



# **Poruchy hospodaření s vodou**

## **Osmolalita**

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2009

# **Disturbances in water management**

## **Osmolality**

© Department of Biochemistry (V.P.),  
Faculty of Medicine, MU Brno 2009

# Poruchy vodního hospodářství:

1/ ECT je **hyperosmolální**

2/ ECT je **isoosmolální**

3/ ECT je **hypoosmolální**

# Disturbances in water management:

1/ ECF is **hyperosmolar**

2/ ECF is **isoosmolar**

3/ ECF is **hyposmolar**

# Uspořádání následujících schémat :

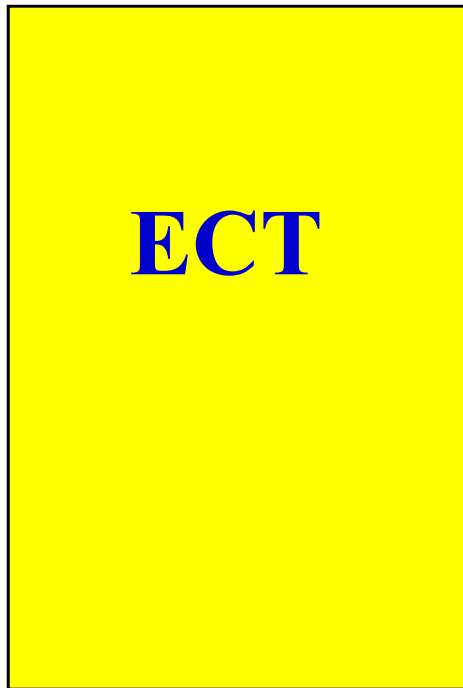
1/ počáteční stav  
(porucha) → pokročilý stav

---

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

---

3/




extracelulární  
tekutina



intracelulární  
tekutina

# Arrange of next schemas :

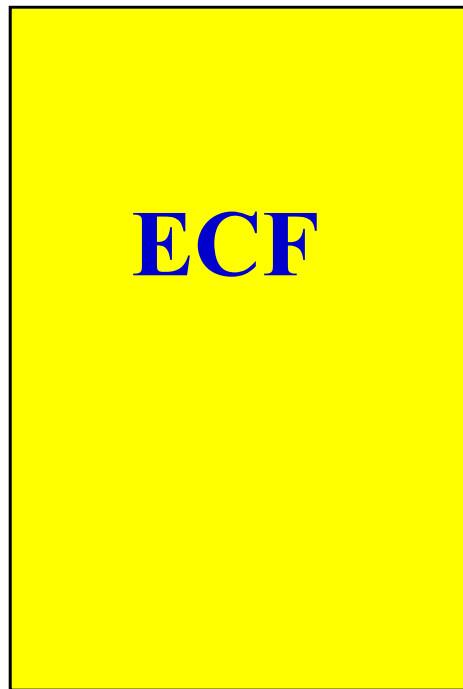
1/ **inicial situation  
(disturbance)**  **advanced situation**

---

2/ **the name of disturbances is according to changes in ECF:  
( „hyper-/iso-/hypo-TONIC + over-/de-HYDRATATION“ )**

---

3/



**extracellular  
fluid**



**intracellular  
fluid**

## ECT je hyperosmolální:

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

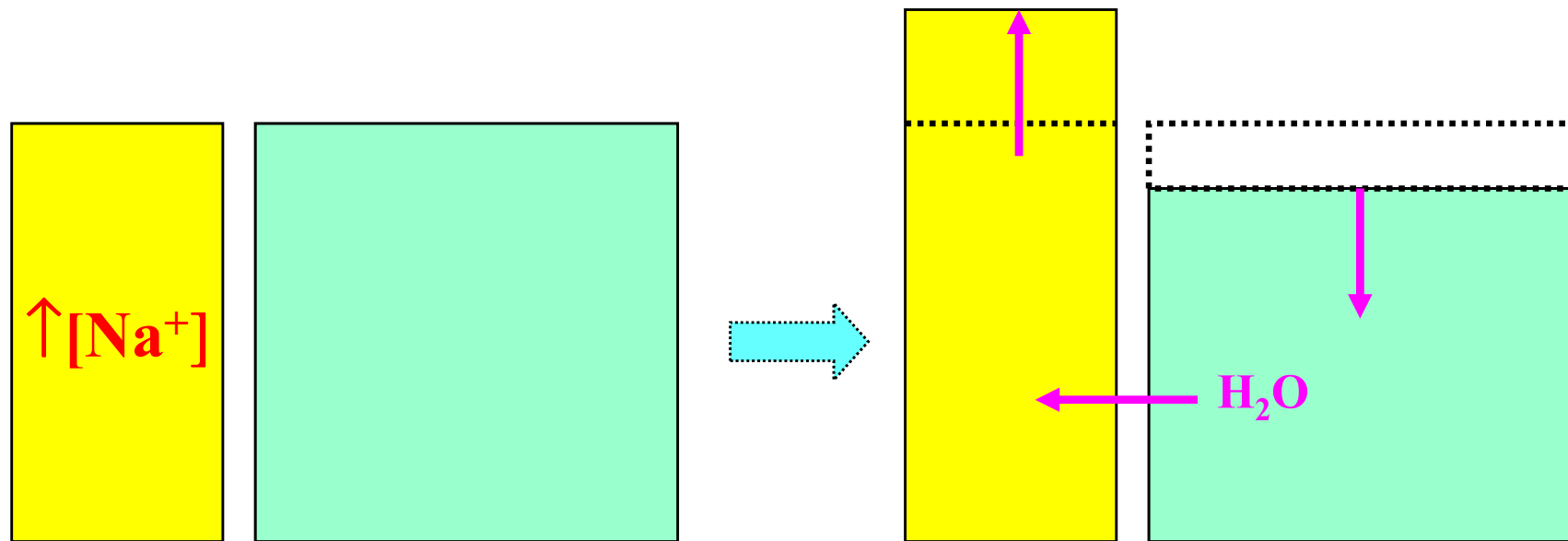


**ECF is hyperosmolar :**

- 1/ retention / supply  $\text{Na}^+$**
- 2/ loss of „pure“ water**

# Retence / přívod $\text{Na}^+$ :

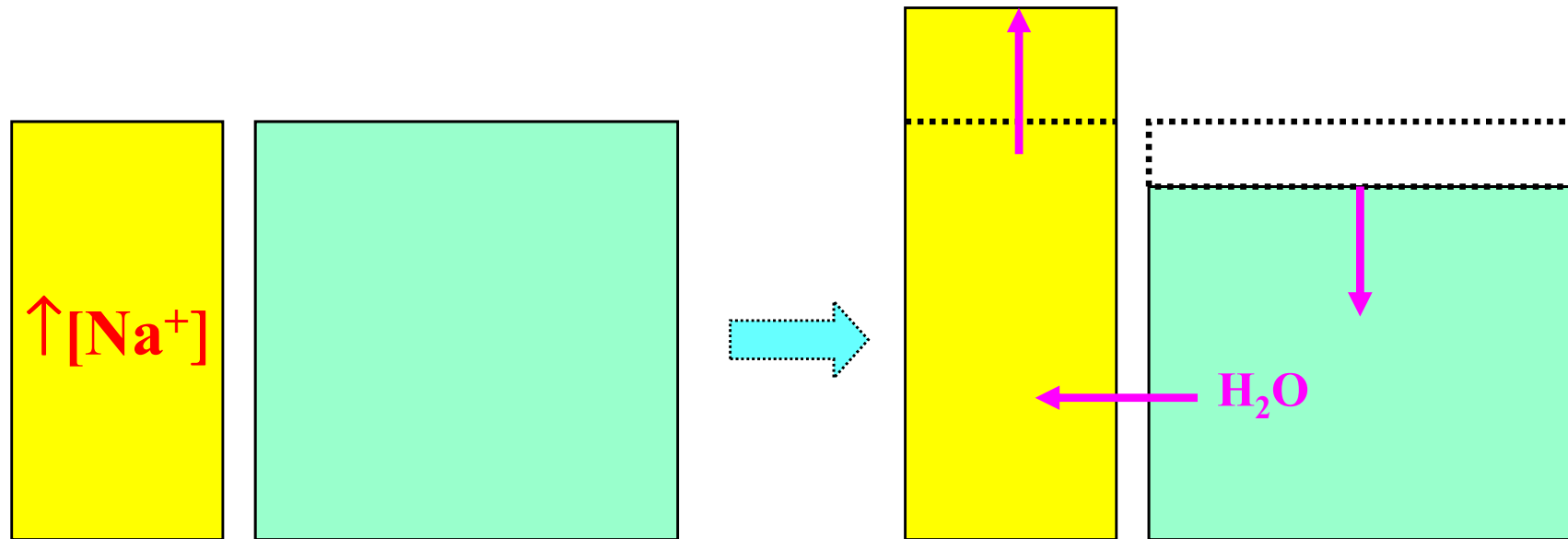
**ECT** je hyperosmolární



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

# Retention / supply $\text{Na}^+$ :

**ECF** is hyperosmolar



- water to the **ECF** → expansion of **ECF**
- edema – danger of pulmonary edema !
- deficit of water in **ICF** → disturbances of 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

# Retention / supply Na<sup>+</sup> : = hypertonic overhydration

## causes:

excessive administration of salt

overactivity of adrenal cortex (Conn, Cushing)

administration of steroids

cerebral „salt retention syndrome“

drinking of sea-water (after shipwreck)

## symptoms:

vomiting

diarrhoea

labile blood pressure

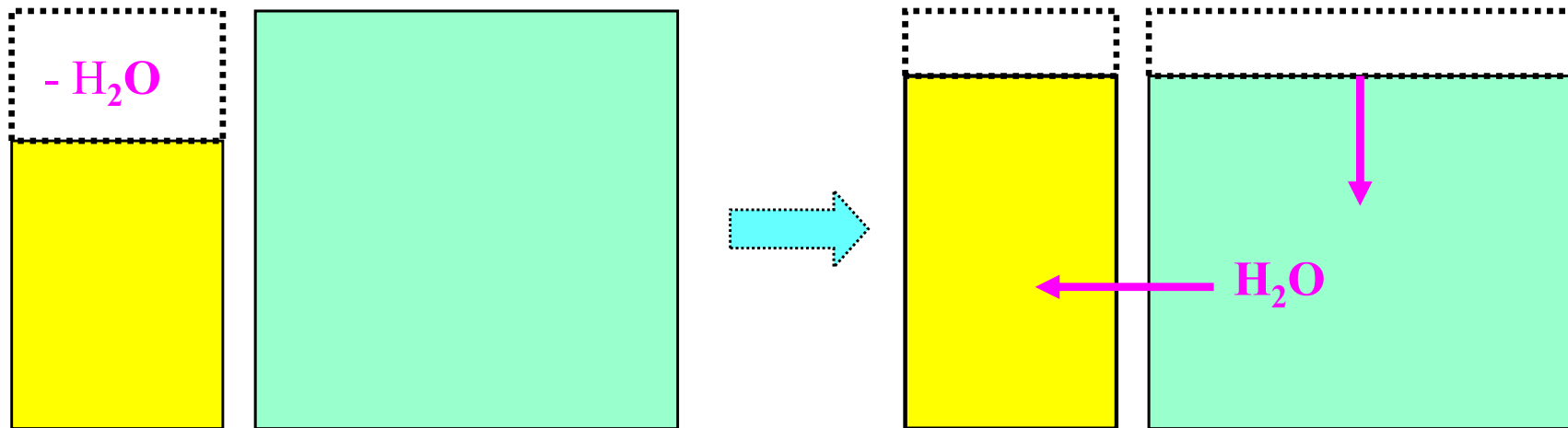
changes in central venous pressure

pulmonary oedema

restlessness

# Ztráta „čisté“ vody :

**ECT** je hyperosmolární

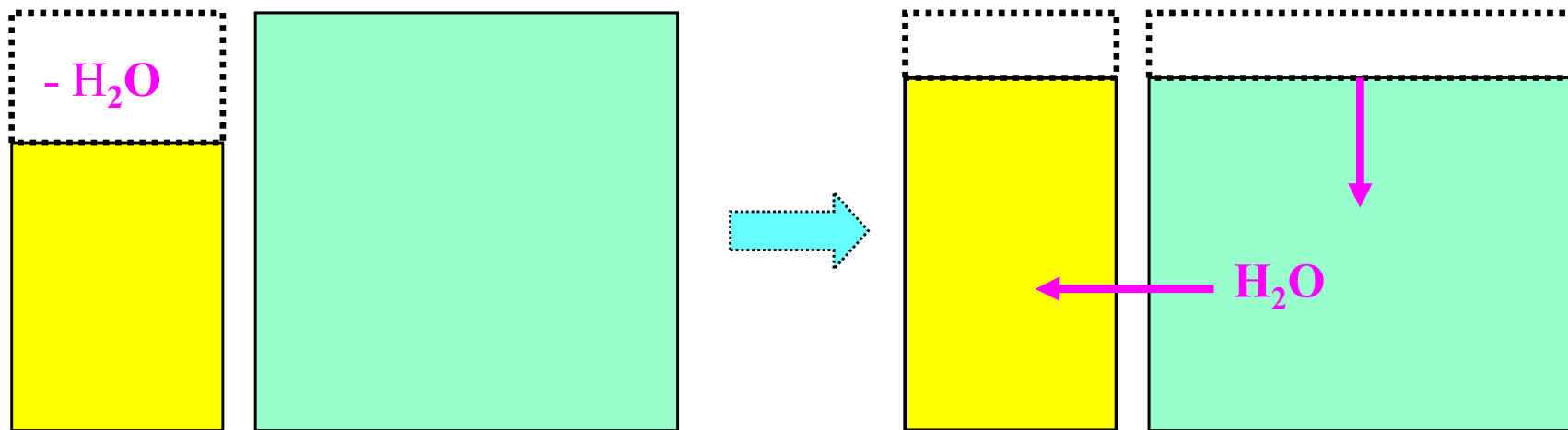


( normální hematokrit )

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

# Loss of „pure“ water :

**ECF** is hyperosmolar



( normal hematocrite )

- water to the **ECF**
- deficit of water mainly in **ICF** → disturbances of 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



# Loss of „pure“ water : = hypertonic dehydration

## causes:

inadequate water intake (failing feeling of thirst in old persons)

increased water losses due to sweating

osmotic diuretics

hyperventilation

chronic nephropathy

polyuric phase of akute renal failure

diabetes insipidus

## symptoms:

thirst

fever

dryness

restlessness

delirium, coma

## 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

## ECF is **iso**osmolar:

**1/ loss of isotonic fluid**

**( → blood circulation  
disturbances )**

**2/ isoosmotic expansion of ECF**

**( → edema )**

because of the same osmolality, no transfers of water between ECF and ICF,  
the changes are in the volume of ECF only.

# 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

# Isotonic fluid losses : = isotonic dehydration

## causes:

vomiting

diarrhoea

fistulae

diuretics

drainage of ascites

burns

sedative and CO intoxication

sunstroke

## symptoms:

thirst

tiredness/fainting

weakness

rapid puls

hypotonia

collapse

vomiting

muscle cramps

# 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

# Isoosmotic expansion of ECF :

= isotonic overhydration

## causes:

excessive administration of isotonic infusion solutions  
in oliguric and anuric states

cardiac failure

nephrotic syndrome

chronic uraemia

acute glomerulonephritis

cirrhosis of liver

protein-losing enteropathy

## symptoms:

oedema

effusions

dyspnoea

## ECT je hypoosmolální:

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

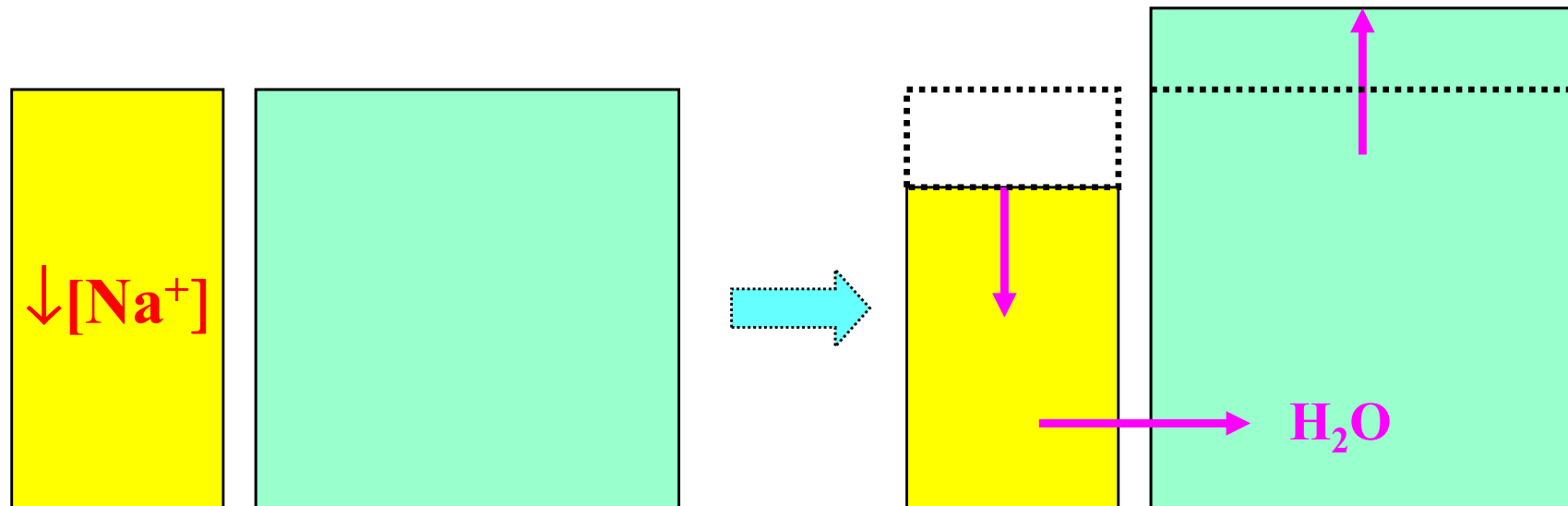


**ECF is hypoosmolar:**

- 1/ loss of „pure“  $\text{Na}^+$**
- 2/ water intoxication**

# Ztráta „čistého“ $\text{Na}^+$ :

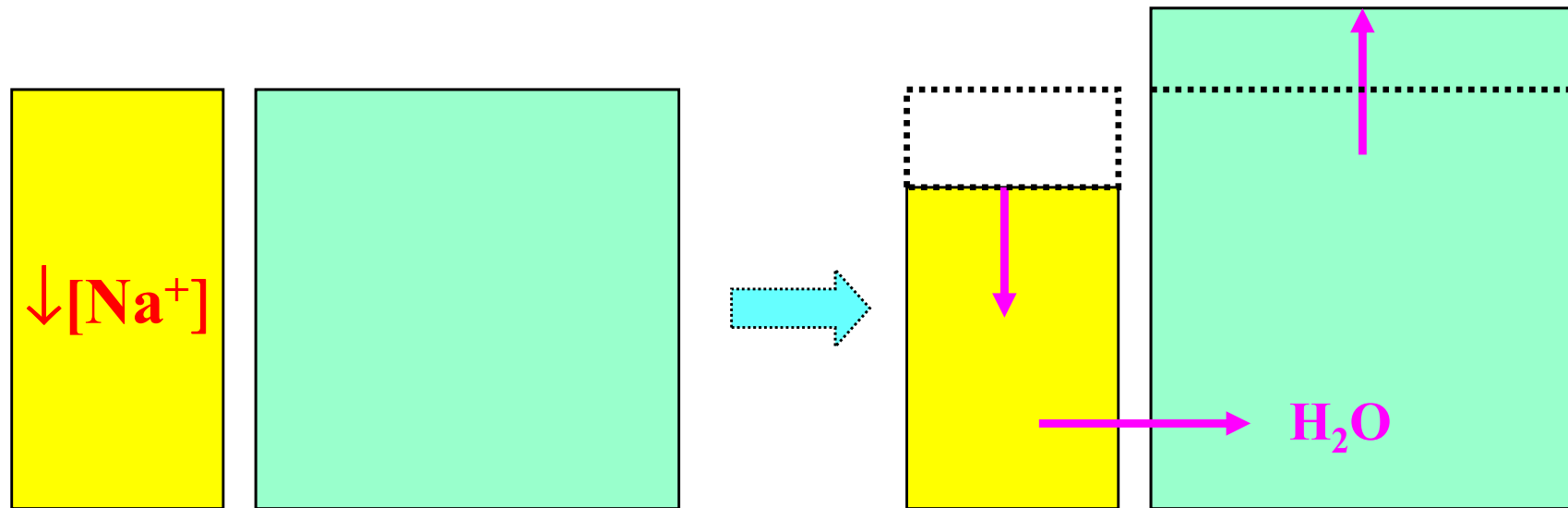
**ECT** je hypoosmolární



- únik vody do **ICT**  $\rightarrow$   $\uparrow$  nitrolební tlak
- hypovolémie **ECT**  $\rightarrow$  oběhové poruchy

# Loss of „pure“ $\text{Na}^+$ :

**ECF** is hypoosmolar



- leakage of water into **ICF**  $\rightarrow$   $\uparrow$  intracranial pressure
- hypovolemia of **ECF**  $\rightarrow$  blood circulation disturbances

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

## příčiny:

nedostatečný příjem Na<sup>+</sup>

po jeho ztrátách zvracením, průjmem 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

**Loss of „pure“ Na<sup>+</sup> :** = hypotonic dehydration

causes:

inadequate sodium intake

after its losses through vomiting, diarrhoea and sweating

increased sodium losses due to adrenal failure

chronic diuretic therapy

diarrhoea

fistula losses

symptoms:

tiredness/fainting

weakness

hypotonia

rapid puls

collapse

vomiting

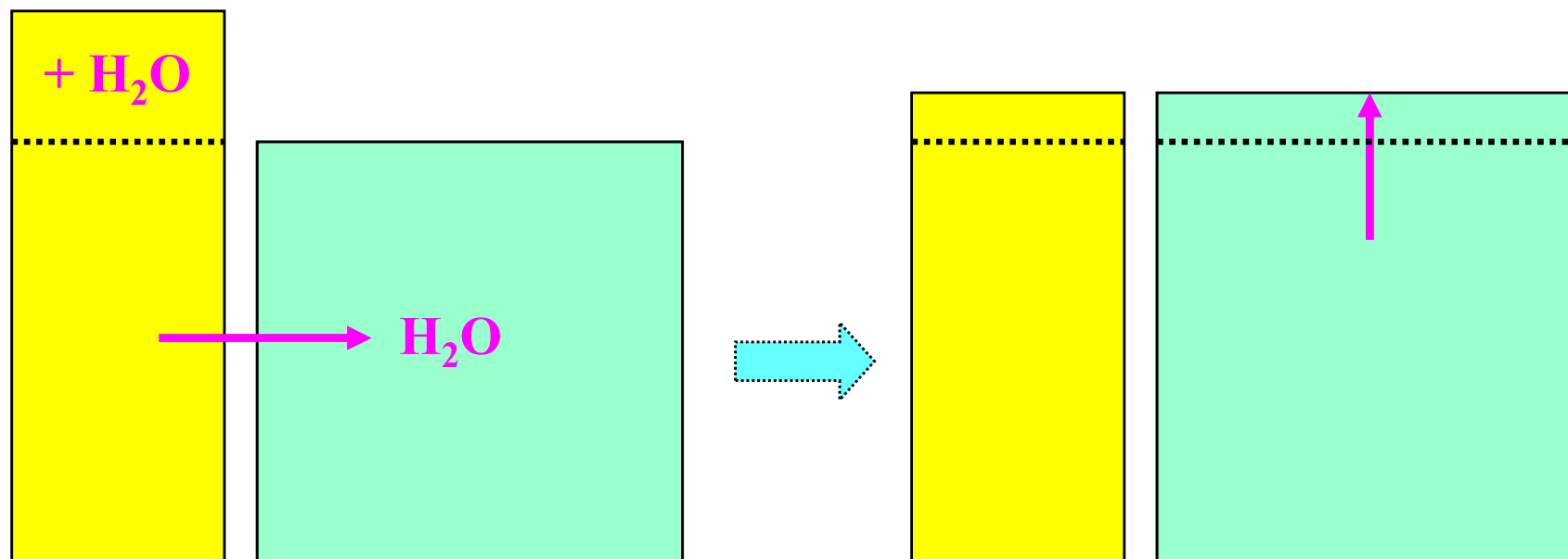
fever

muscle cramps

depressed conscious level

# Intoxikace vodou :

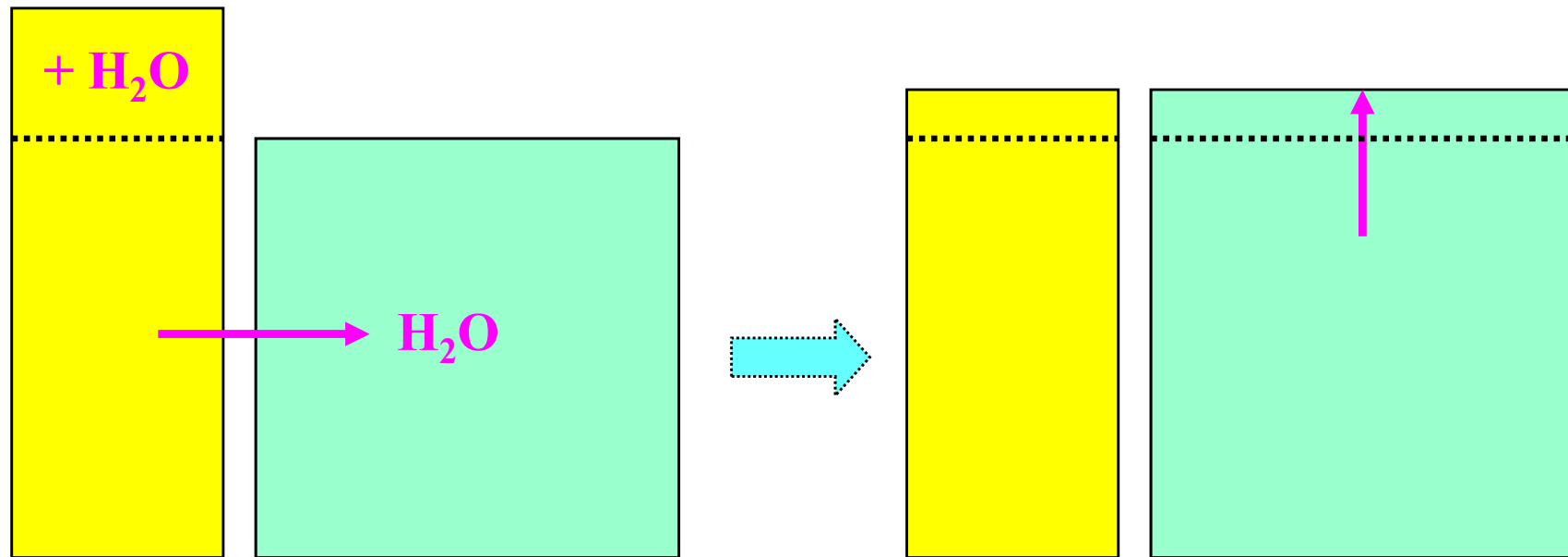
**ECT** je hypoosmolární



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

# Water intoxication :

ECT je hypoosmolar



- leak of water into ICF → ↑ intracranial pressure

# 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



# Water intoxication : = hypotonic overhydration

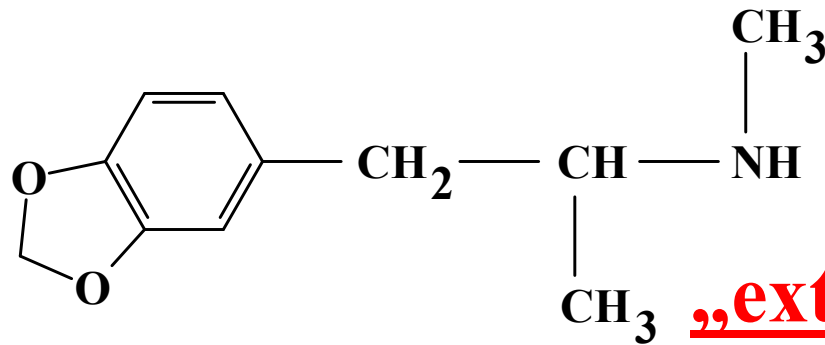
## causes:

excessive administration of salt-free solutions  
gastric lavage with water  
increased ADH activity

## příznaky:

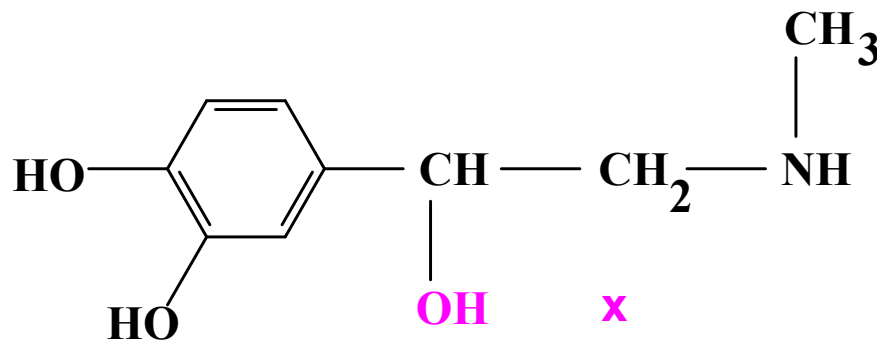
weakness  
nausea  
vomiting  
dyspnoea  
confusion  
loss of consciousness

# Intoxikace vodou Water intoxication

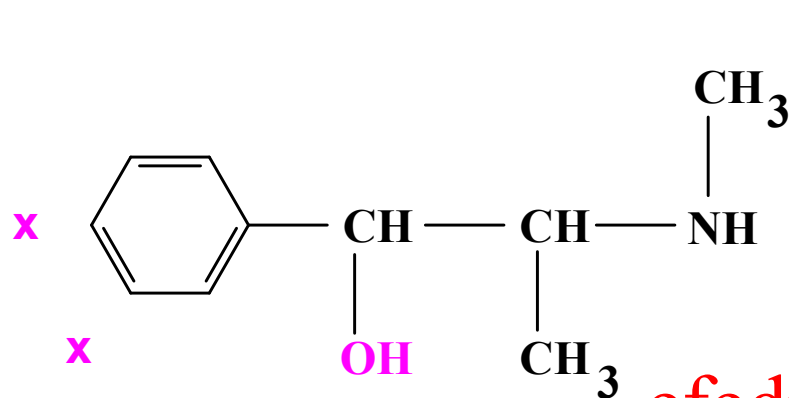


„extáze“ /  
„ecstasy“

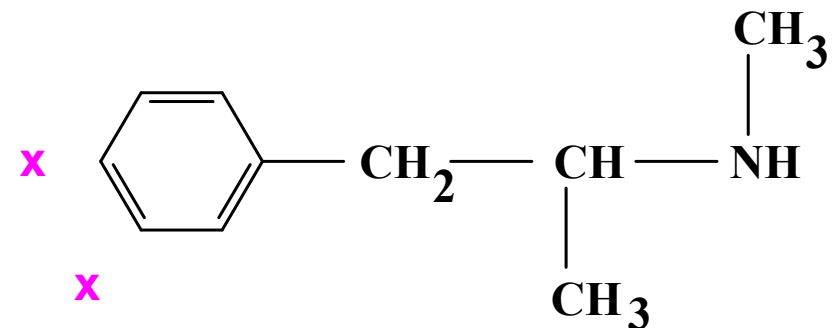
(= hypotonická  
hyperhydratace  
po požití „extáze“)



adrenalin /  
epinephrine



efedrin / ephedrine



„pervitin“

hlavní strukturní rozdíly extáze a příbuzných látek

the main structural differences among „ecstasy“ and similar substances

## Voda – ztráty (1):

<u>Perspirace:</u>	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

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

# Water – losses (1):

## Insensible

### losses:

normal temperature

550 ml . d<sup>-1</sup>

37.2 °C

600

37.8

700

38.3

800

38.9

900

39.4

1,000

### Sweating:

mild

300 ml . d<sup>-1</sup>

medium

600

strong

1,000

(continual

2 ... 15 L . d<sup>-1</sup> !!)

<sup>36</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>

## Water - losses (2):

Breathing: 440 ml . d<sup>-1</sup> (hyperventilation ?)

Urine: (diuretics ?!)

Stool: 100 ml . d<sup>-1</sup> (diarrhoea ?!)

Suction, drains: ???

## Water – metabolic gain:

Terminal oxidation: 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

## Water - losses (3):

- Sweat:
- at the maximal load till  $2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$  !!
  - the loss of water exceeds the loss of salt
  - common composition:  $58 \text{ mmol Na}^+ \cdot \text{L}^{-1}$   
 $10 \text{ mmol K}^+ \cdot \text{L}^{-1}$   
 $45 \text{ mmol Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$

1

---

Excretion of water :

- 60 % kidney (urine)**
- 20 % skin (sweat)**
- 15 % lungs**
- 5 % stool**



# 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.

# Water – intake:

**intake of water: 1/ beverages**

**2/ food (solid, halfsolid)**

**3/ oxidation of nutrients:**

1 g fat → 1.07 ml water

1 g sugar → 0.55 ml water

1 g protein → 0.41 ml water

We have to pay close attention to the intake of water in small children and in elderly persons, in which the intake of liquids is insufficient, because of absent/weakened feeling of thirst.

# Hospodaření s vodou:

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

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

**3/ natriuretické peptidy**

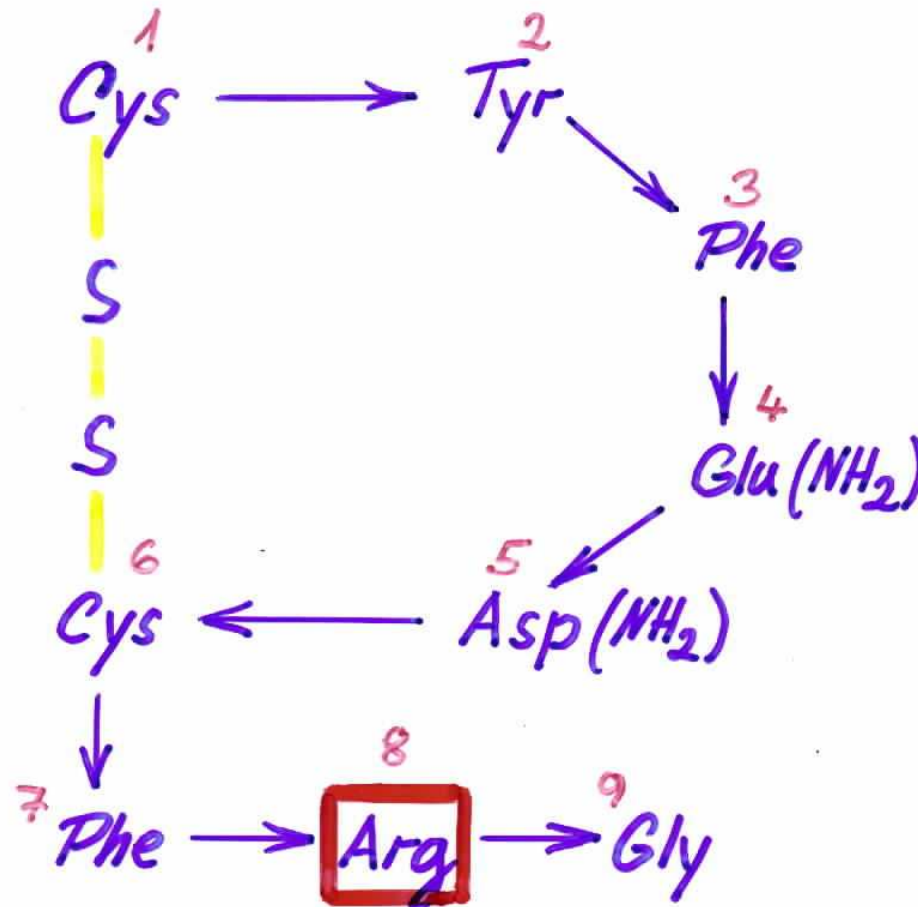
# **Management of water :**

**1/ adiuretin (antidiuretic hormone,  
vasopressin)**

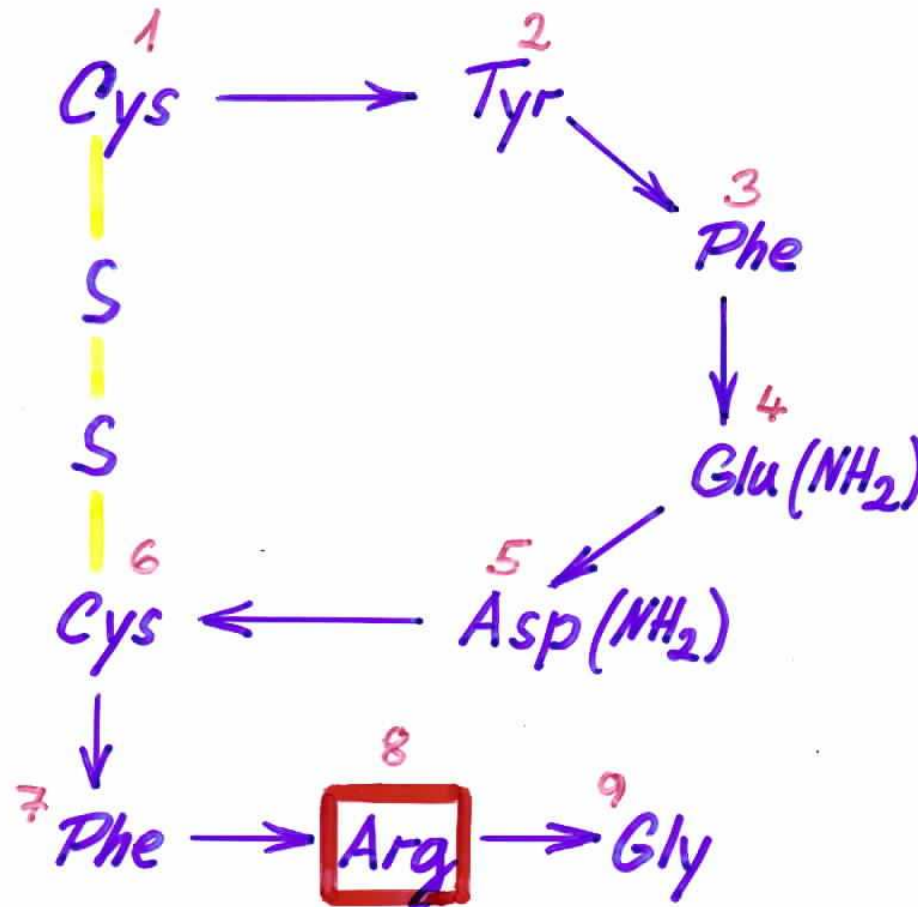
**2/ RAAS (renin – angiotensin – aldosterone  
system)**

**3/ natriuretic peptides**

# Antidiuretický hormon (ADH) vasopresin



# Antidiuretic hormone (ADH) vasopressin



# 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).**

# Angiotensins

**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**

**The structures of linear peptides are drawn:**

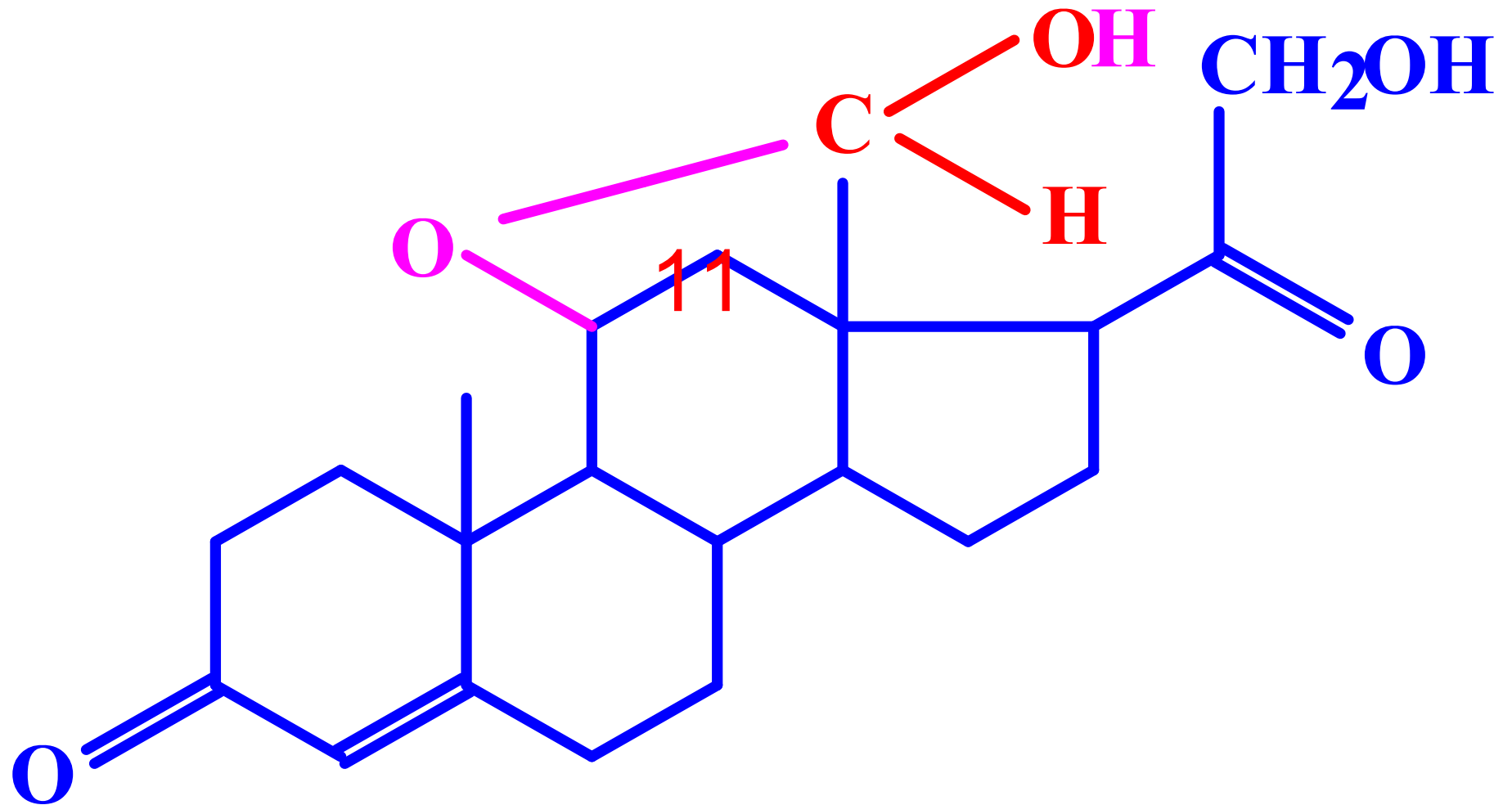
**angiotensin I (10 AA), angiotensin II (8 AA, two AA were split off at the carboxylic end) and angiotensin III (7 AA, is without one AA at amino end of the chain).**

**Angiotensin I is produced from  $\alpha_2$ -globulin of blood plasma (angiotensinogen – the protein of liver origin), without physiological effect. Angiotensins II + III are effective vasopressoric substances (increase blood pressure), they stimulate formation and secretion of aldosterone (the main mineralocorticoid, adrenal zona glomerulosa).**



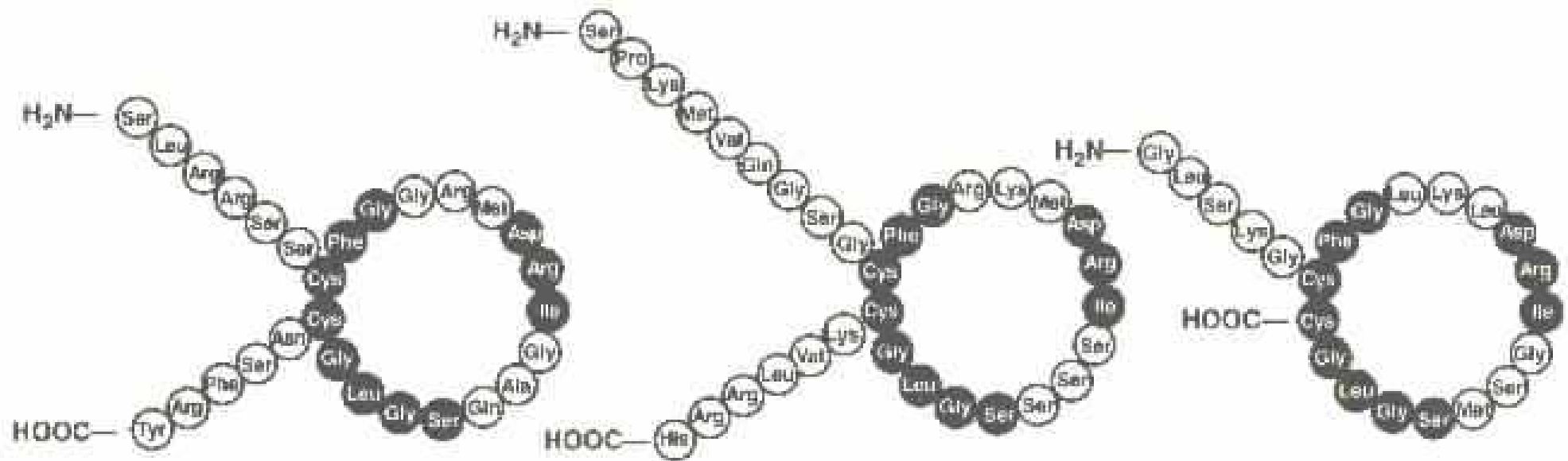


# aldosteron/e (hemiacetal) :



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

# Natriuretické peptidy



**ANP**

28 AA

**BNP**

32 AA

**CNP**

22 AA

P-[ pmol · l<sup>-1</sup> ]

[stopy]

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

**„VASODILATAČE, NATRIURESÁ, DIURESÁ“**



# 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

# Natriuretic peptides

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

**NP split off at the C-terminal end**  
**- short biological half-lives**

**Inaktiv N-terminal parts**  
**- longer biological half-life → frequently determined**

**NP receptors : transmembrane type,**  
**transport 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.

# Natriuretic peptides

**ANP** = „atrial“ - mainly from the atrial heart wall  
- the answer to increased stretch of muscle  
(due to increased volume of blood)

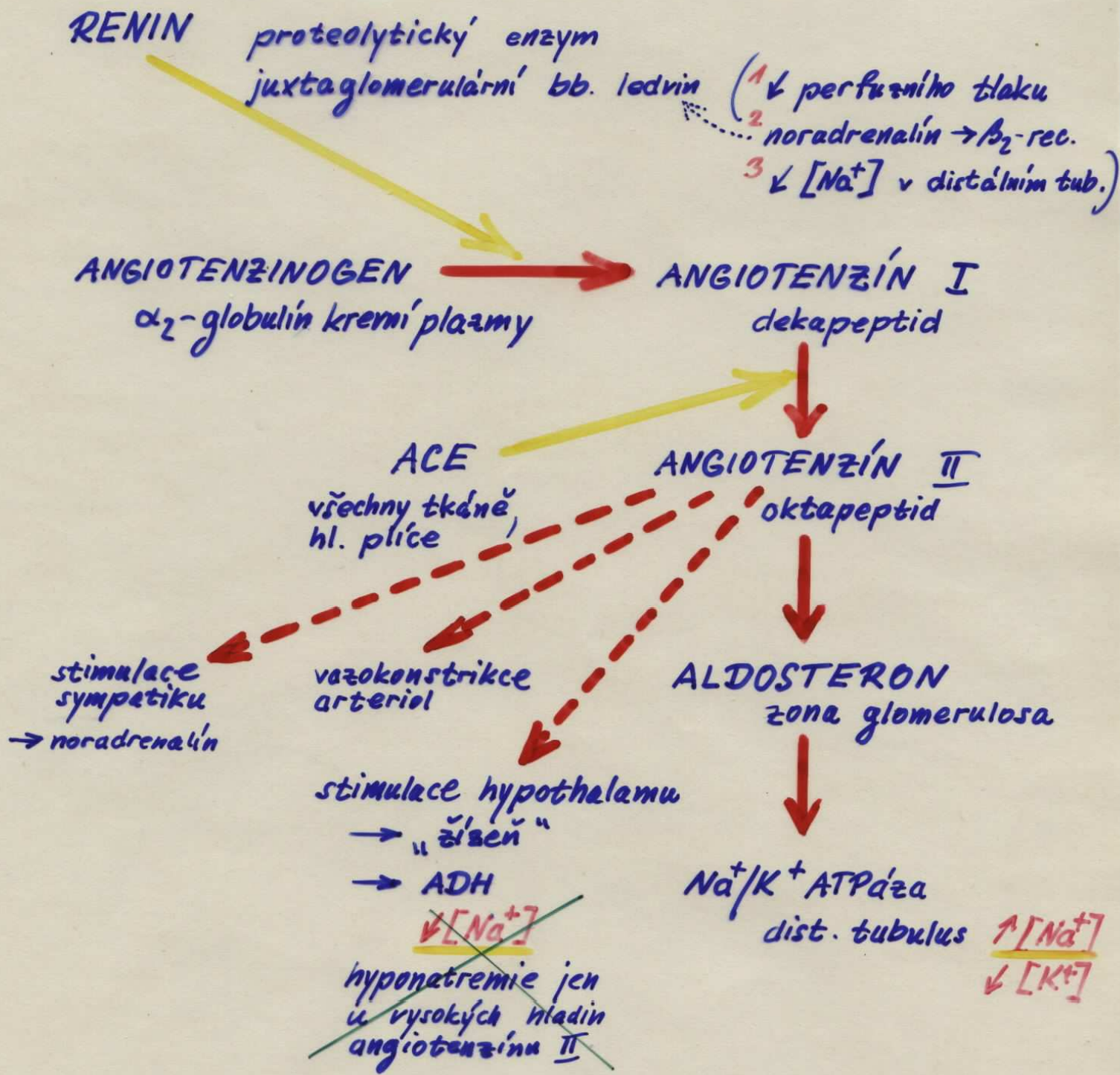
**BNP** = „brain“ (first isolated from a pork brain).  
Despite the name it has origine predominantly  
in the heart atria.

**CNP** = „C-type“

**NP** are the protection against a liquid overload and  
a hypertension.

**ANP + BNP** are of hormone properties,  
**CNP** is close to paracrine factor.





**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)

**The ratio  $[\text{Na}^+] / [\text{K}^+]$  in urine:**

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

(generally  $> 1$ )

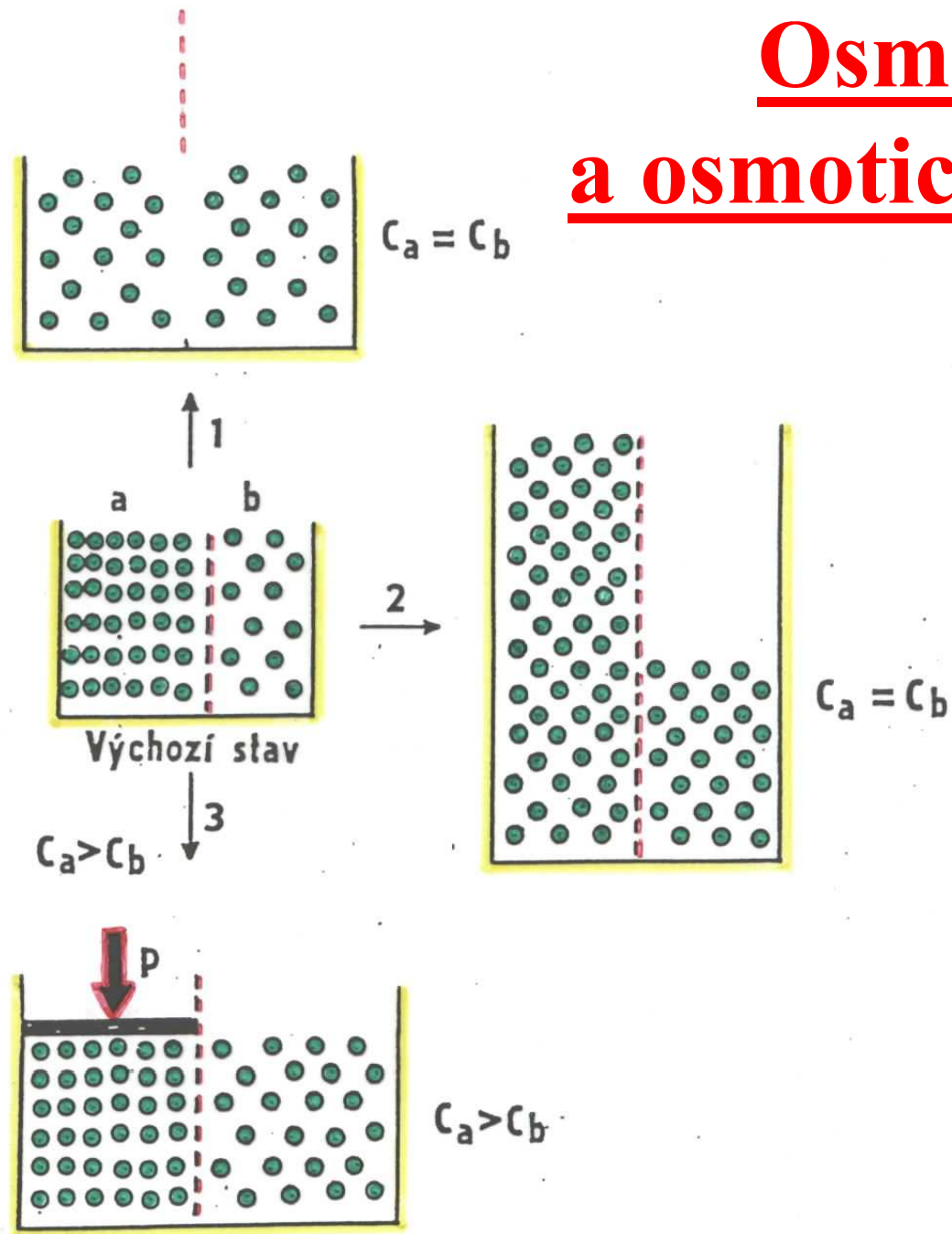
**$< 1$   $\rightarrow$  „hyperaldosteronismus“**

(accidental sample of urine is sufficient for determination, we cannot know the volume)

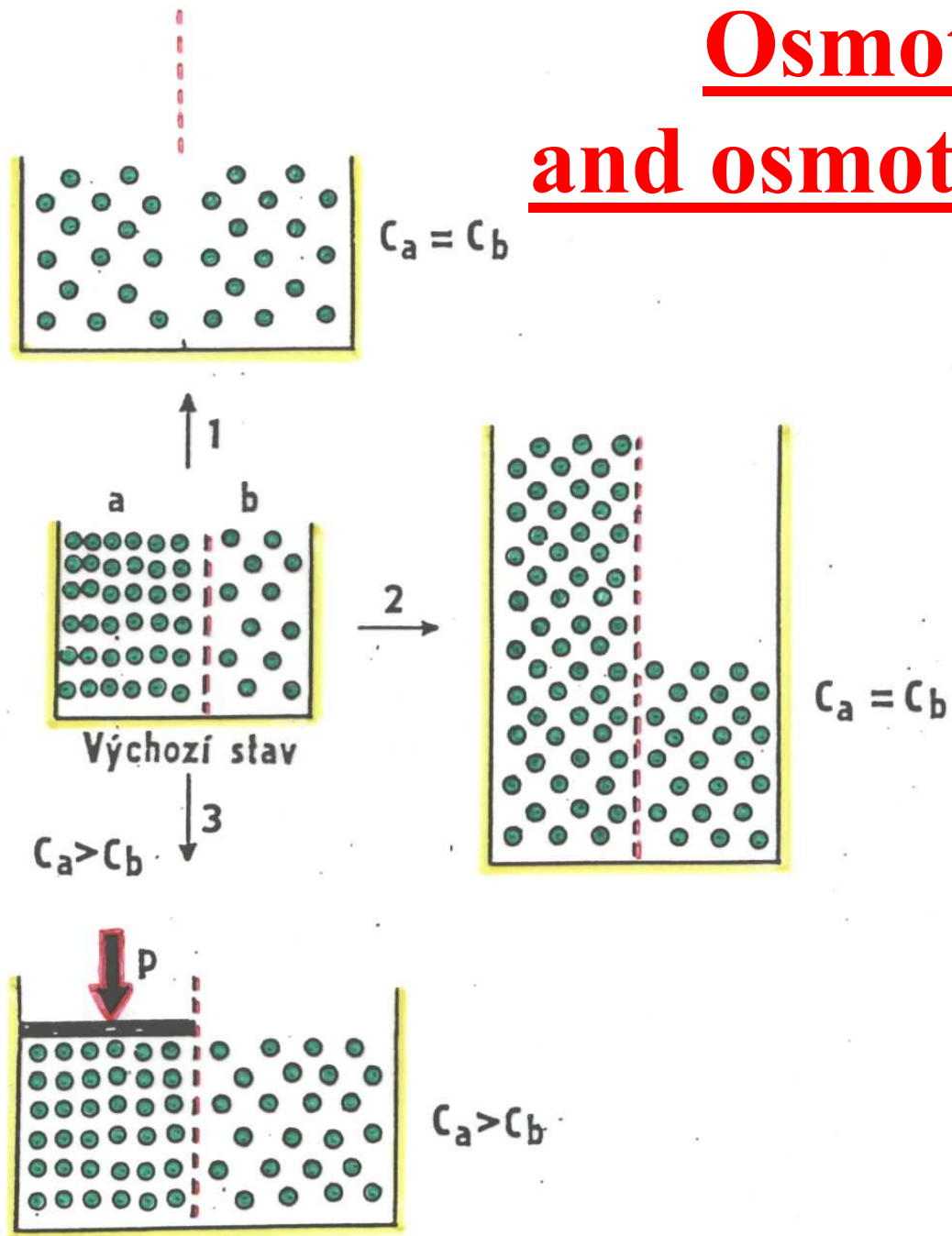
**OSMOLALITA**

**OSMOLALITY**

# Osmotický tlak a osmotická rovnováha :



# Osmotic pressure and osmotic equilibrium :



osmotický tlak:  $\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$  (mmol / kg)

osmolární koncentrace =  $i \cdot c$  (mmol / l)

$c$  = látková koncentrace

$i$  = ionizace

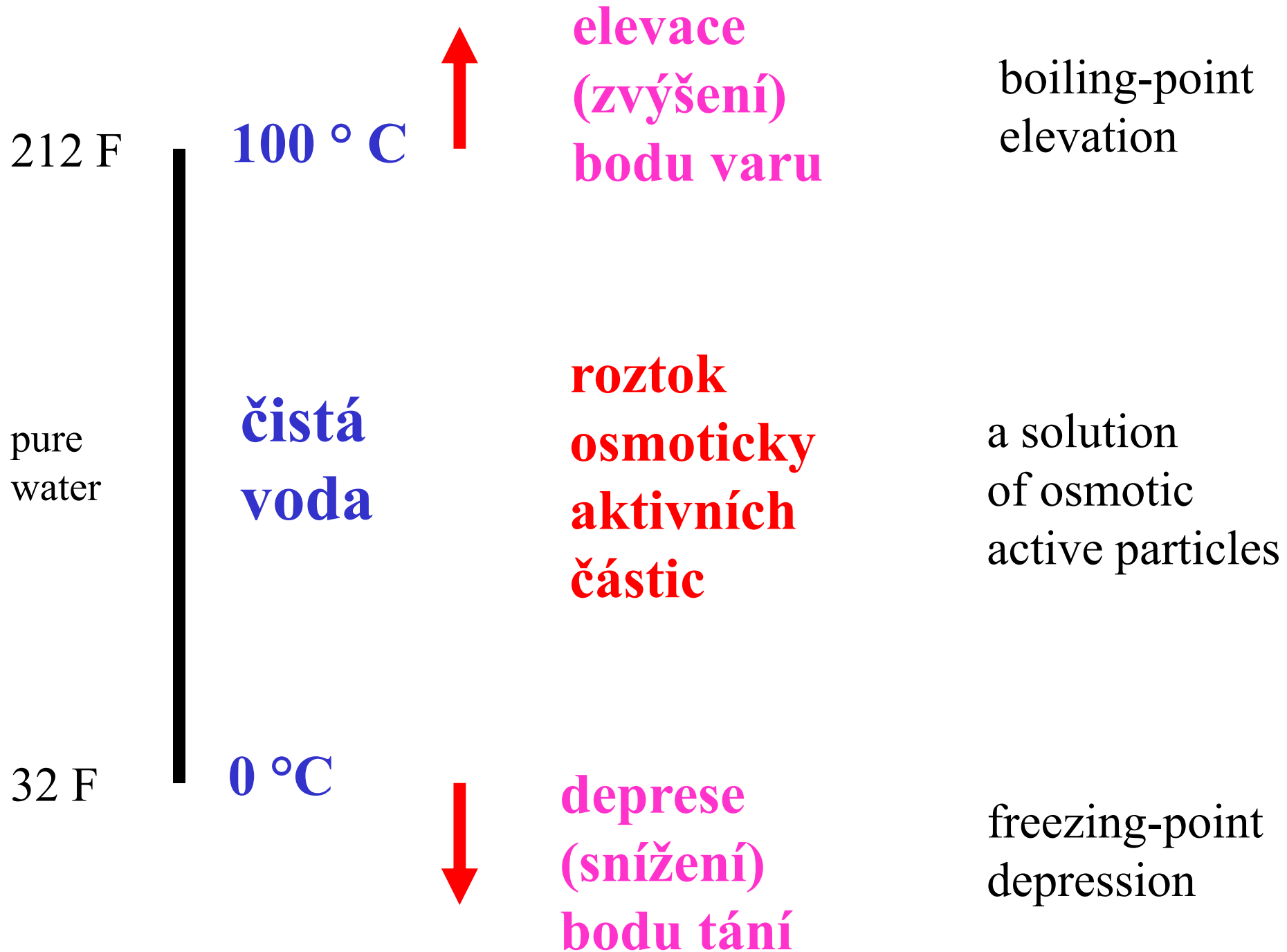
osmotic pressure:  $\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$  (mmol / kg)

osmotic concentration:  $= i \cdot c$  (mmol / L)

$c$  = molarity

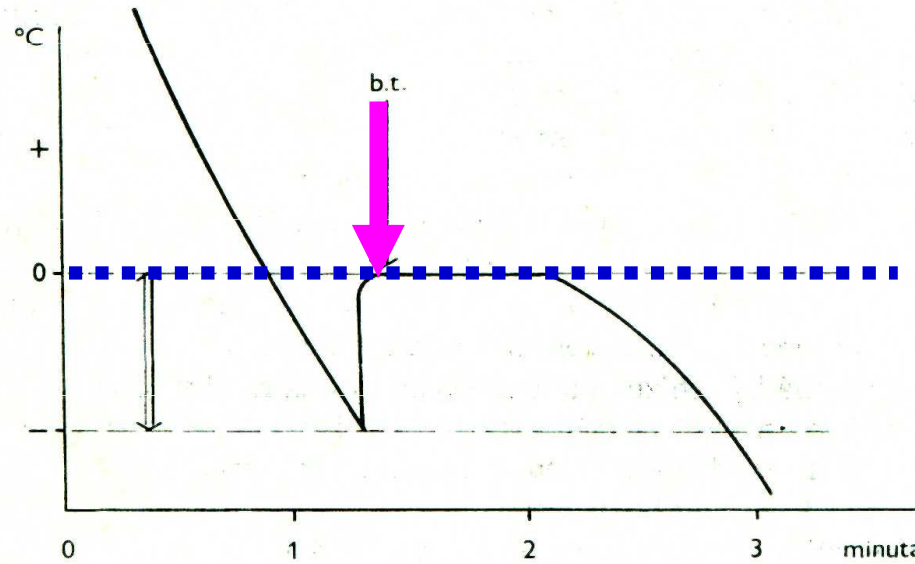
$i$  = ionization



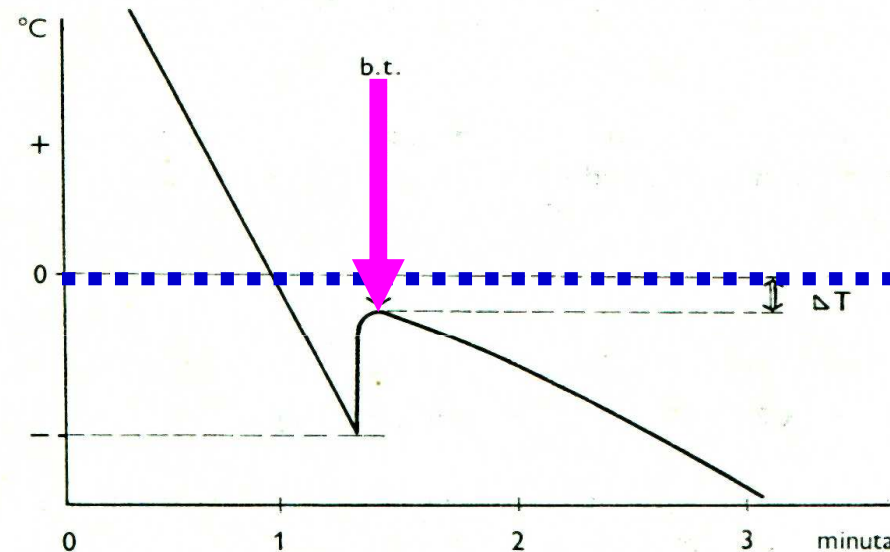


# Osmometrie – kryoskopický princip :

voda



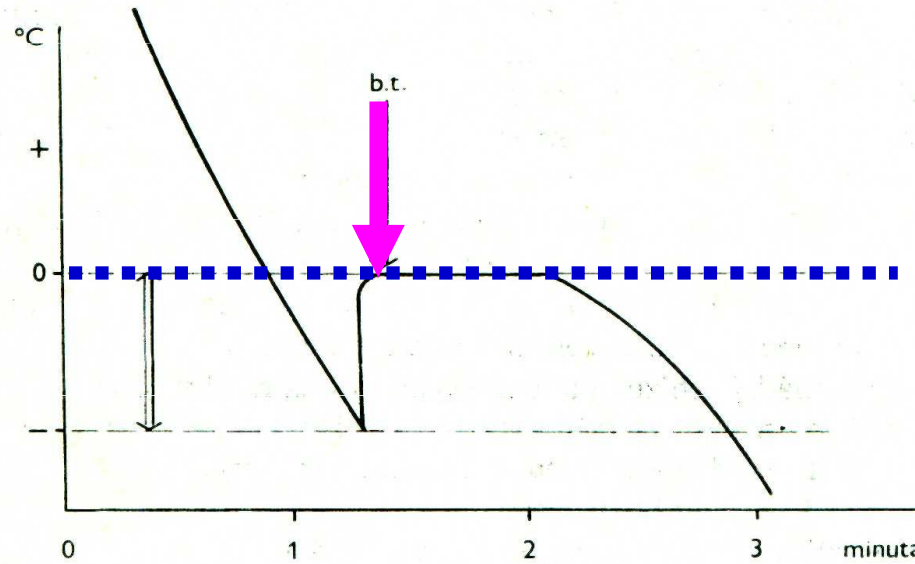
roztok



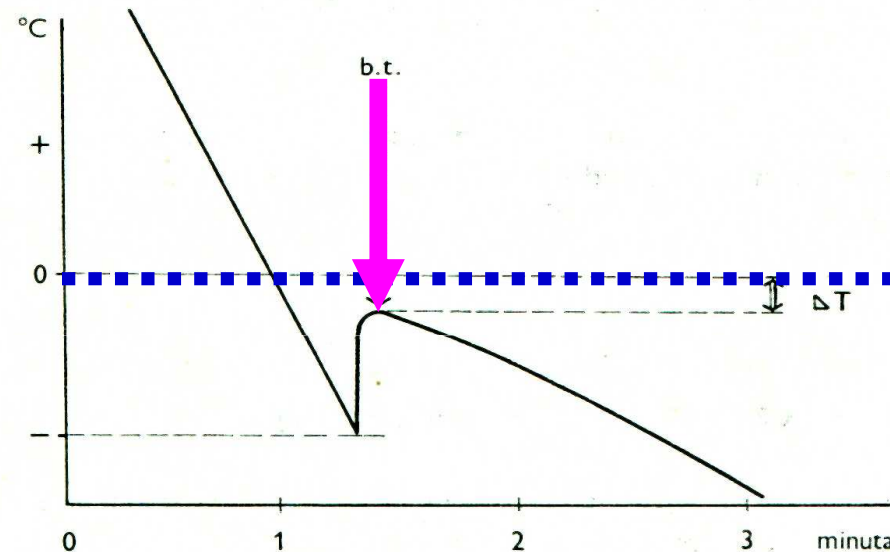
termistorový  
teploměr  
~ 0,001 °C

# Osmometry – cryoscopic principle :

water



solution



thermistor  
thermometer  
 $\sim 0,001\text{ }^{\circ}\text{C}$

# 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>

# The osmolality of blood plasma :

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

~~$\text{mosmol} \cdot \text{kg}^{-1}$~~

**man**       $290 \pm 10 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$

**woman**     $285 \pm 10 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$

## 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

$$\text{H}_2\text{O (litry)} = \frac{[\text{Na}^+] - 140}{140} \cdot \text{CTV}$$

↓  
60 %  
hmotnosti



**The correction formula for compensation of water in hypernatraemia :**

$$\text{H}_2\text{O (litres)} = \frac{[\text{Na}^+] - 140}{140} \bullet \text{TBW}$$

↓  
60 % of  
body weight

## Osmolalita krevní plazmy:

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , glukosa, urea

P-osmolalita ( $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ )  $\cong$

$\cong 2[\text{Na}^+] + [\text{glukosa}] + [\text{urea}]$

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

## The blood plasma osmolality:

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , glucose, urea

P-osmolality ( $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ )  $\cong$

$\cong 2[\text{Na}^+] + [\text{glucose}] + [\text{urea}]$

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

## 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

## U-osm / S-osm :

$\cong 2 \rightarrow$  normal kidney function  
(child and adult)

$\cong 1 \rightarrow$  isostenuria: 1/ effective diuretics  
2/ renal insufficiency \*)  
3/ norm in the newborn

$\cong 0,5 \rightarrow$  water intoxication

$\cong 0,2 \rightarrow$  diabetes insipidus

\*) insufficiency: renal  $< 1,2 <$  extrarenal

## Osmolalita moče:

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

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

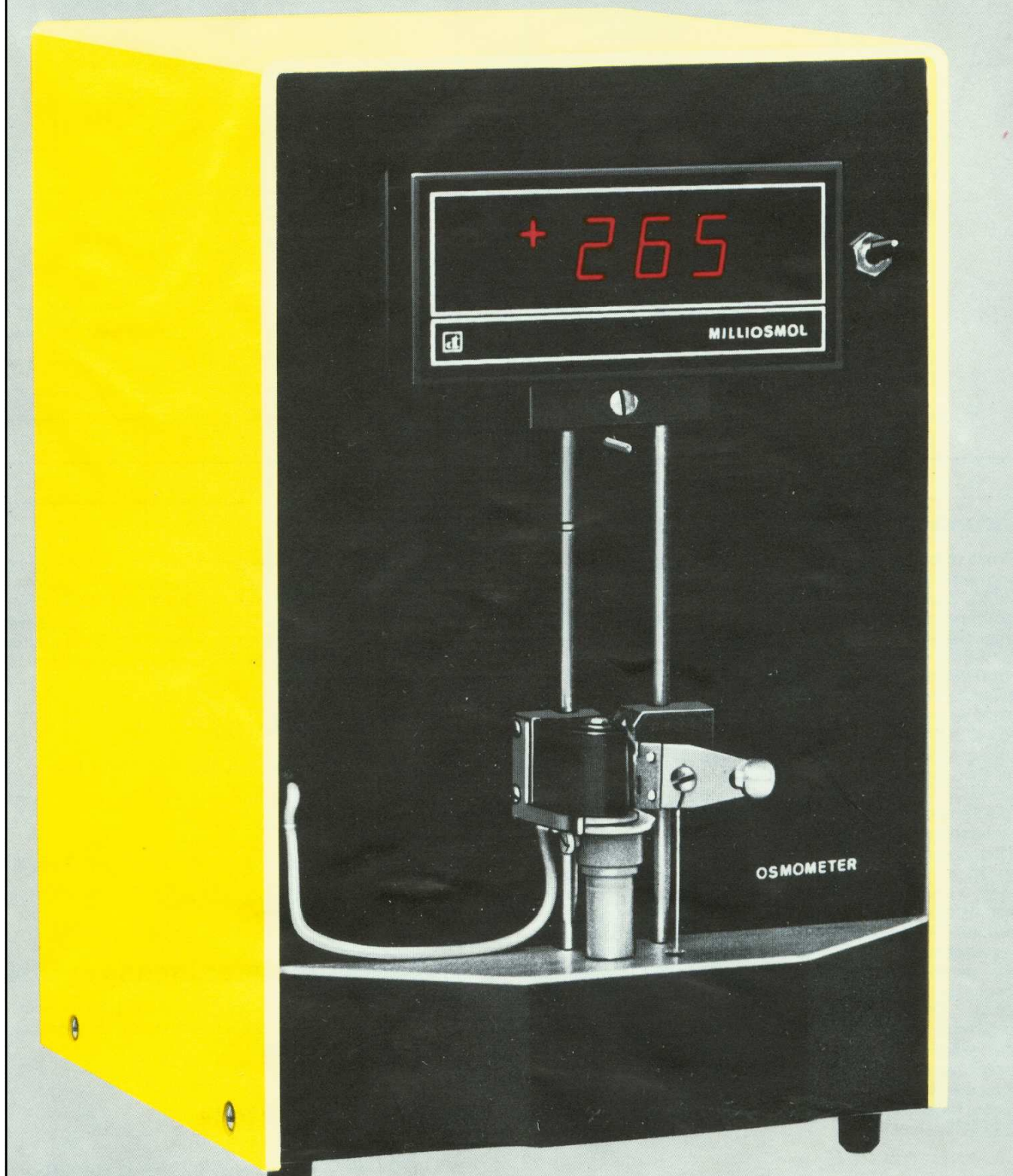
**výpočet není možný !**

## 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 !**



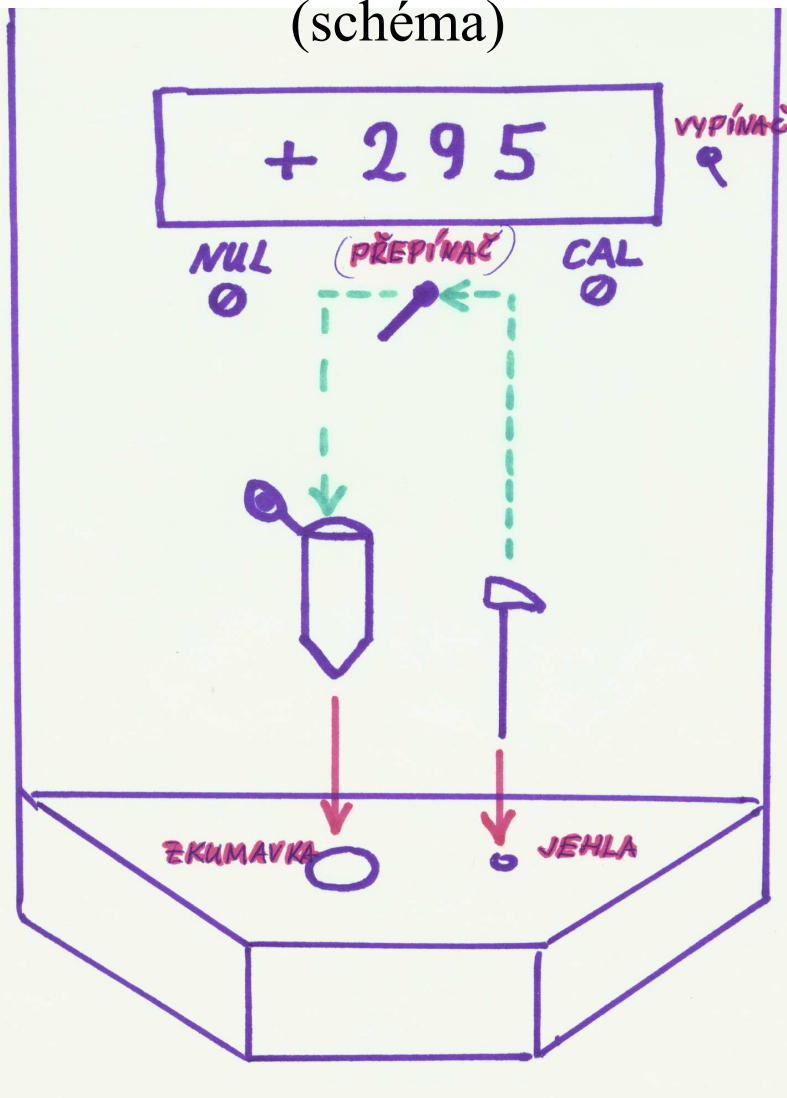
Osmometr

Osmometer



# Osmometr (kryoskopické měření) :

(schéma)



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

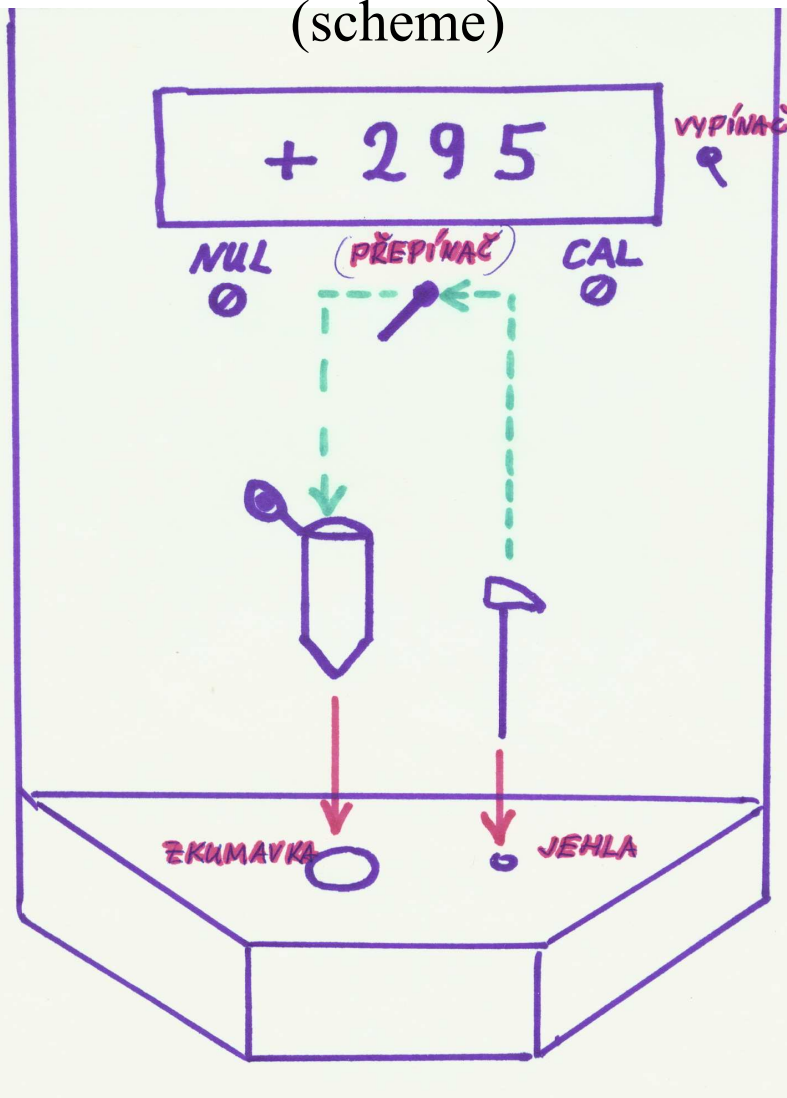
$$+ 1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \rightarrow - 1,86 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

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

# Osmometer (cryoscopic measurement) :

(scheme)



The sample cannot be measured repeatedly – freezing and unfreezing change properties of protein !

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

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

The calibration: 9,485 g NaCl / kg water =  
 $9,485 / 58,443 = 0,161.953 \text{ mol NaCl / kg water} =$   
 $= 161,95 \text{ mmol NaCl / kg water}$

$(161,95 * 2 = 323,905 \text{ mmol / kg} - \text{ at completely dissociation}$   
 $161,95 * 1,86 = 301,227 \text{ mmol / kg} \cong \mathbf{300} \text{ mmol / kg water}$



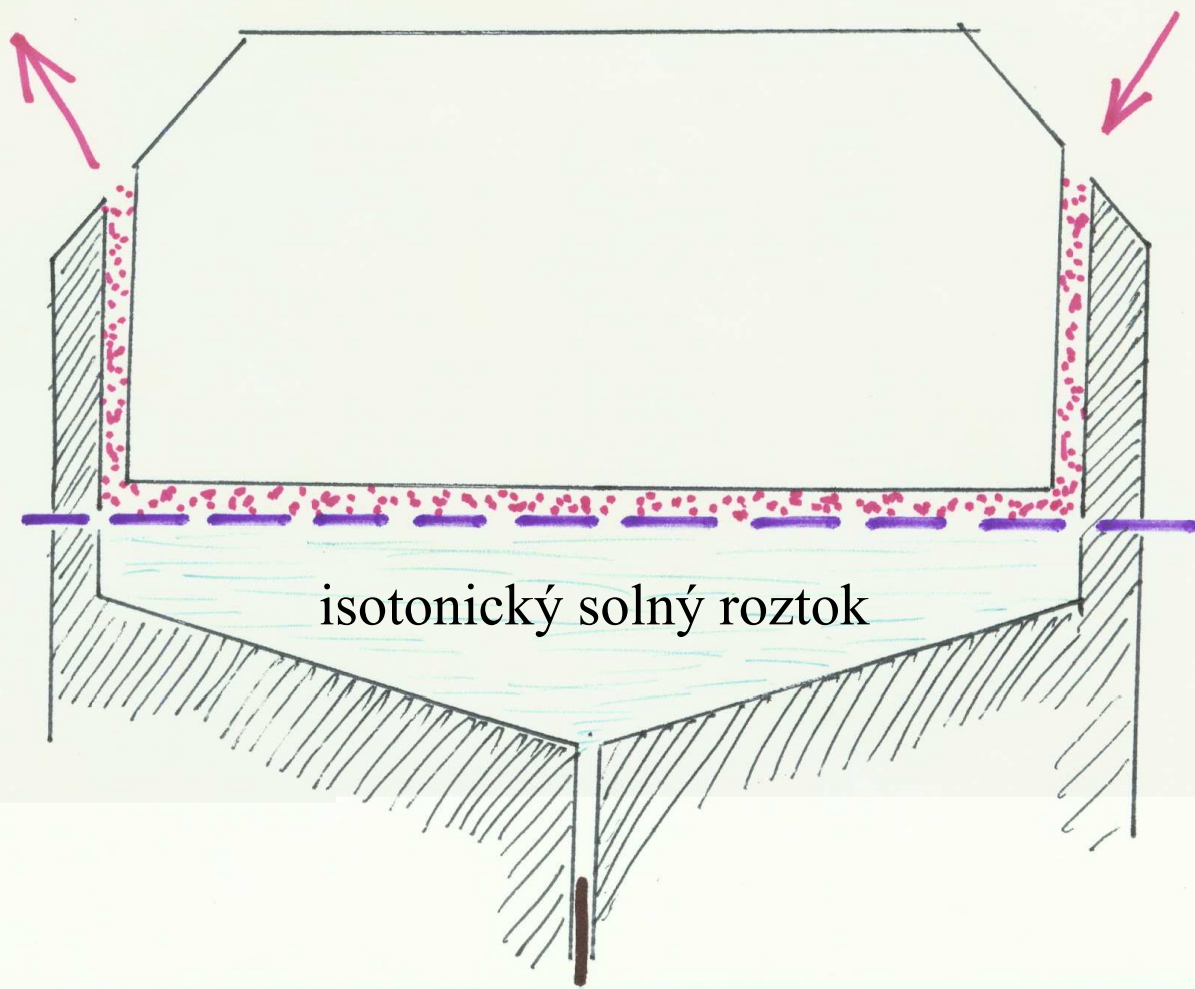


# Onkometr Oncometer



# Onkotický tlak – princip měření:

Onkotický tlak je část osmotického tlaku plazmy udržovaná makromolekulami.



vzorek krevního séra  
/ plazmy

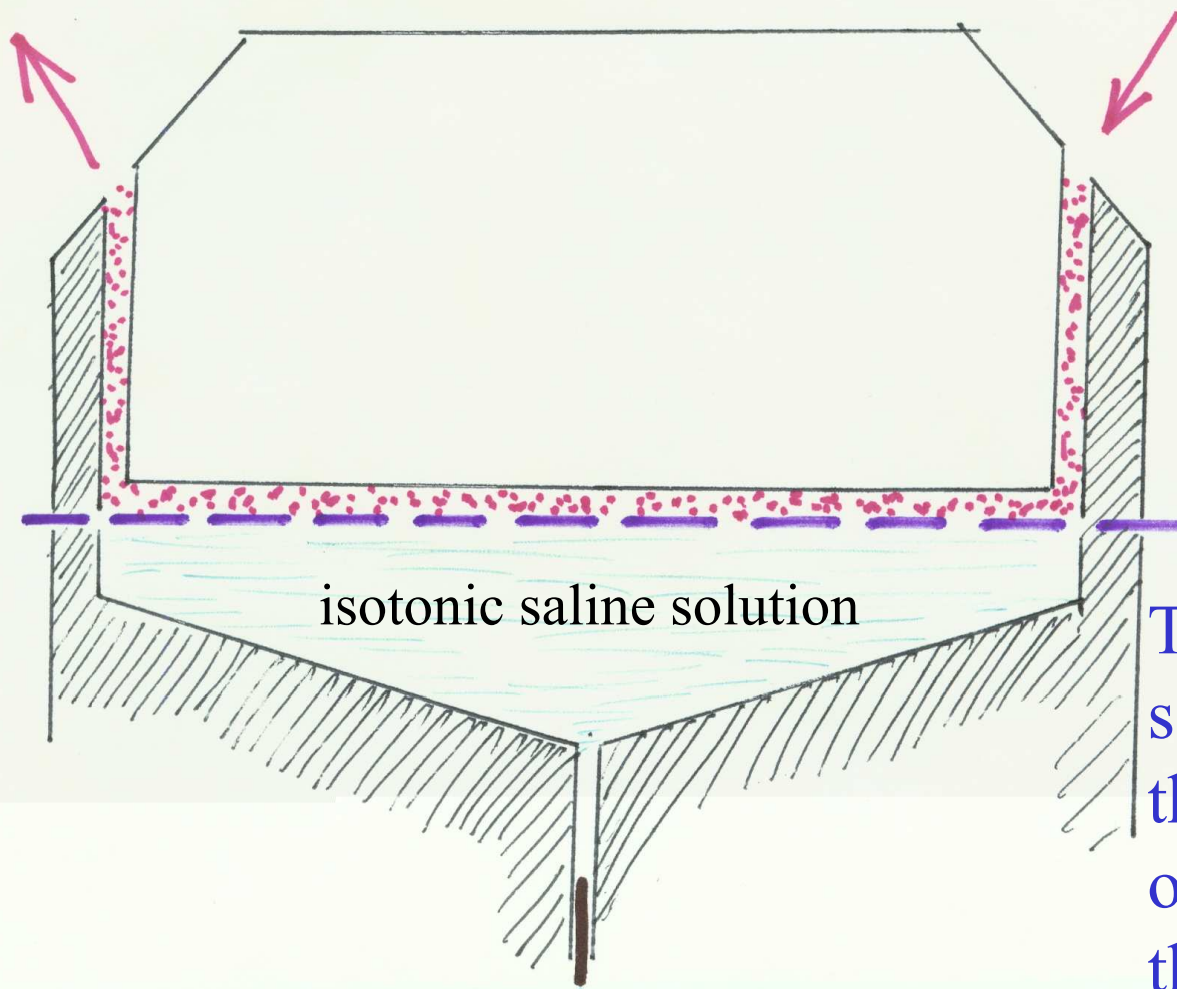
polopropustná membrána  
(prostupnost do  $M_r \approx 20.000$ )

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

tlakové čidlo

# Oncotic pressure – principle of measurement :

The oncotic pressure is a part of the osmotic pressure of plasma maintained by macromolecules.



the sample of blood serum  
/ plasma

semipermeable membrane  
(permeability to  $M_r \approx 20.000$ )

The permeability of saline solution into sample through the membrane is given by osmosis. The sensor measures the pressure decrease of saline solution (due to decrease its volume „under“ membrane)

pressure sensor

# 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)

# The oncotic pressure

= colloid osmotic pressure

= „COP“

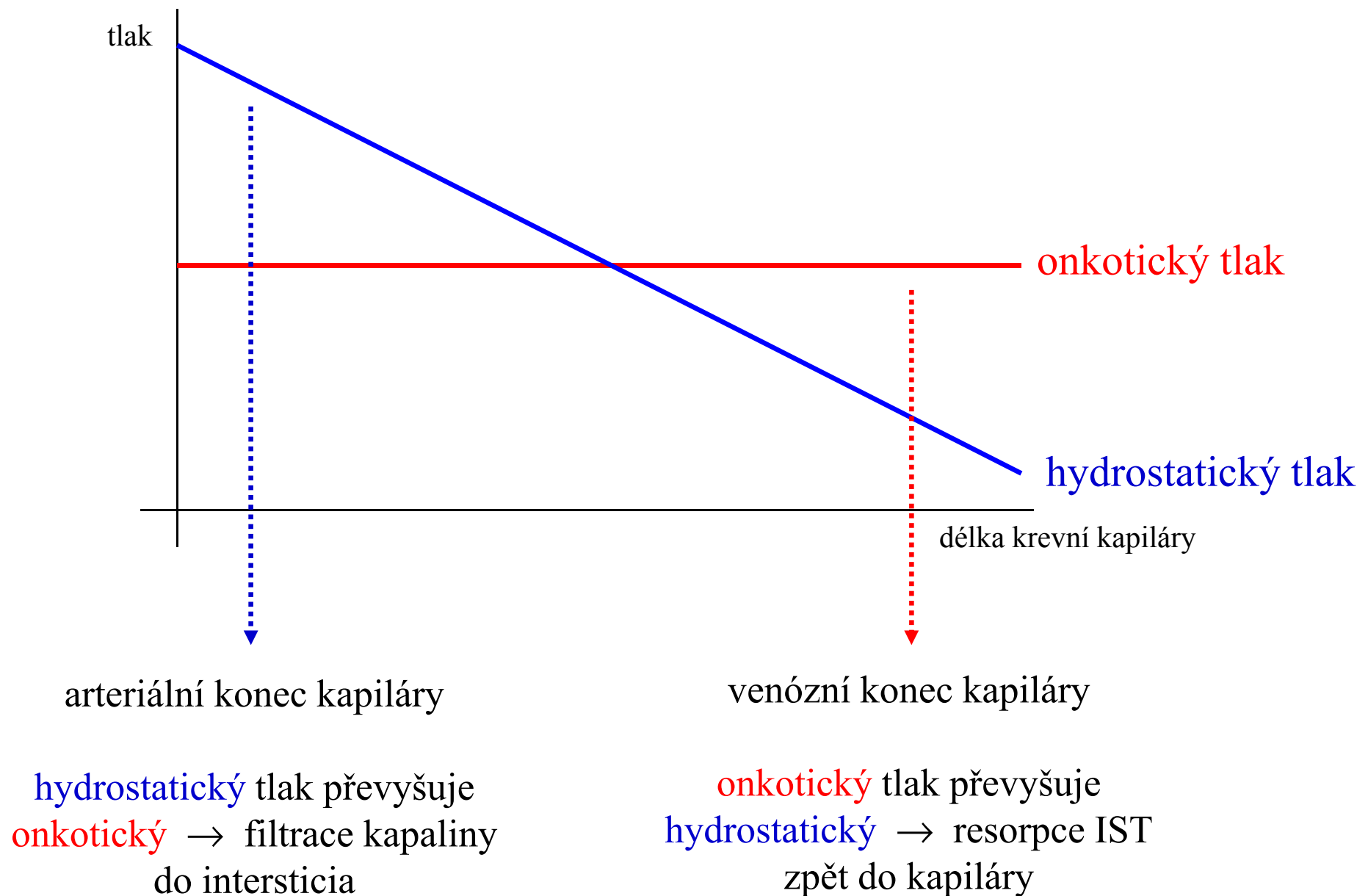
**COP = 2,66 – 3,33 kPa (approximately 3 kPa)**

**COP = 1,33 – 2,66 kPa → danger of edema  
pulmonum**

**COP < 1,4 kPa → no survive without i.v.  
administration of albumin**

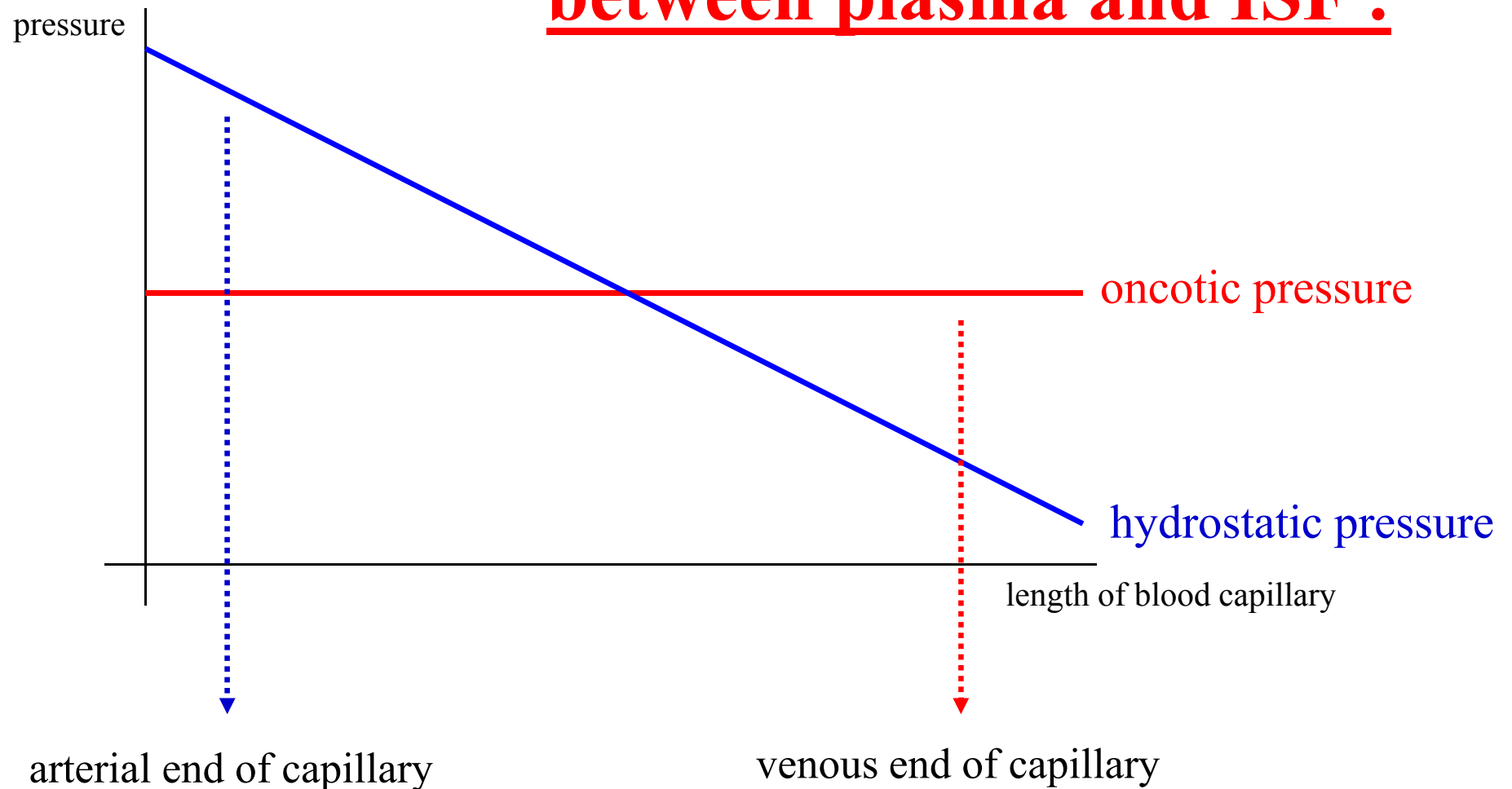
(80 % COP of plasma ensures albumin)

# Kapilára – pohyb kapaliny mezi plasmou a IST :





# Capillary – the movement of fluid between plasma and ISF :



hydrostatic pressure exceeds  
oncotic pressure → filtration  
of fluid into ISF

oncotic pressure exceeds  
hydrostatic pressure → reabsorption  
of ISF back to the capillary

# Onkotický tlak

- normální koncentrace krevních bílkovin :

$$P\text{-albumin} = 35 - 50 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$P\text{-celková bílkovina} = 62 - 82 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

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

# The oncotic pressure

- normal concentrations of blood proteins :

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

**P-total protein = 62 – 82 g . l<sup>-1</sup>**

Compare: grave swelling and ascites in serious hypoproteinemias  
of the kwashiorkor type !

