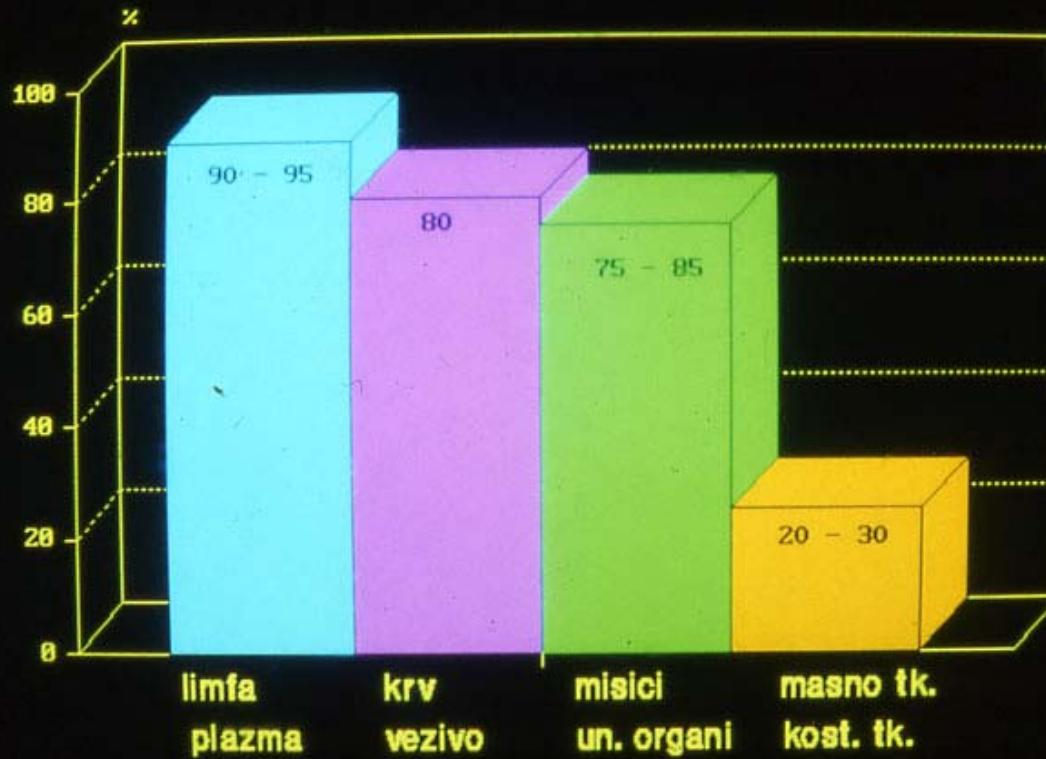


**TELESNE TEČNOSTI  
I FIZIOLOŠKI RASTVORI  
(vrste i primena)**

# **Distribucija telesnih tečnosti**

- **Okolo 60% TM odraslog čoveka čini VODA**
- **Na molekularnom nivou, voda čini 90% zapremine svih molekula**
- **Fundamentalni značaj ima za održavanje strukture i funkcije svih ćelija**

## KOLICINA VODE U RAZLICITIM TKIVIMA ( % )

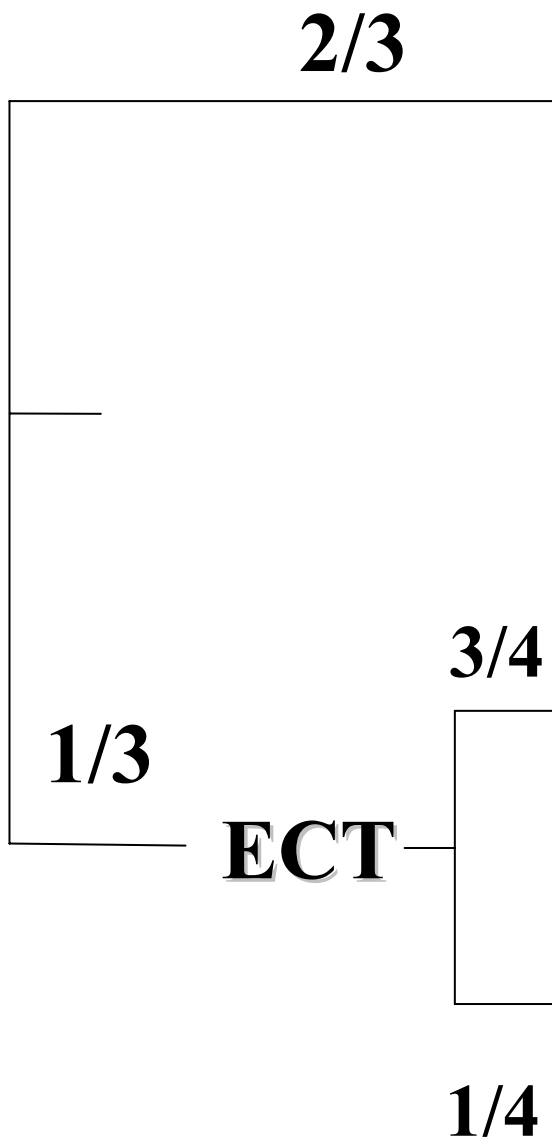


# Odeljci telesnih tečnosti

**→ UKUPNA  
TELESNA  
VODA**

**Zависи od:**

- Pola
- Uzrasta
- % telesne masti



**ICT:**  
55%~75%

Ekstravaskularna  
→ Intersticijumaska  
tečnost

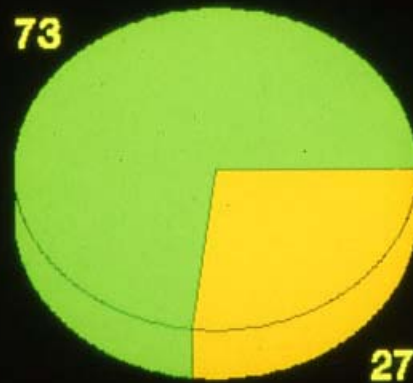
Intravaskularna  
→ plazma

# Odeljci telesnih tečnosti

- **Intracelularna tečnost (ICT)**
- **Ekstracelularna tečnost (ECT)**
  - **Intersticijska tečnost**
  - **Intravaskularna (krvna plazma)**
  - **Limfa**
  - **Transcelularne tečnosti i (CST, očna vodica, sekreti GIT-a...) i tečnosti u potencijalnim prostorima (peritonealna, perikardijalna, pleuralna, sinovijalna)**

## KOLICINA VODE U ORGANIZMU ( % telesne mase )

73 % telesne mase korigovane za masu masnog tkiva



**Korigovana telesna masa (bezmasna telesna masa) predstavlja razliku između telesne mase i ukupune mase masnog tkiva.**

## UKUPNA TELESNA VODA



$70\text{kg}/40\text{lit.H}_2\text{O} = 2/3 \text{ ICT (25lit.)} + 1/3 \text{ ECT (15lit.)}$

$15\text{lit. ECT} = 11\text{lit.ECT} + 3\text{lit. plazma} + 1\text{lit. tc. H}_2\text{O}$

# Balans vode

- **Unos vode** –
  - 60 % tečnosti
  - 30 % hrana
  - 10 % metabolička voda
- **Izlučivanje vode** –
  - 28 % isparavanje preko pluća/kože (nevidljivi gubitak)
  - 8 % znojenje
  - 4 % feces
  - 60 % urin



# Osmolalnost vs. osmolarnost

- **OSMOLARNOST** = broj mola rastvorene supstance u litri rastvora, *npr. 1 molarni rastvor ureje = 60g ureje + H<sub>2</sub>O do 1 L rastvora*

- **OSMOLALNOST** = broj osmola rastvorene supstance u 1kg H<sub>2</sub>O, *npr. 1 molalni rastvor ureje = 60g ureje + 1000g H<sub>2</sub>O*

# Osmolalnost (osmol/kg H<sub>2</sub>O)

- **OSMOLALNOST = mera ukupne konc. osmotski aktivnih čestica u rastvoru**
- **Sa porastom osmolalnosti raste broj osmotski aktivnih čestica (tj. broj molekula vode u rastvoru opada)**
- **Osmolalnost telesnih tečnosti je ~ 300 mOsm/L**

# Sastav intracelularne vs. extracelularne tečnosti

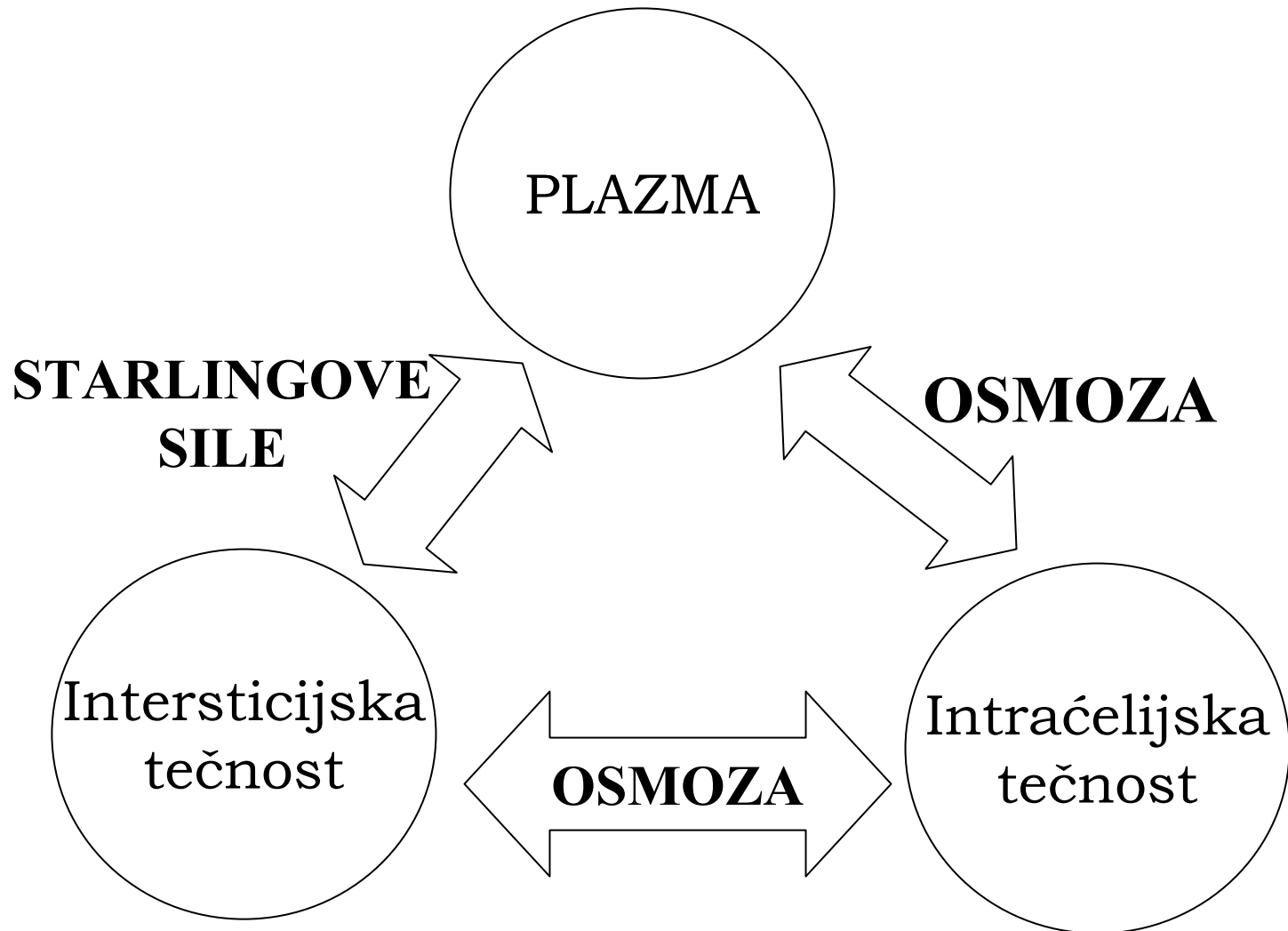
- ✓ **Jonski sastav u kvalitativnom smislu ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  ..) je veoma različit**
- ✓ **Osmolalnost je skoro identična -**
  - \* *princip ekviosmolalnosti - izoosmolalnosti*
- ✓ **Zbir svih anjona uvek je jednak zbiru svih katjona sa jedne strane membrane -**
  - \* *princip elektroneutralnosti*

***DVA ŽIVOTNO VAŽNA PRINCIPA***

# Gibbs Donnan-ova ravnoteža

1. **Proizvod difuzibilnih jona ( $K^+$  x  $A^-$ ) sa obe strane membrane je isti**
2. **Broj pozitivnih jona je veći u plazmi a broj negativnih jona je veći u intersticijskoj tečnosti**
3. **Zbir difuzibilnih jona ( $K^+$  i  $A^-$ ) je veći u plazmi nego u intersticijumu ( $13 > 12$ )**
4. **Električna neutralnost se održava u oba odeljka ( $9 A^- : 9 K^+$ ;  $6 K^+ : 6 A^-$ )**
5. **Uspostavljanje malog električnog potencijala kroz kapilarnu membranu (1mV)**

# Kretanje tečnosti i elektrolita

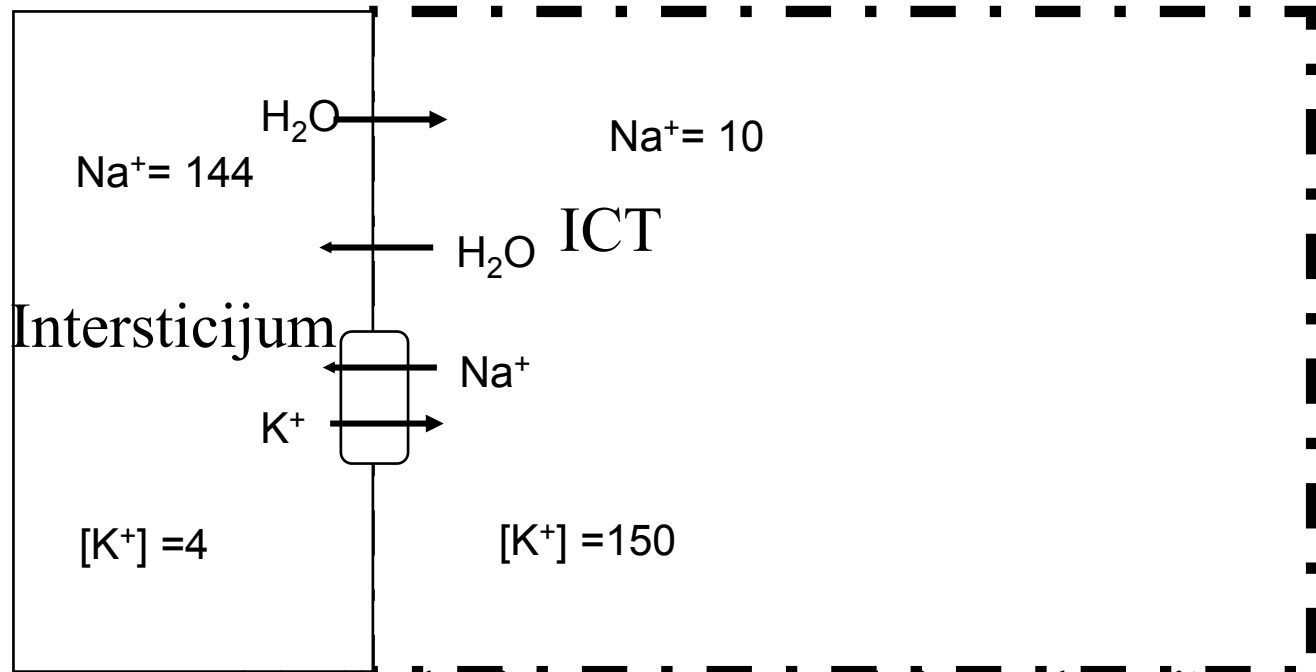


# Kretanje tečnosti i elektrolita

- ✓ Čelijske membrane su visoko selektivno propustljive
- ✓ Voda prolazi lako (direktno kroz lipidni dvosloj, kroz vodene kanale - AKVAPORINI, transcitoza)
- ✓ Mnogi joni i molekuli prolaze usporeno i otežano (i do milion puta sporije od vode)

# Ćelijska membrana

Ćelijska membrana je apsolutno permeabilna za  $H_2O$ .



**Permeabilna je i za  $K^+$**  koji ulazi radi uspostavljanja električne neutralnosti (nepermeabilnih proteinskih anjona). **Malo prolazi  $Na^+$** , ali radom Na-K pumpe održava se gradijent koncentracije jona!

# Osmoza

- **Neto difuzija vode kroz semipermeabilnu membranu (od mesta manje ka mestu veće koncentracije rastvorene supstance odn. iz rastvora sa većim u rastvor sa manjim hemijskim potencijalom vode).**
- **Hemijski potencijal vode se povećava sa povećanjem: hidrostatskog pritiska i temperature rastvora, a smanjuje usled prisustva drugih rastvorenih (nedifuzibilnih) čestica.**



# **Znači:**

**Osmoza predstavlja kretanje vode niz koncentracioni gradijent**

**Voda se kreće slobodno sve dok se ne izjednače koncentracije osmotski aktivnih čestica - odnosno dok se ne povisi hidrostatski pritisak na jednoj strani membrane, kada je neto fluks vode kroz membranu 0.**

# Osmotski pritisak ( $\pi$ )

- Pritisak koji je dovoljan da zaustavi osmozu
- Veličina OP jednaka je hidrostatskom pritisku koji se mora primeniti na rastvor da bi se zaustavio proces osmoze vode
- Koligativna osobina rastvora - Zavisi od broja rastvorenih nedifuzibilnih čestica (molekula ili jona) a ne od njihovih hemijskih karakteristika (mase ili oblika)

# Osmotski pritisak ( $\pi$ )

(Van`t Hoffova jedn. - modifikovani gasni zakon)

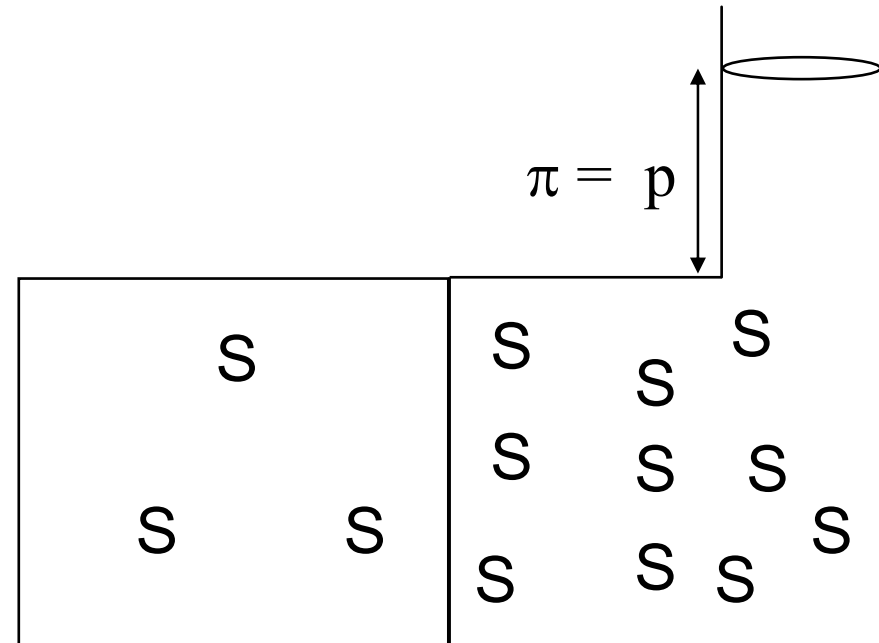
$$\pi \text{ (mmHg)} \equiv \frac{n \times R \times T}{V} = c \times R \times T$$

$c$  = osmolalnost ( $n/V$ )

$R$  = gasna konstanta

$T$  = apsolutna temperatura

$R \times T = 19,3 \text{ mmHg}$

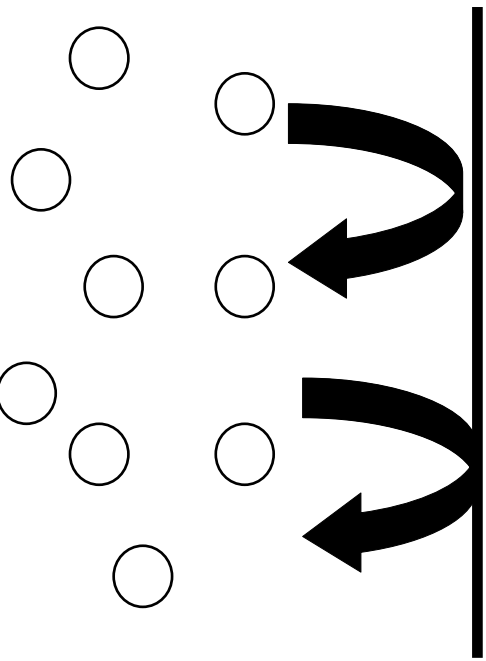


# Osmotski refleksioni koeficijent ( $\sigma$ )

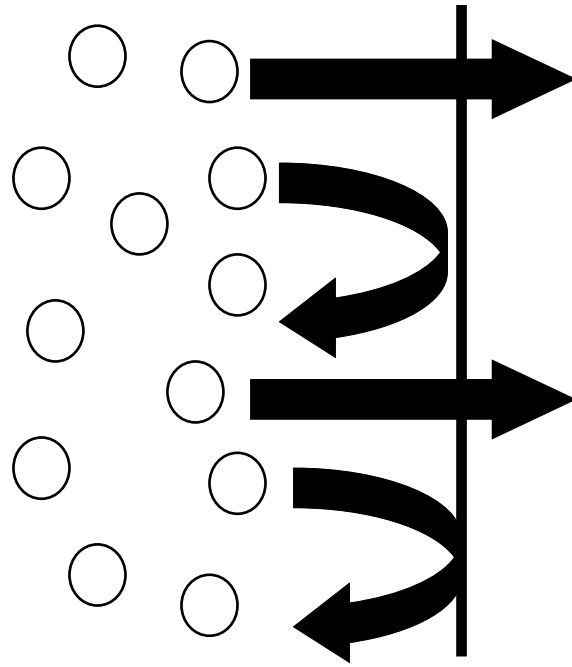
Mera relativne permeabilnosti  
membrane za osmotski aktivne čestice.

$$0 < \sigma < 1$$

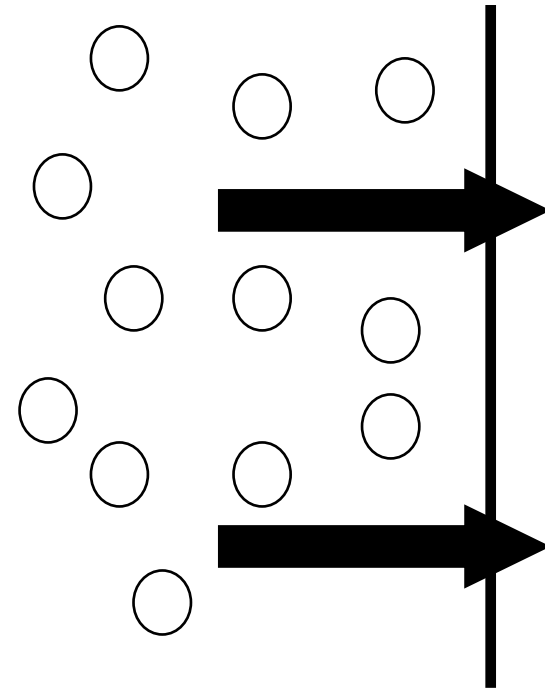
Ćelije različitih tkiva imaju različiti  
osmotski refleksioni koeficijent za iste  
molekule.



$$\sigma = 1$$



$$0 < \sigma < 1$$



$$\sigma = 0$$

$$\Pi = \sigma \times \Pi_{\text{teor.}}$$

Npr. NaCl:  $\sigma = 1$

urea;  $\sigma = 0,02$ ; glicerol  $\sigma = 0,4$

voda:  $\sigma = 0$

**Toničnost** - stepen uticaja  
rastvora na volumen (tonus) ćelije  
potopljene u njemu.

# Izoosmolarni vs. izotonični

- *Izoosmotski rastvori* - iste osmotske koncentracije

*Izotonični rastvori* - istog osmotskog pritiska

- *Izoosmotski rastvor može ali ne mora biti i izotoničan*

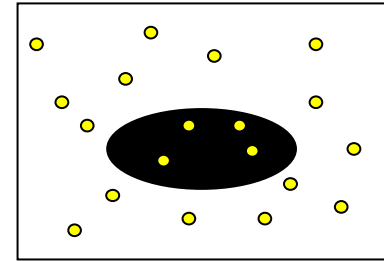
- 0,9% NaCl (154 mmol/L) -

- 1,8% ureja -

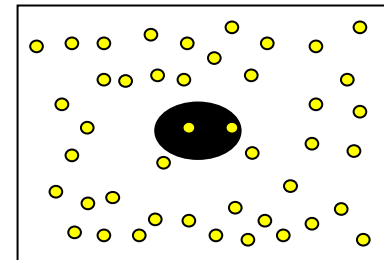
- 280 mmol/L glicerol -

Sva tri rastvora su izoosmotska sa krvnom plazmom ali je samo 0,9% rasvor NaCl izotoničan sa krvnom plazmom

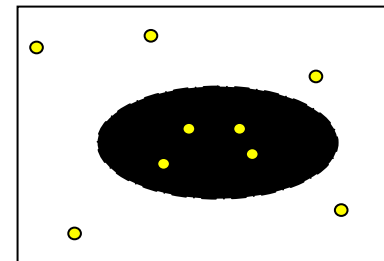
Izoosmotski rastvor



Hiperosmotski rastvor



Hipoosmotski rastvor



# Fiziološki rastvori

su rastvori koji prema svojim fizičko - hemijskim osobinama imitiraju unutrašnju sredinu organizma u kojoj ćelije zadržavaju svoj normalni oblik i funkciju.

Primena u kliničkoj praksi i laboratorijskim istraživanjima (*in vitro*).



# Podela fizioloških rastvora:

- Prosti \* (0,9% NaCl, 5% glukoza)
  - \* samo izotonija
- Složeni <sup>▫</sup> ( Ringer, Krebsov ...)
  - <sup>▫</sup> Izotonija, izojonija, izohidrija, izotermija

## **VRSTE RASTVORA koje se najčešće primenjuju u klinici:**

- **Slani rastvori (NaCl)**
  - **Različitih koncentracija: hipotoničan (0,2%), izotoničan (0,9%), hipertoničan (5%).**
- **Dekstroza u slanom rastvoru**
  - **Glukoza se brzo metaboliše do  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$**
  - **Uneti volumen se zbog toga distribuira i intracelularno kao i ekstracelularno**
  - **Unosi se u različitim koncentracijama (5%,10%,20%,25%,50%)**
  - **Koriste se istovremeno za nadoknadu vode kao i u energetske svrhe**
- **Dekstran**
  - **Dugolančani polisaharid**
  - **Predstavlja zamenu za plazmu**

# Poremećaj balansa vode

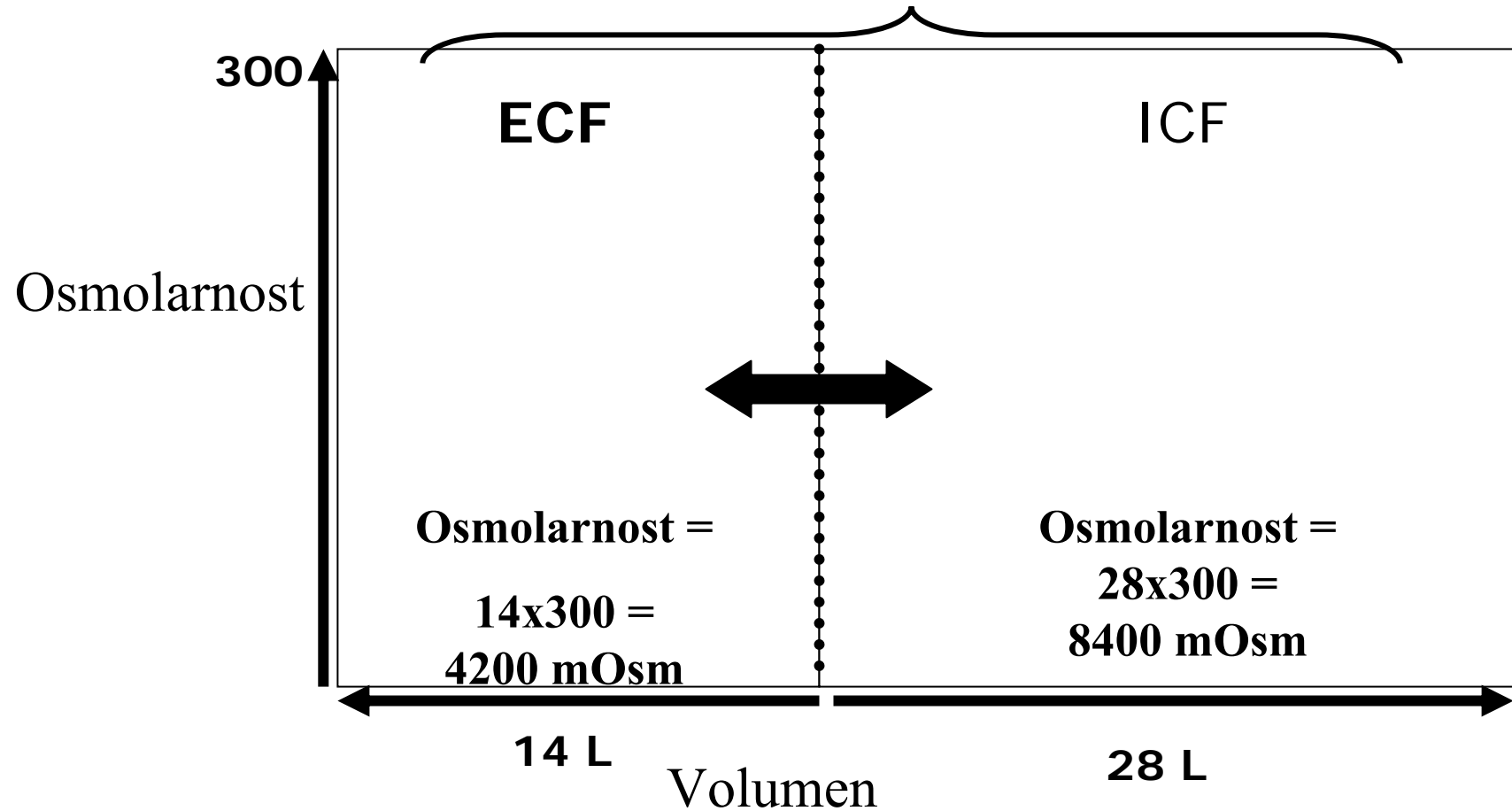
- **Dehidracija**

- **Izotonična** –  
ravnomerni gubitak  
vode i elektrolita;  
smanjenje volumena  
krvi (ECF) volume
- **Hipertonična** –  
gubitak vode veći od  
gubitaka elektrolita
- **Hipotonična** – gubitak  
elektrolita veći od  
gubitka vode

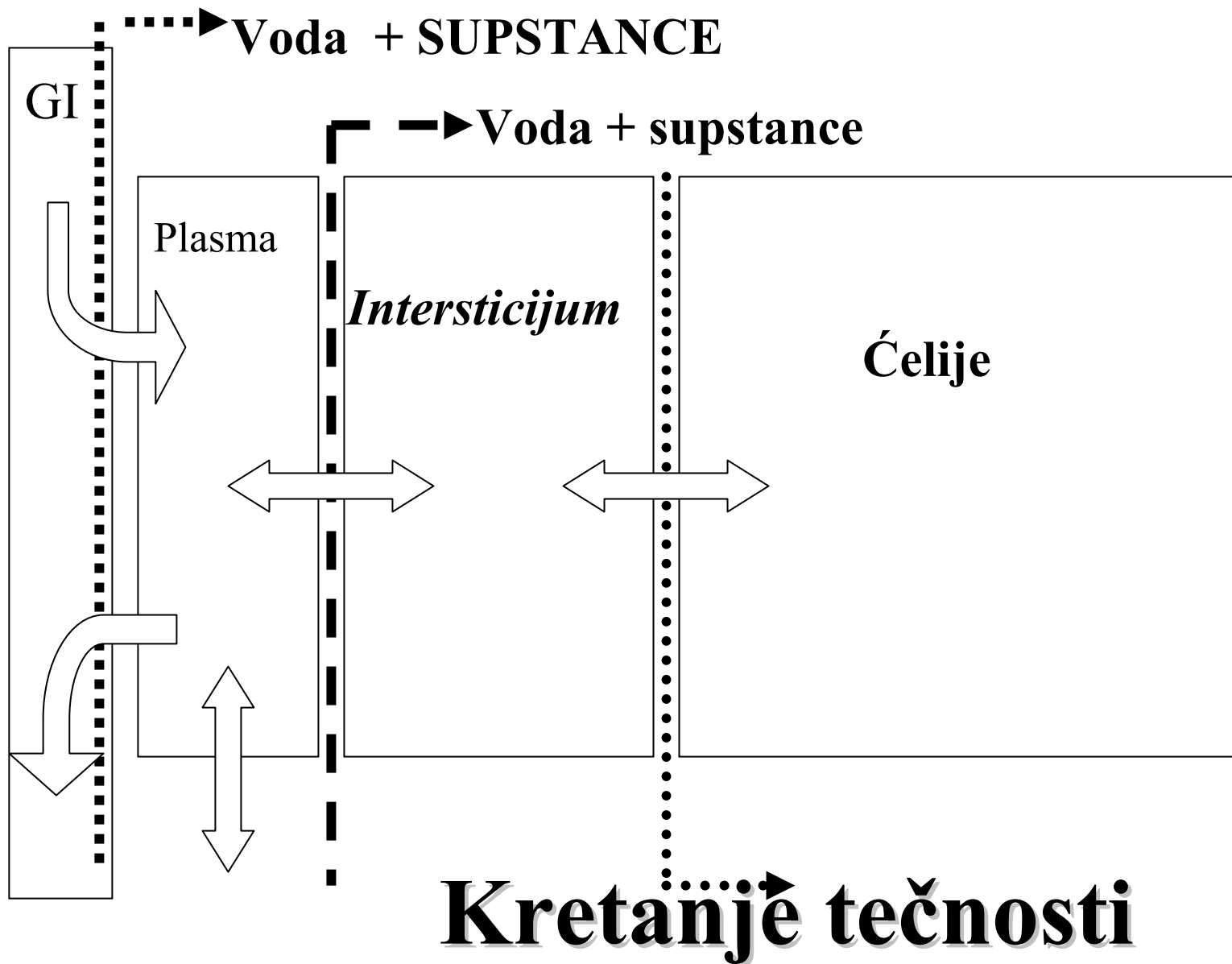
- **Hiperhidracija**

- **Izotonična** –  
povećan volumen  
ECF
- **Hipertonična** –  
povećan unos  $\text{Na}^+$ ;  
osmoza vode iz ICF u  
ECF
- **Hipotonična** –  
trovanje vodom,  
osmoza vode u ICF

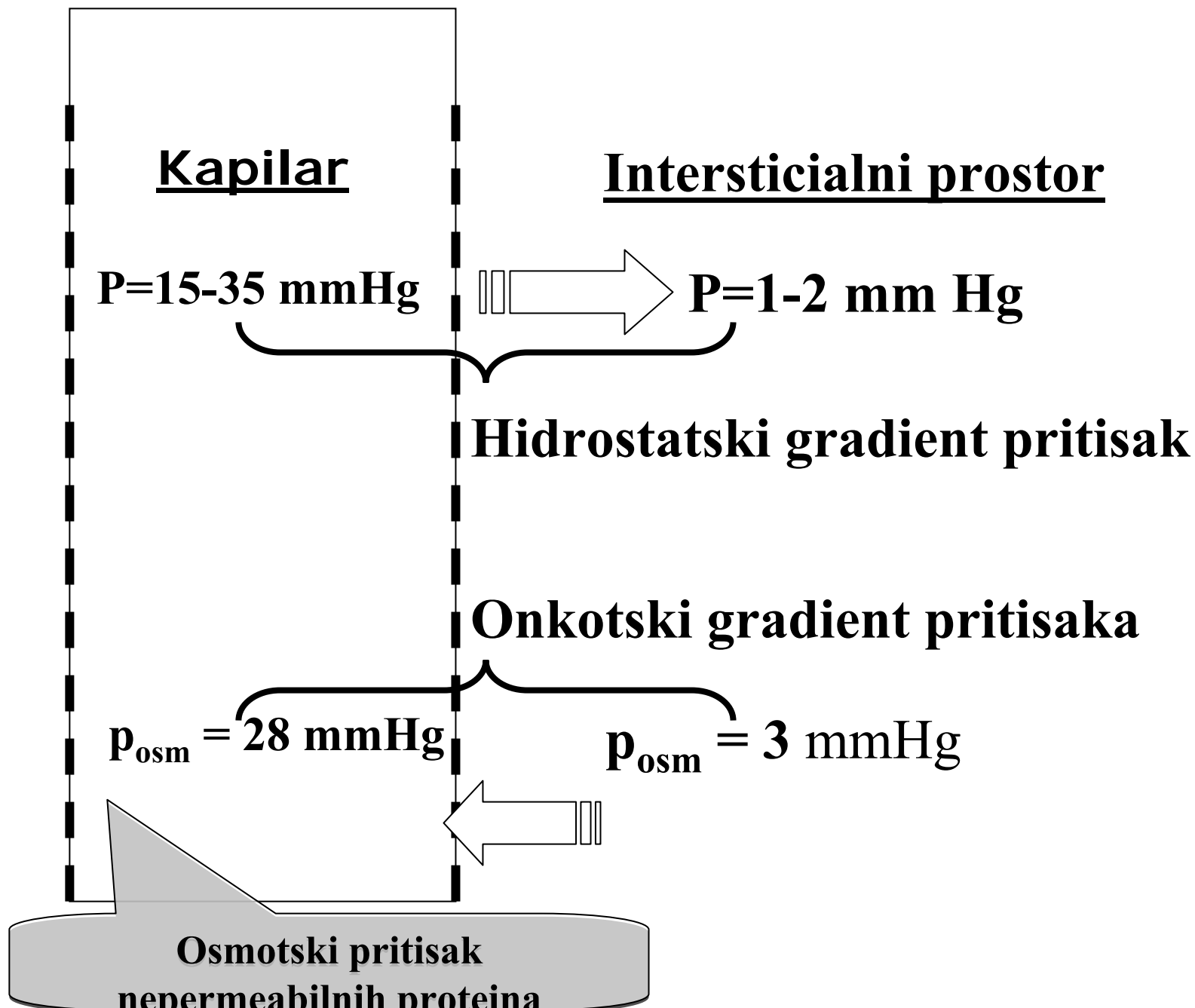
**Totalna Osmolarnost =  
42x300 =  
12,600 mOsm**



**Osmolarnost**



# KAPILARNA DINAMIKA (STARLINGOVE SILE)



# KRETANJE TEČNOSTI

- Starlingove sile =  $(P_c + P_i) - (P_i + P_p)$
- $P_c$  = HIDROSTATSKISKI PRITISAK  
plazme
- $P_i$  = KOLOIDNI OSMOTSKI PRITISK  
intersticijalne tečnosti
- $P_i$  = HIDROSTATSKISKI PRITISAK  
- intersticijalne tečnosti
- $P_p$  = KOLOIDNI OSMOTSKI PRITISK  
- plazme

# **GUBITAK VODE**

## **DOVODI DO:**

- 1) Obilno znojenje:**
- 2) Isparavanje (perspiratio)**
- 3) Smanjenje volumena krvi i TA, povećanje osmolalnosti,**
- 4) Voda prelazi iz intersticijuma u kapilare**
- 5) Osmozom voda iz ćelija prelazi u intersticijum**



# Fizička aktivnost i dehidracije

- Gubitak telesnih tečnosti (dehidracija) koja sadrži vodu i elektrolite uglavnom nastaje zbog povećanog znojenja.
- Dolazi i do povećanja telesne temperature i smanjenja volumena krvi (smanjuje se udarni volumen) kao i do smanjenja mišićne snage i izdržljivosti odn. celokupne fizičke efikasnosti.

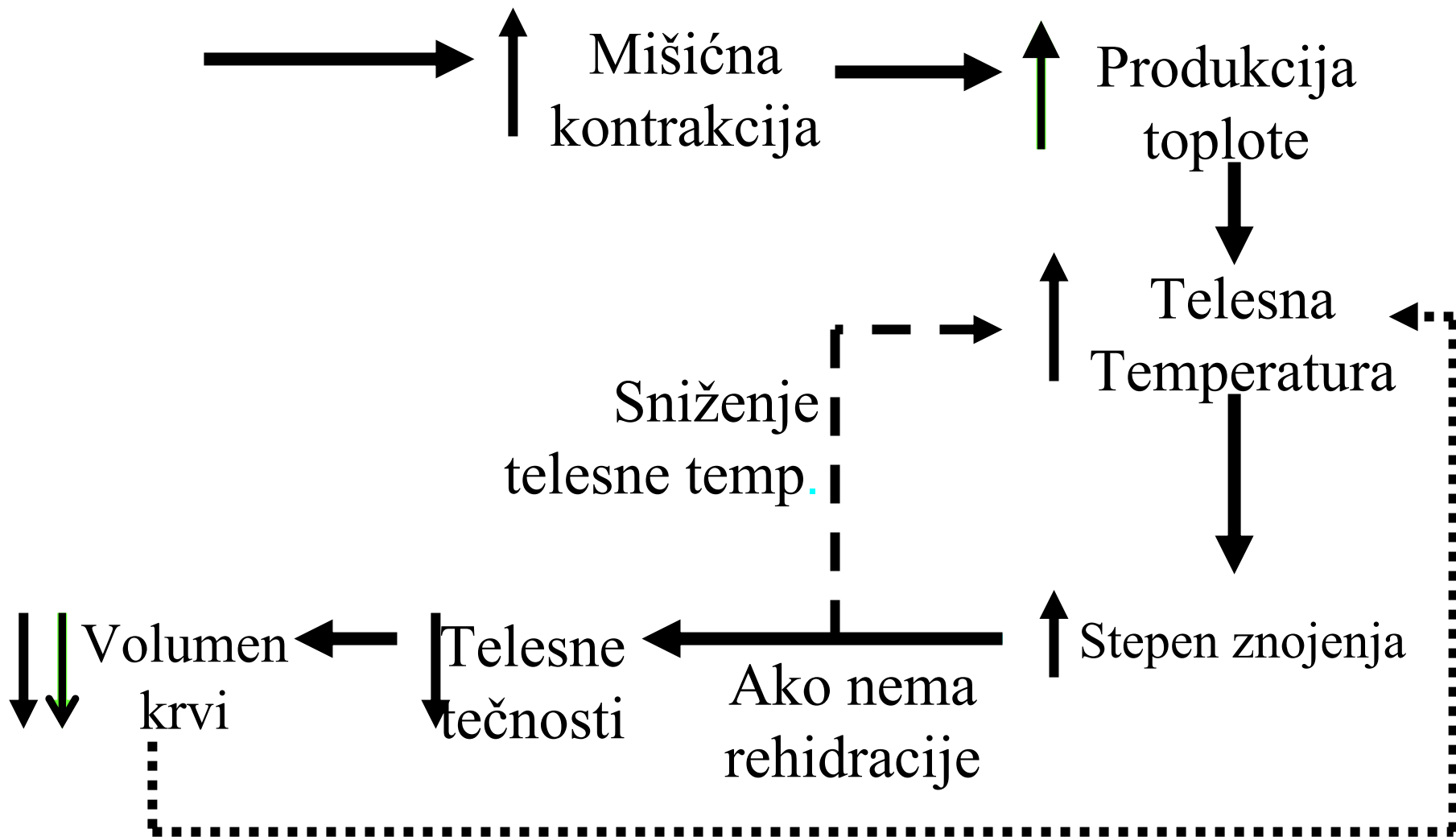
$$\begin{array}{ccccc} Q & = & SV & \times & HR \\ \text{(Cardiac Output)} & & \text{(Stroke Volume)} & & \text{(Heart Rate)} \\ \text{ml / min} & & \text{ml / beat} & & \text{beats / min} \end{array}$$

**DEHIDRATACIJA:**

$$Q = \downarrow SV \times \uparrow HR$$

# Dehidracija:

Šta se događa za vreme vežbanja?



# VAŽNOST HIDRATACIJE

◆ Voda & elektroliti su važni za obavljanje fizičke aktivnosti jer:

1. Održavaju volumen krvi & osmolarnost za efikasan transport  $O_2$  i regulaciju krvnog pritiska
2. Uklanjaju toksine i produkte razgradnje
3. Omogućavaju nervnu kondukciju za funkciju mišića
4. Regulišu telesnu temperaturu mehanizmom znojenja
5. Za obnavljanje energetske depoa (npr. mišićni glikogen) tokom oporavka
6. Homeostaza metaboličkih & enzim. funkcija
7. Brojna absorbciona & lubrikantna svojstva

# **TEZE ZA SEMINAR – TELESNE TEČNOSTI I FIZIOLOŠKI RASTVORI (vrste i primena)**

1. Telesna voda. Količina i distribucija vode u organizmu.
2. Razmena vode sa spoljašnjom sredinom (unos i izdavanje)
3. Biološke membrane (ćelijska membrana i kapilarni zid) i odeljci telesnih tečnosti
4. Volumen i sastav elektrolita u telesnim tečnostima organizma
5. Faktori koji određuju raspodelu vode i elektrolita (Gibbs – Donanova ranoteža, osmoza, osmotski pritisak)
6. Fiziološki rastvori (prosti i složeni) – vrste i primena
7. Fizička aktivnost i homeostaza vode i elektrolita