosmolární



- únik vody do **ICT** → ↑ nitrolební tlak

# Intoxikace vodou : = hypotonická hyperhydratace

## příčiny:

nadměrný příjem roztoků bez solí

výplach žaludku vodou

zvýšená aktivita ADH

## příznaky:

slabost

nauzea

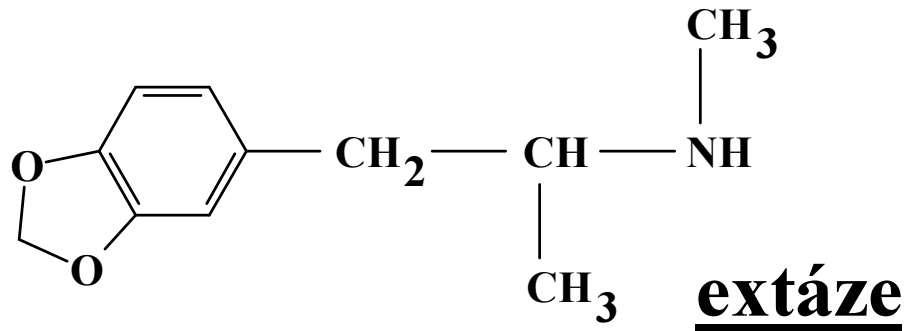
zvracení

obtížné dýchání

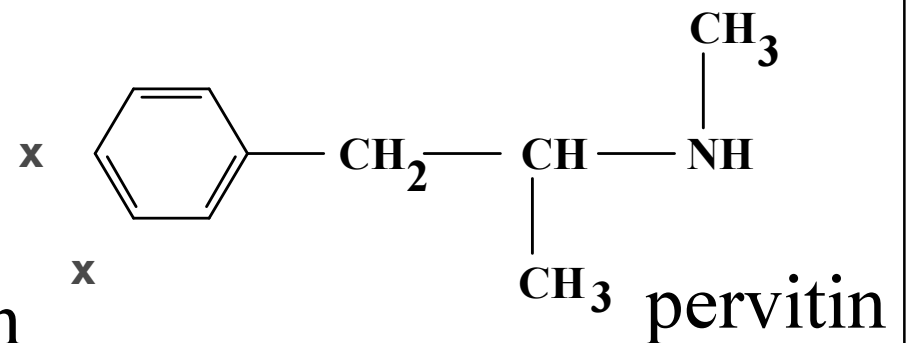
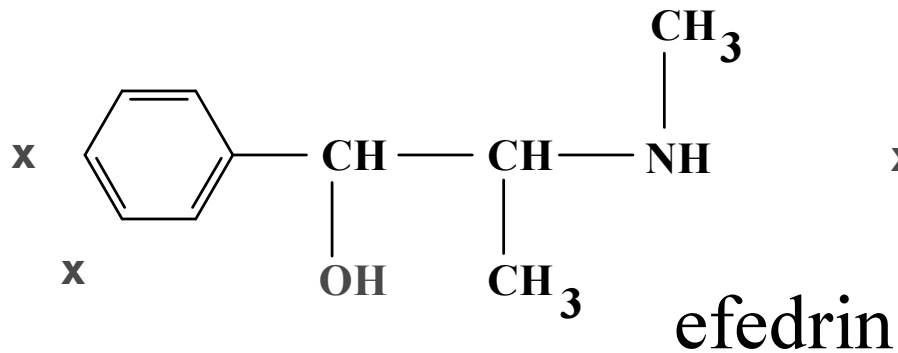
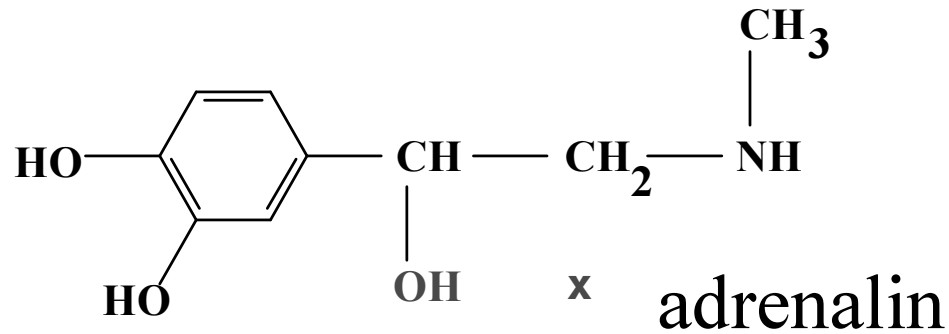
zmatenost

ztráta vědomí

# Intoxikace vodou



(= hypotonická  
hyperhydratace  
po požití „extáze“)



(hlavní strukturní rozdíly extáze a příbuzných látek)



## Voda – ztráty (1):

<b><u>Perspirace:</u></b>	normální teplota	550 ml . d <sup>-1</sup>
	37,2 °C	600
	37,8	700
	38,3	800
	38,9	900
	39,4	1.000

<b><u>Pocení:</u></b>	mírné	300 ml . d <sup>-1</sup>
	střední	600
	silné	1.000
	(trvalé	2 ... 15 l . d <sup>-1</sup> !!)

## Voda – ztráty (2):

Dech: 440 ml . d<sup>-1</sup> (hyperventilace ?)

Moč: (diuretika ?!)

Stolice: 100 ml . d<sup>-1</sup> (průjem ?!)

Sonda, drén: ???

## Voda – metabolický zisk:

Terminální oxidace: 300 - 500 ml . d<sup>-1</sup>

## Voda – ztráty (3):

**Pot:** • při maximální zátěži je výdej až  $2 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$  !!

- převažuje zde ztráta vody nad ztrátou solí
- běžně pot obsahuje:  
58 mmol  $\text{Na}^+ \cdot \text{l}^{-1}$   
10 mmol  $\text{K}^+ \cdot \text{l}^{-1}$   
45 mmol  $\text{Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$

---

**Vylučování vody :**

60 %	ledvinami (moč)
20 %	kůží (pot)
15 %	plícemi
5 %	stolicí

# Voda – příjem:

**příjem vody: 1/ nápoje**

**2/ jídla (tuhá, polotuhá)**

**3/ oxidace živin:**

1 g tuku → 1,07 ml vody

1 g cukru → 0,55 ml vody

1 g bílkovin → 0,41 ml vody

Příjmu vody je nutno věnovat zvýšenou pozornost u malých dětí a dále u starších lidí, kde příjem tekutin bývá nedostatečný pro často chybějící/oslabený pocit žízně.

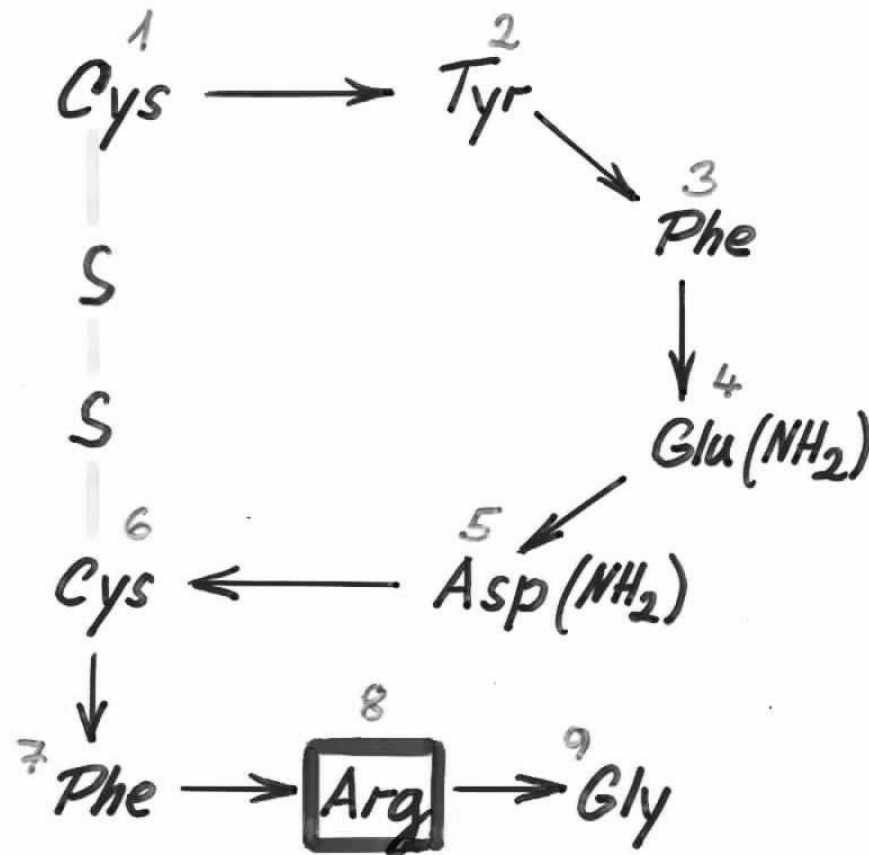
# **Hospodaření s vodou:**

**1/ adiuretin (antidiuretický hormon,  
vasopresin)**

**2/ RAAS (renin – angiotensin – aldosteronový  
systém)**

**3/ natriuretické peptidy**

# Antidiuretický hormon (ADH) vasopresin



# Angiotensiny

Asp → Arg → Val → Tyr → Ile → His → Pro → Phe → His → Leu

Asp → Arg → Val → Tyr → Ile → His → Pro → Phe

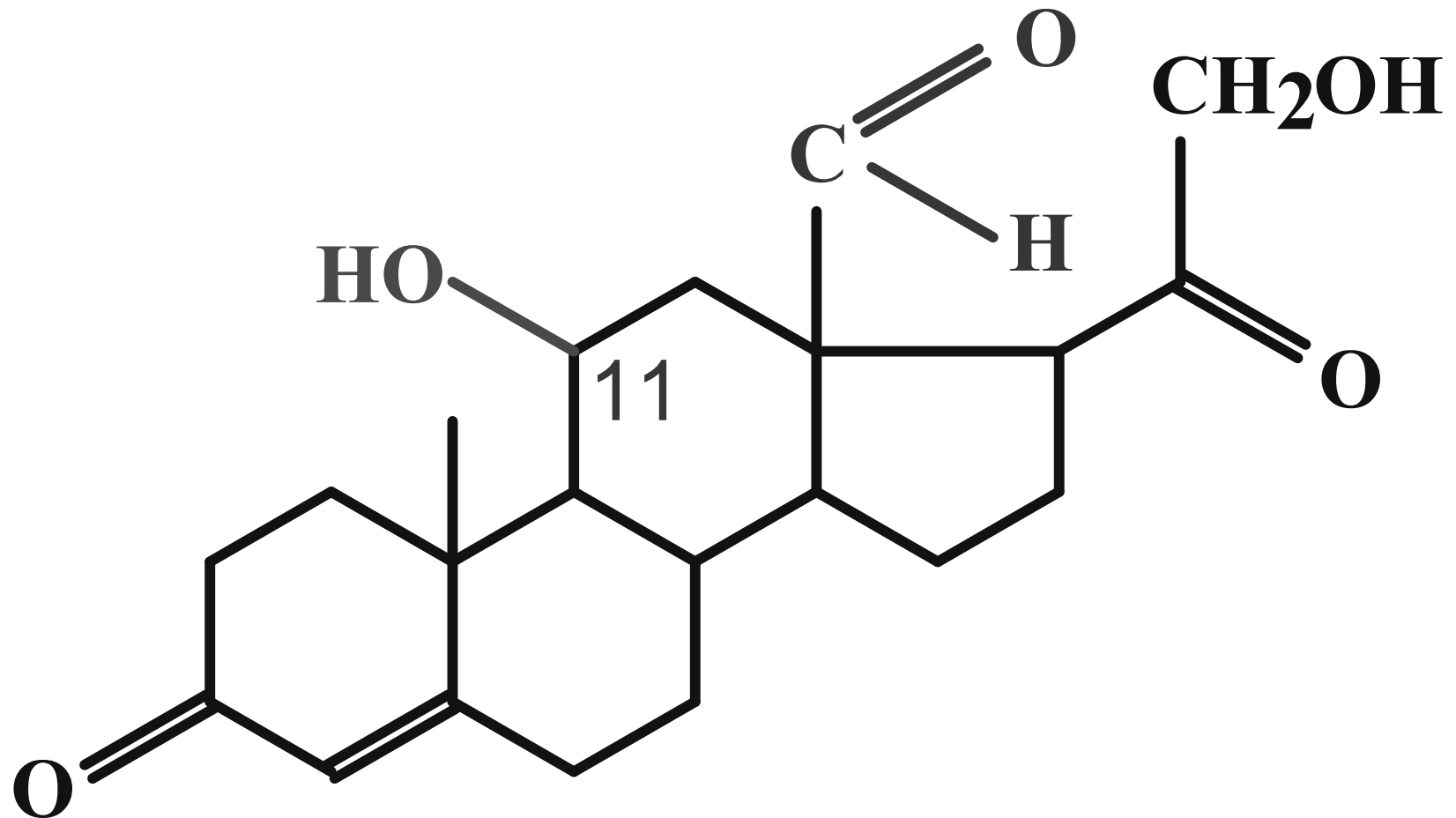
Arg → Val → Tyr → Ile → His → Pro → Phe

Znázorněny jsou struktury lineárních peptidů:

angiotensin I (10 AA), angiotensin II (8 AA, dvě AA na karboxylovém konci byly odštěpeny) a angiotensin III (7 AA, postrádá dále AA na aminovém konci řetězce).

Angiotensin I vzniká z  $\alpha_2$ -globulinu krevní plasmy (angiotensinogen – bílkovina jaterního původu), fyziologicky je neúčinný. Angiotensin II + III jsou účinné vasopresorické látky (zvyšují krevní tlak), stimulují tvorbu a sekreci aldosteronu (mineralokortikoid, zona glomerulosa nadledviny).

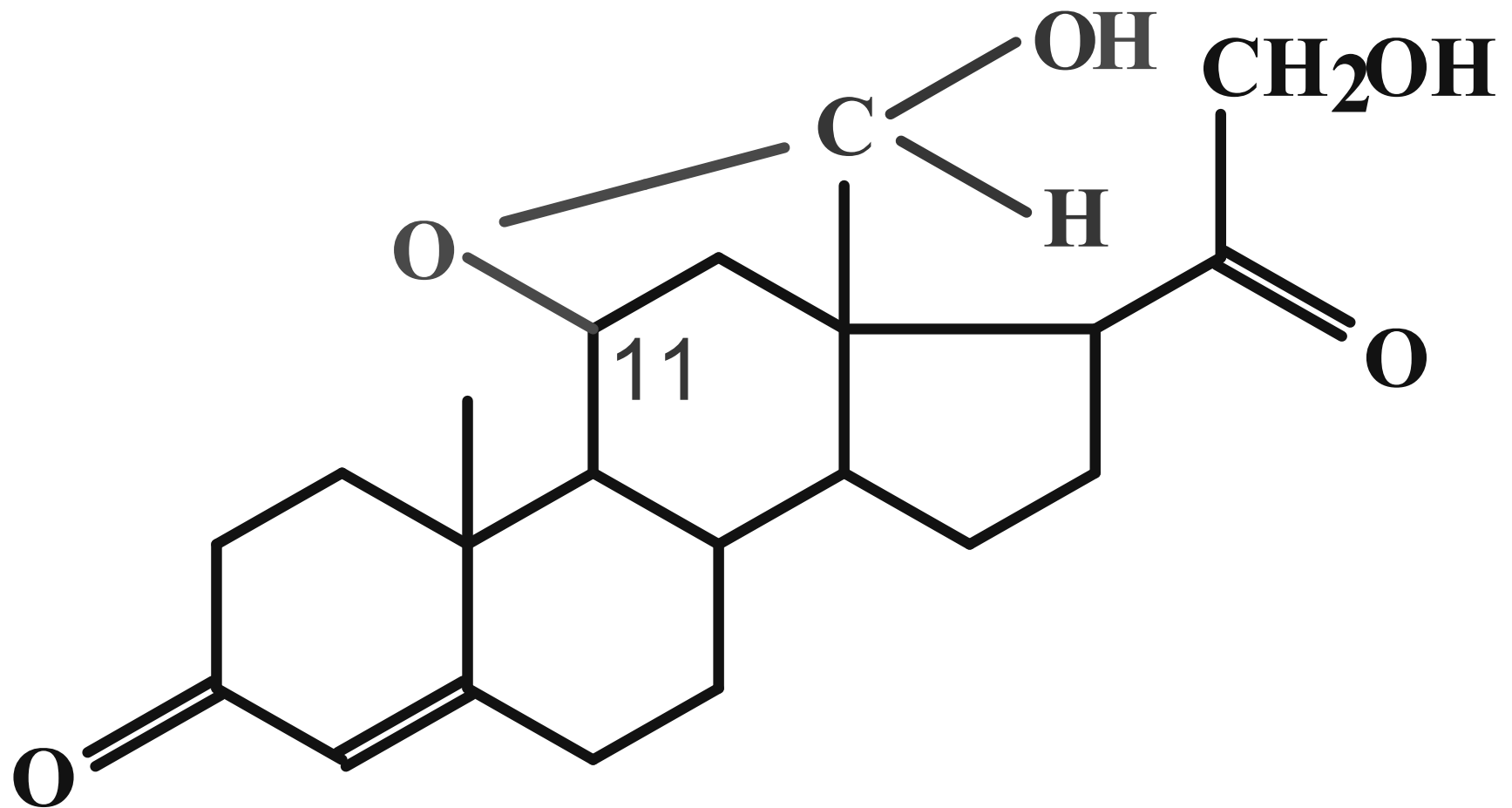
# aldosteron :



( 11 $\beta$ ,21-dihydroxy-3,20-dioxo-4-pregnen-18-al )

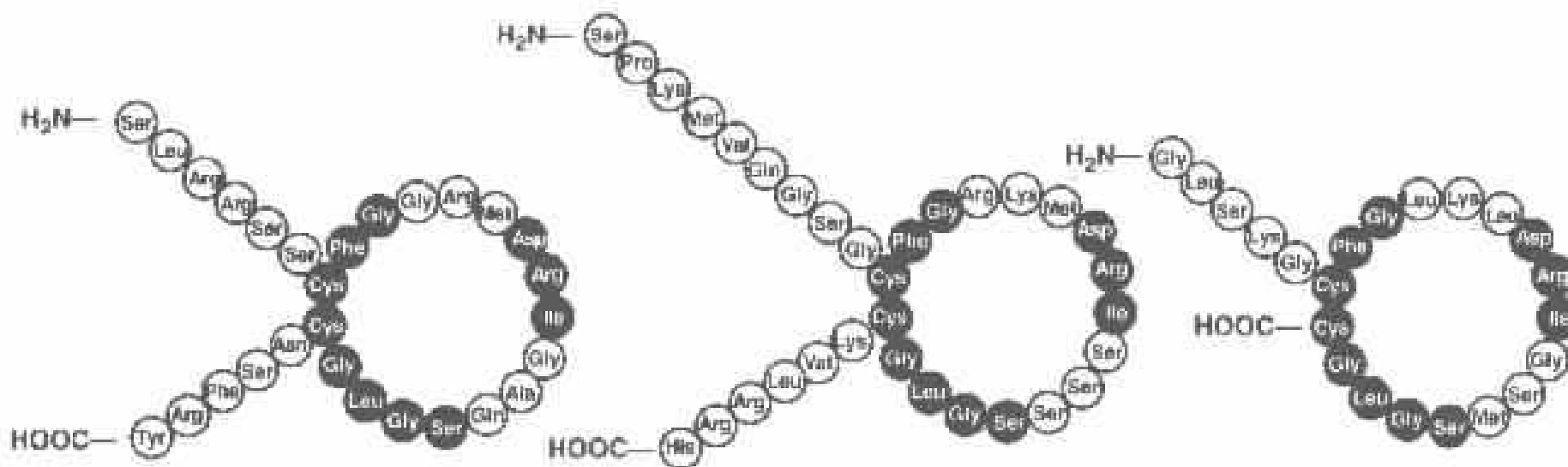


# aldosteron (paloacetal) :



( 11 $\beta$ ,18-epoxy-18,21-dihydroxypregn-4-en-3,20-dion ) 49

# Natriuretické peptidy



**ANP**

**28 AA**

**P- [ pmol . l<sup>-1</sup> ]**

**17 členné kruhy: ( ...Cys – S – S – Cys ... )**

**BNP**

**32 AA**

**CNP**

**22 AA**

**[stopy]**

**„VASODILATACE, NATRIURESIS, DIURESIS“**

# Natriuretické peptidy

**Prekurzory: 126 AA → ANP (28 AA)**  
**108 AA → BNP (32 AA)**  
**53 AA → CNP (22 AA)**

**NP odštěpeny na C-terminálním konci**  
**- krátké biologické poločasy**

**Inaktivní N-terminální části**  
**- delší biologický poločas → častěji stanovovány**

**NP receptory: transmembránový typ,**  
**přenos cGMP**

# Natriuretické peptidy

**ANP = „atriální“ převážně z předsíní srdečních  
- odpověď na zvýšené napětí svaloviny (ze  
zvýšeného objemu krve)**

**BNP = [brain] „mozkový“ (poprvé izolován z vepřového  
mozku). Vzdor názvu však vzniká převážně v  
srdečních komorách.**

**CNP = „C-typ“**

**NP jsou ochranou proti přetížení tekutinou a vysokému  
krevnímu tlaku.**

**ANP + BNP jsou povahy hormonu,**

**CNP se vlastnostmi blíží parakrinnímu faktoru.**

**RENIN** proteolytický enzym  
juxtaglomerulární bb. ledvin

(1 ↓ perfuzního tlaku  
2 noradrenalin →  $\beta_2$ -rec.  
3 ↓  $[Na^+]$  v distálním tub.)

**ANGIOTENZINOGEN** → **ANGIOTENZÍN I**  
 $\alpha_2$ -globulin krevní plazmy      dekapeptid

**ACE** → **ANGIOTENZÍN II**  
všechny tkáně, hl. plíce      oktapeptid

stimulace sympetiku  
→ noradrenalin

vazokonstrikce arteriál

stimulace hypothalamu  
→ "žízeň"  
→ ADH

~~↓  $[Na^+]$   
hyponatremie jen u vysokých hladin angiotenzínu II~~

**ALDOSTERON**  
zona glomerulosa

$Na^+/K^+$  ATPáza  
dist. tubulus      ↑  $[Na^+]$   
                                 ↓  $[K^+]$

**Poměr [Na<sup>+</sup>] / [K<sup>+</sup>] v moči:**

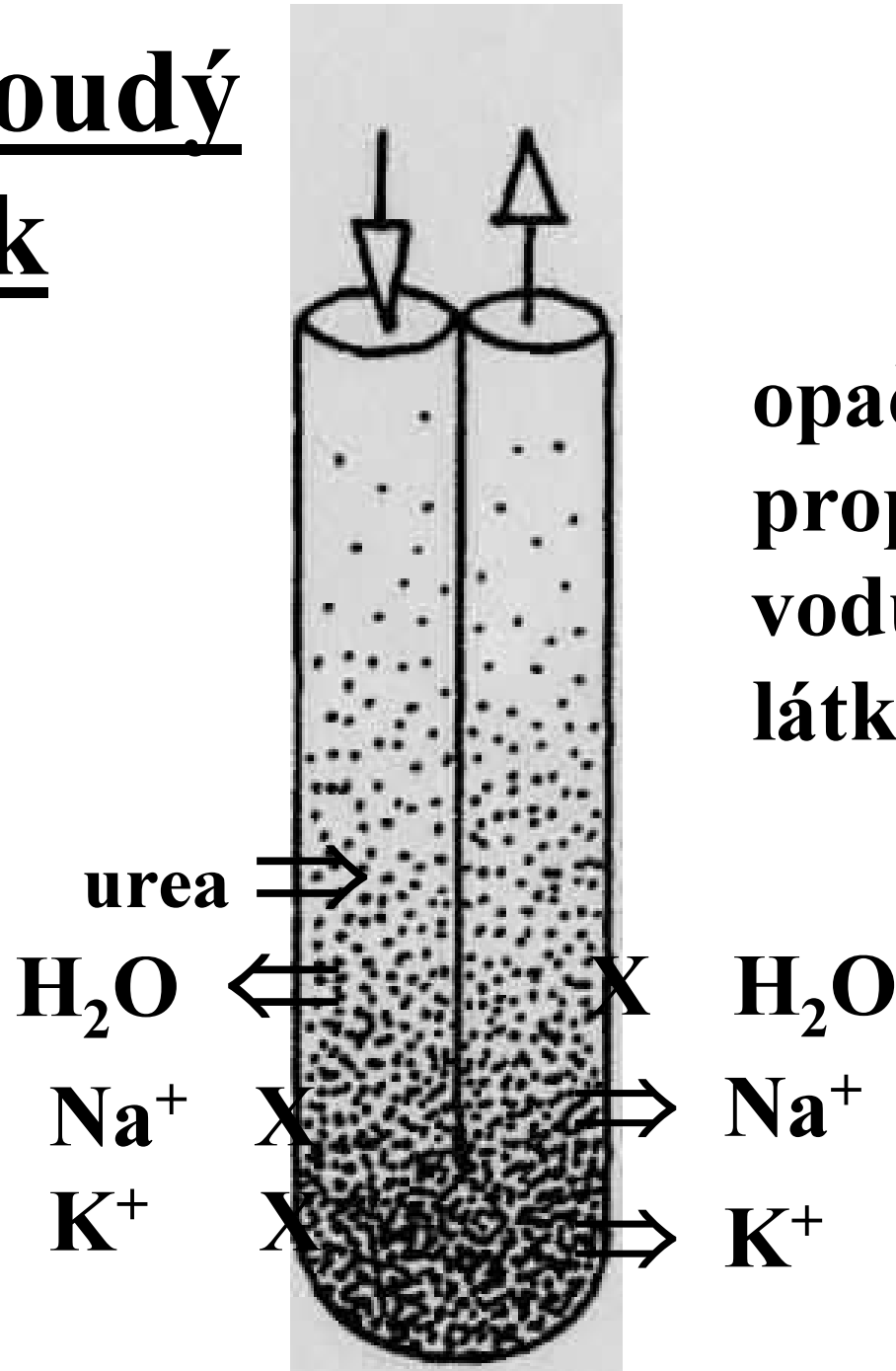
$$U\text{-[Na}^+] / U\text{-[K}^+] \cong 2,4$$

**(obecně > 1)**

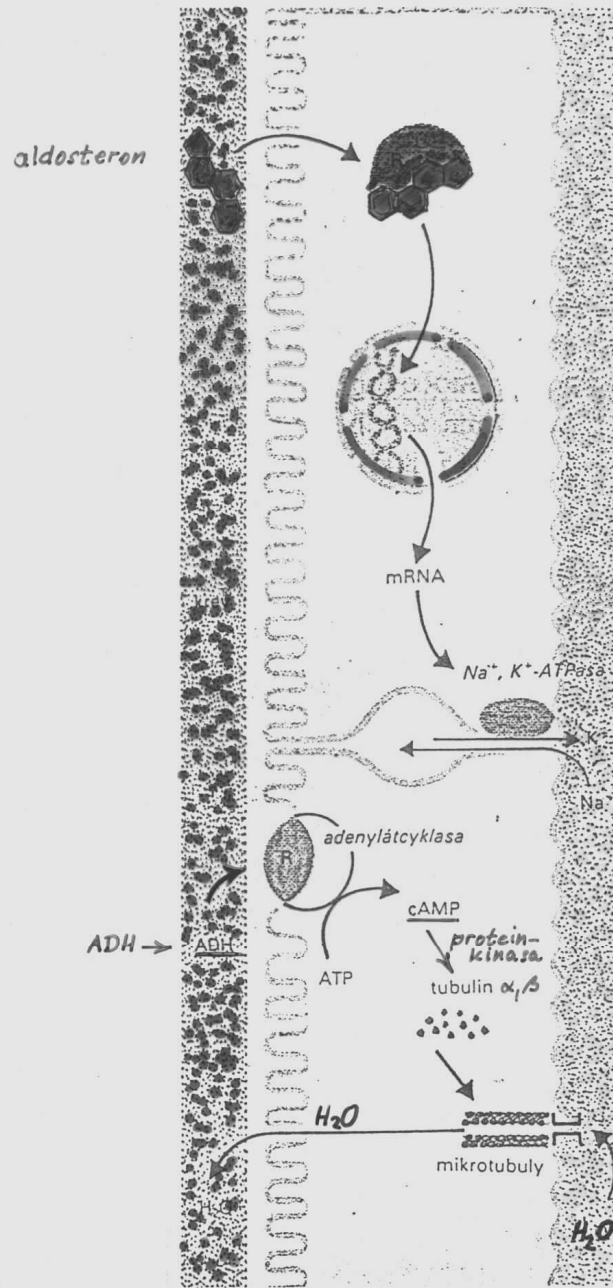
**< 1 → „hyperaldosteronismus“**

(ke stanovení stačí náhodný vzorek moče,  
není třeba znát objem)

# Protiproudý výměník



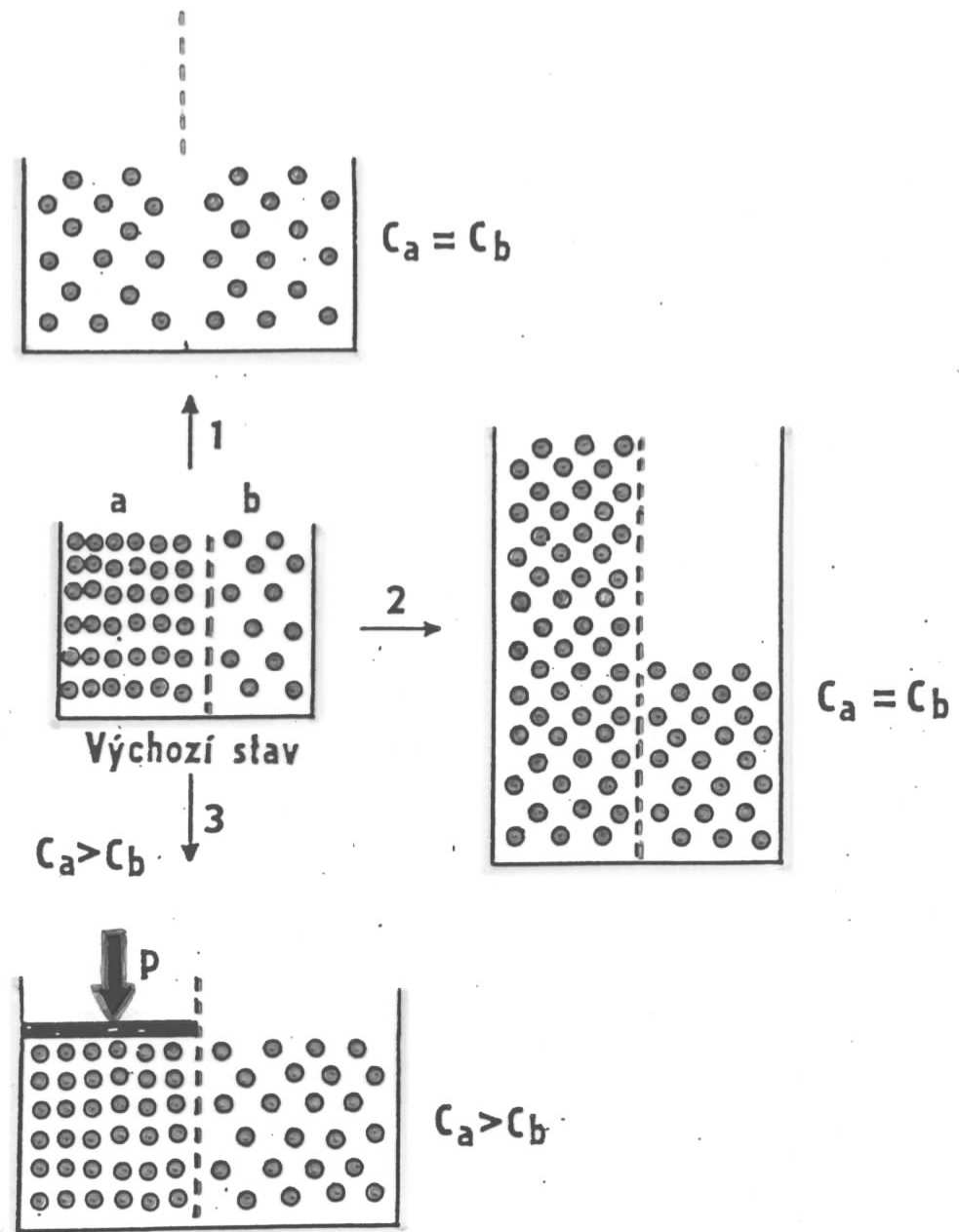
opačné poměry  
propustnosti pro  
vodu a rozpuštěné  
látky v nefronu



Regulace funkce distálního tubulu aldosteronem (nahore) a adiureti- nem (dole). Šedý ovál = Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATP- -asa, R = receptor

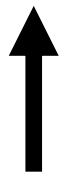


# OSMOLALITA



212 F

100 °C



**elevace  
(zvýšení)  
bodu varu**

boiling-point  
elevation

pure  
water

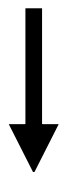
**čistá  
voda**

**roztok  
osmoticky  
aktivních  
částic**

a solution  
of osmotic  
active particles

32 F

0 °C

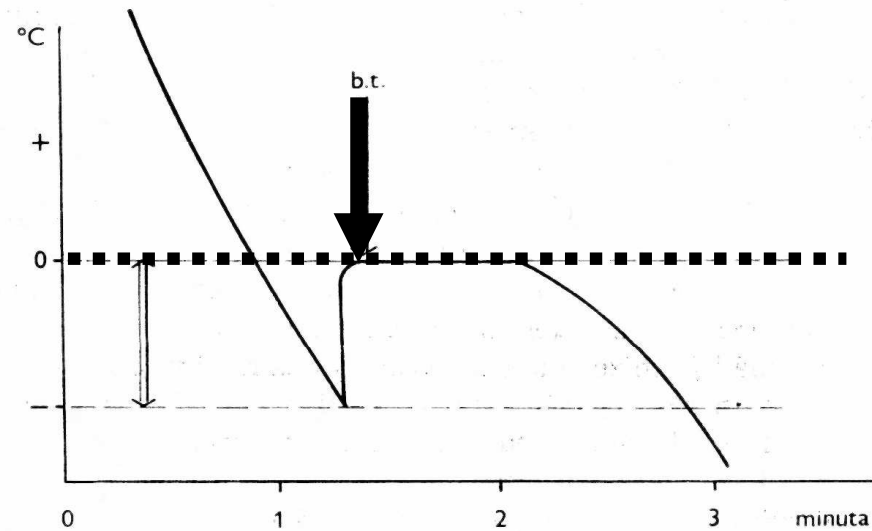


**deprese  
(snížení)  
bodu tání**

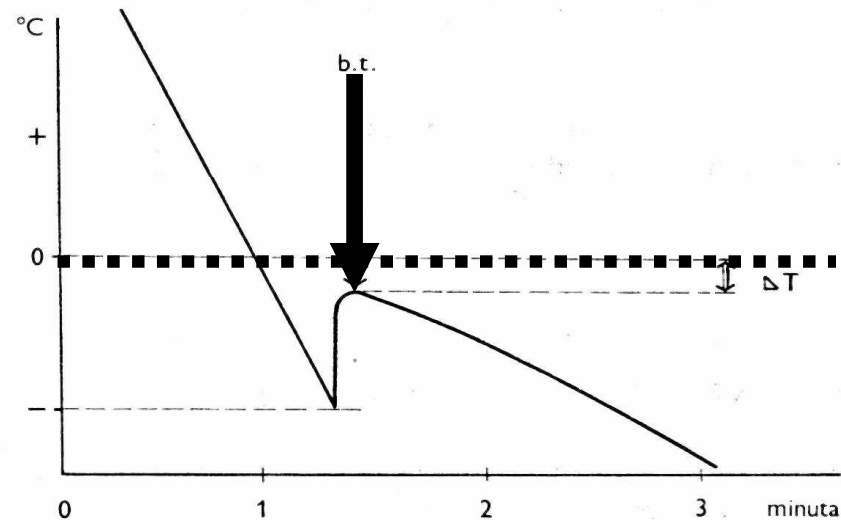
freezing-point  
depression

# Osmometrie – kryoskopický princip :

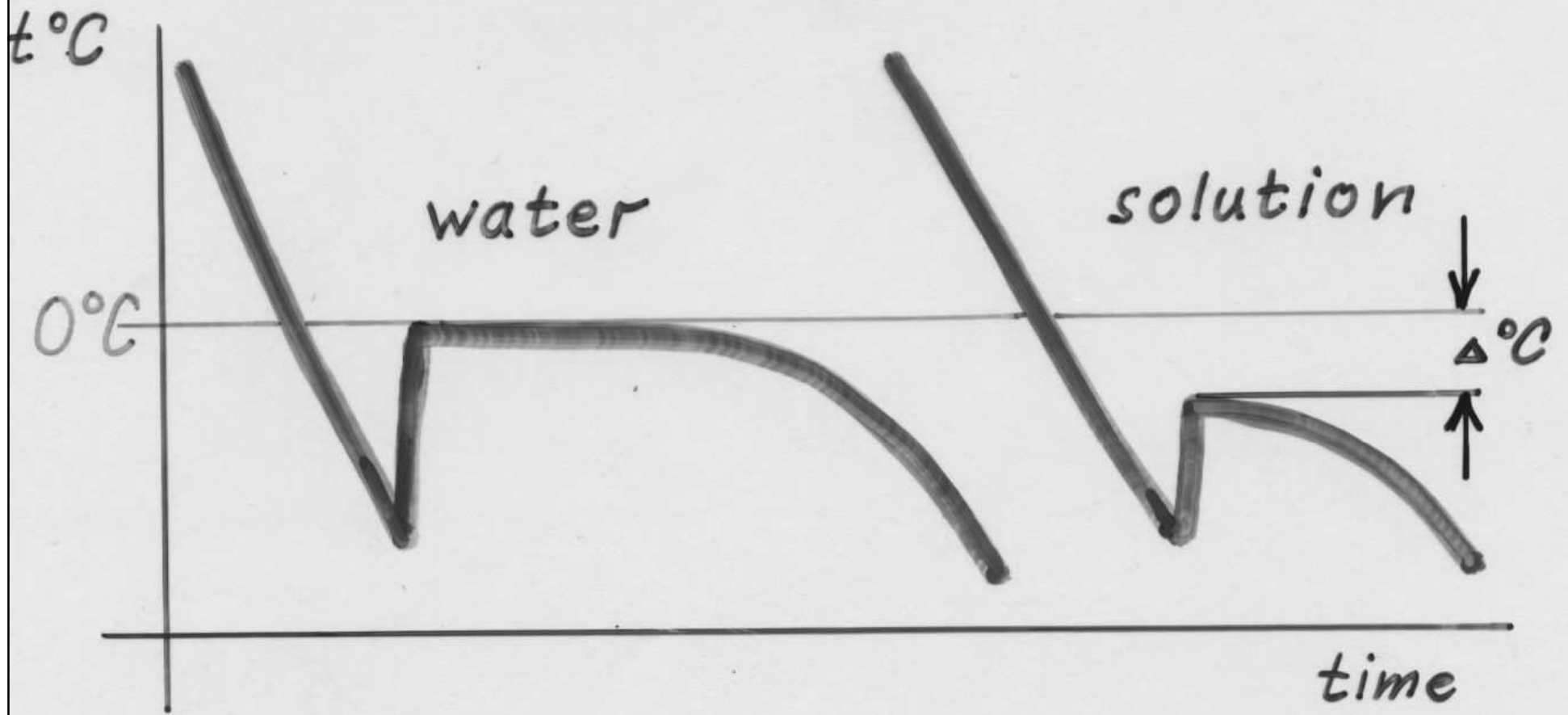
voda



roztok



termistorový  
teploměr  
~ 0,001 °C



thermistor thermometer  
 $\sim 0.001^{\circ}\text{C}$

# Osmolalita krevní plazmy:

~ 300 mmol . kg<sup>-1</sup>

~~mosmol . kg<sup>-1</sup>~~

muž 290 ± 10 mmol . kg<sup>-1</sup>

žena 285 ± 10 mmol . kg<sup>-1</sup>

## **Osmolalita krevní plazmy:**

**$\sim 300 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**$350 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**kritická (život ohrožující) hodnota**

## **Osmolalita moče:**

**$50 - 1.400 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**The blood plasma osmolality:**

**$\sim 300 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**$350 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**the critical value (life threatening)**

**The urine osmolality:**

**$50 - 1.400 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**



# Korekční vzorec pro úhradu vody za hypernatremie

$$H_2O(\mu) \rightarrow \frac{Na^+ - 137}{137} \cdot CTV$$

↓  
↳ 60%  
hmotnosti

## Osmolalita krevní plazmy:

**Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, glukosa, urea**

**P-osmolalita (mmol . kg<sup>-1</sup>) ≅**

**≅ 2[Na<sup>+</sup>] + [glukosa] + [urea]**

**( 2 \* 140 + 5 + 5 = 290 )**

## The blood plasma osmolality:

**Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, glucose, urea**

$$\begin{aligned} \text{P-osmolality (mmol} \cdot \text{kg}^{-1}) &\cong \\ &\cong 2[\text{Na}^+] + [\text{glucose}] + [\text{urea}] \\ & ( 2 * 140 + 5 + 5 = 290 ) \end{aligned}$$

## Osmolalita moče:

$\sim 1.200 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$

$\sim 500 \rightarrow \text{urea,}$   
 $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$

**výpočet není možný !**

## **The urine osmolality:**

**$\sim 1.200 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$**

**$\sim 500 \rightarrow \text{urea},$   
 $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$**

**no calculation possible !**

## U-osm / S-osm :

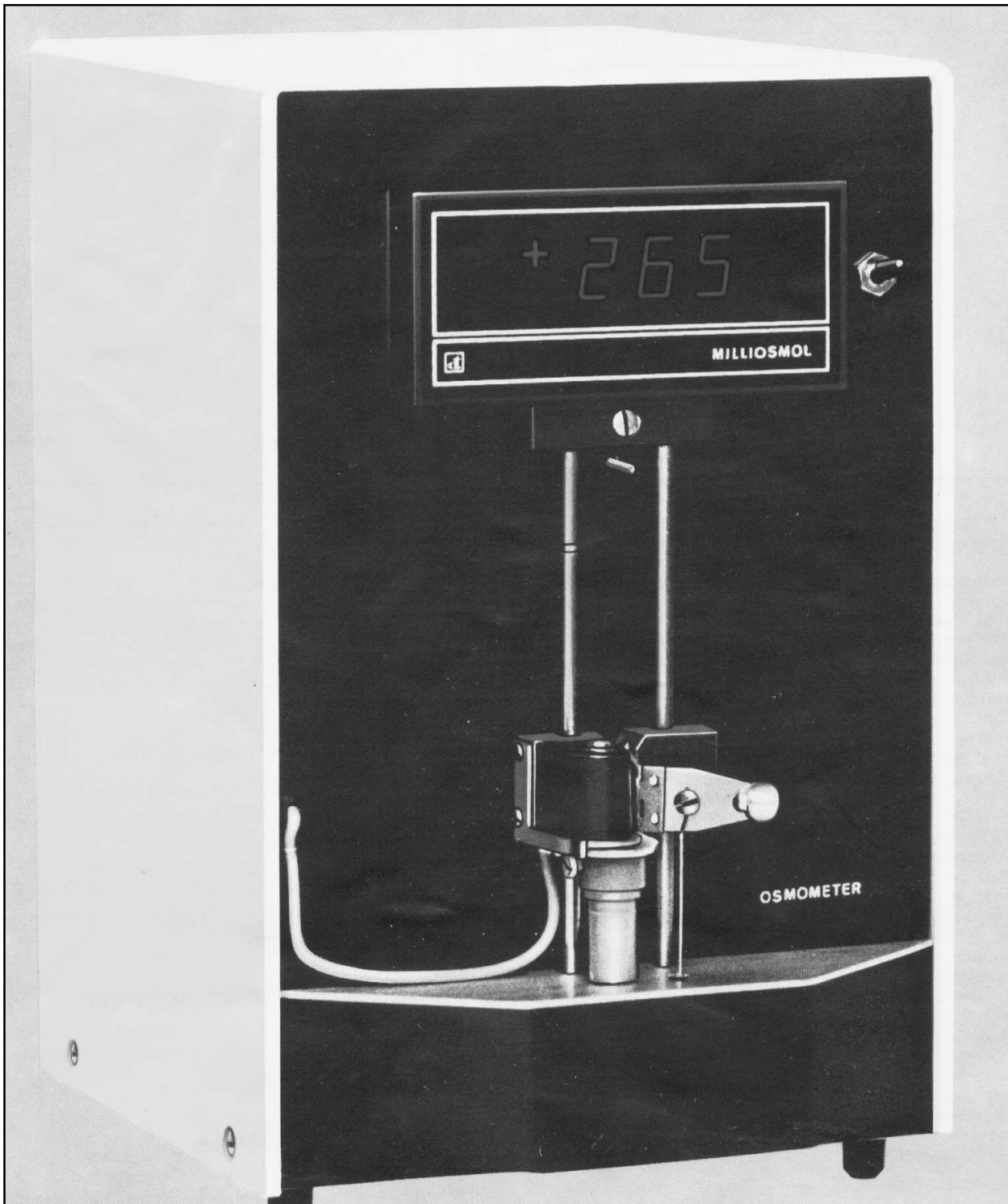
$\cong 2 \rightarrow$  normální funkce ledvin (dítě i dospělý)

$\cong 1 \rightarrow$  isostenurie: 1/ účinná diuretika  
2/ renální insuficience \*)  
3/ norma u novorozence

$\cong 0,5 \rightarrow$  intoxikace vodou

$\cong 0,2 \rightarrow$  diabetes insipidus

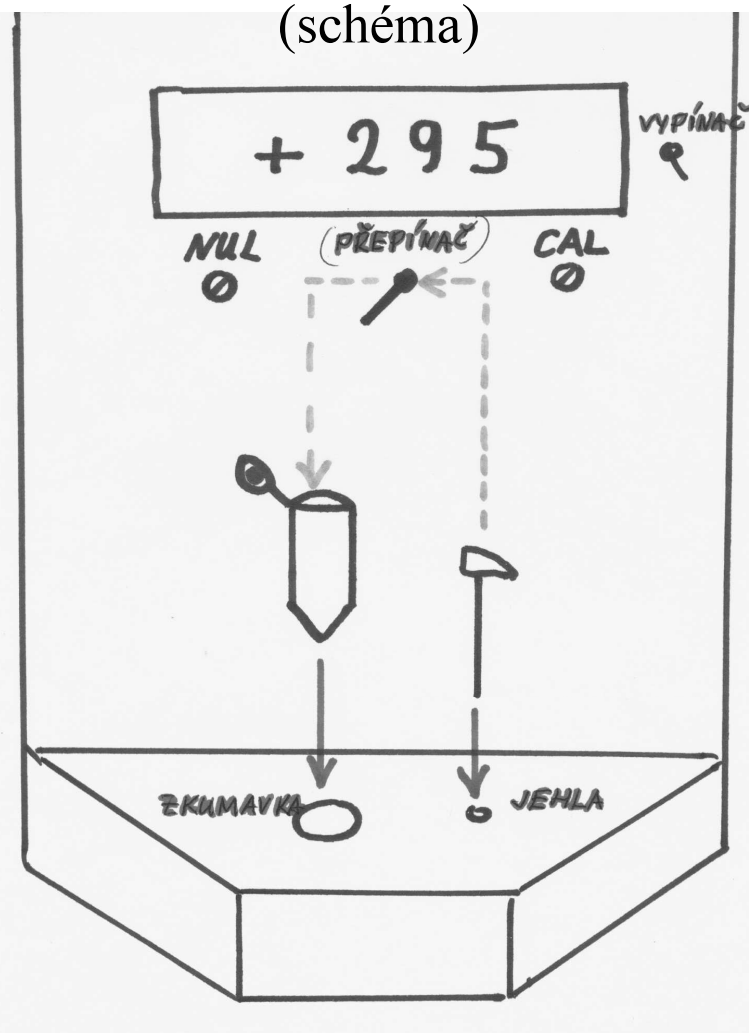
\*) insuficience: renální  $< 1,2 <$  extrarenální



# Osmometr

# Osmometr (kryoskopické měření)

(schéma)



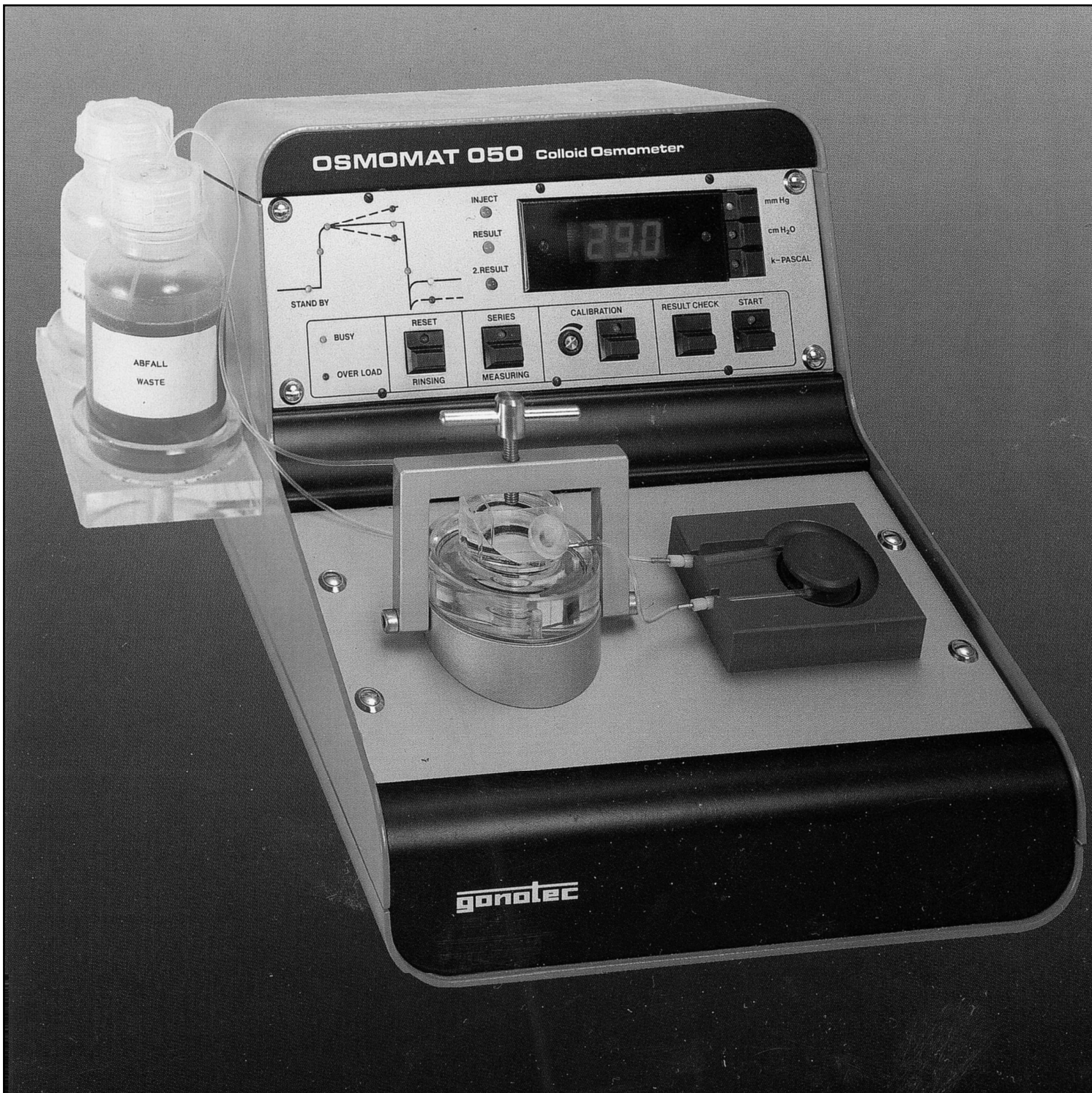
Vzorek nelze měřit opakovaně  
- zmrznutím a rozmrazením se  
mění vlastnosti bílkovin !

$$+ 1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \rightarrow - 1,86 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$+ 1 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1} \rightarrow - 0,001.86 \text{ }^{\circ}\text{C} !!$$

Kalibrace:  $9,485 \text{ g NaCl} / \text{kg vody} =$   
 $9,485 / 58,443 = 0,161.953 \text{ mol NaCl} / \text{kg vody} =$   
 $= 161,95 \text{ mmol NaCl} / \text{kg vody}$   
 $(161,95 * 2 = 323,905 \text{ mmol} / \text{kg} - \text{při úplné disociaci})$   
 $161,95 * 1,86 = 301,227 \text{ mmol/kg} \cong 300 \text{ mmol/kg vody}$

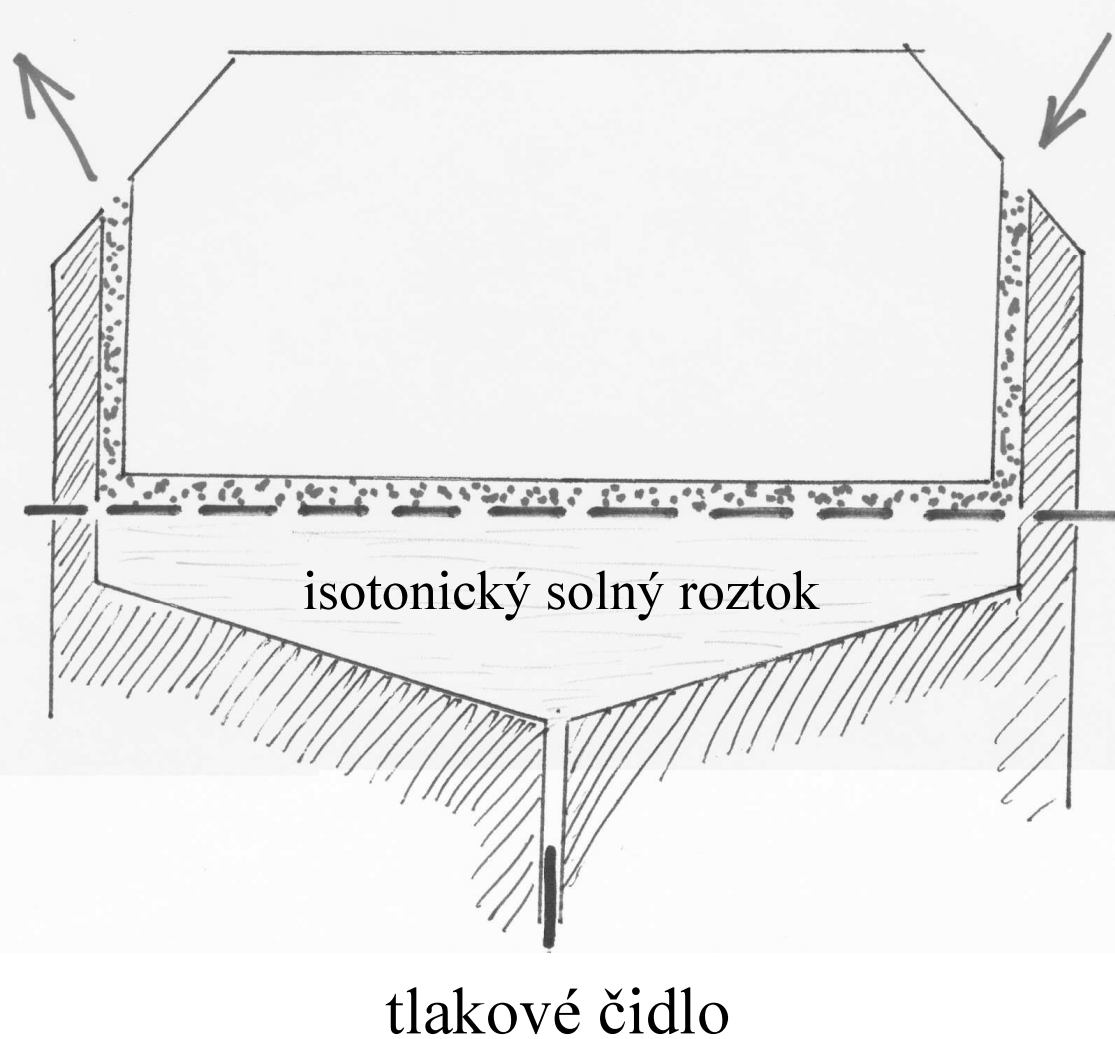




# Onkometr

# Onkotický tlak – princip měření:

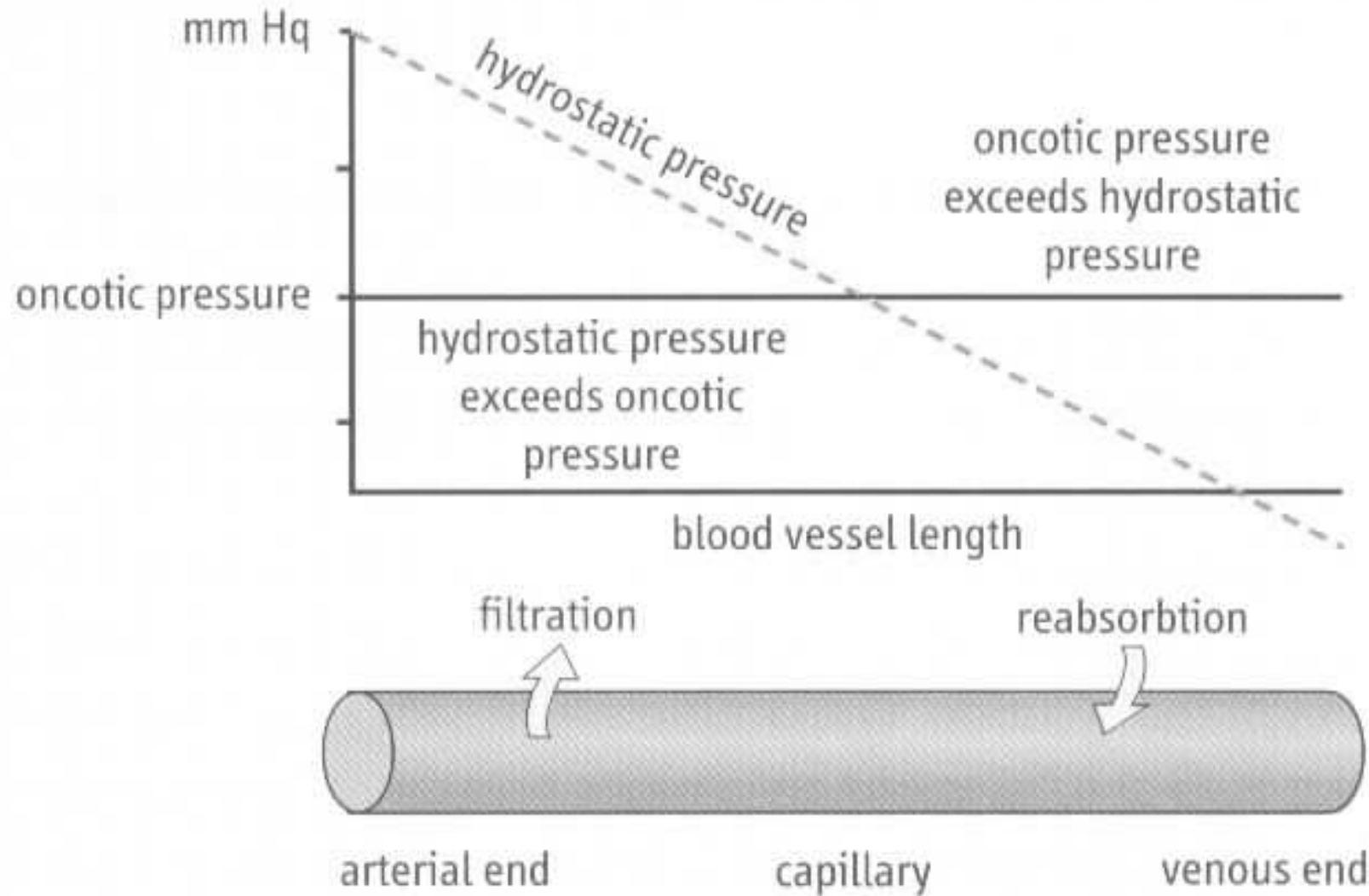
Onkotický tlak je část osmotického tlaku plazmy udržovaná makromolekulami.



polopropustná membrána  
(prostupnost do  $M_r \cong 20.000$  )

Prostup solného roztoku membránou do vzorku je podmíněn osmosou. Čidlo měří snížení tlaku solného roztoku (úbytkem jeho objemu „pod“ membránou)

## The movement of fluid between plasma and interstitial fluid



# **Onkotický tlak**

**= koloidně osmotický tlak**

**= „COP“ (colloid osmotic pressure)**

**COP = 2,66 – 3,33 kPa (přibližně 3 kPa)**

**COP = 1,33 – 2,66 kPa → hrozící edém plic**

**COP < 1,4 kPa → nelze přežít bez i.v.  
podání albuminu**

(na albumin připadá přibližně 80 % COP plazmy)

# Onkotický tlak

**P-albumin = 35 – 50 g . l<sup>-1</sup>**

**P-celková bílkovina = 62 – 82 g . l<sup>-1</sup>**

Srovnej: těžké otoky a ascites u závažných hypoproteinemií  
typu kwashiorkor !

