

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET VETERINARSKЕ MEDICINE



# METABOLIZAM MINERALNIH MATERIJA

Doc. Dr Milica Stojković  
Katedra za fiziologiju i biohemiju

# ***ELEMENTI U ORGANIZMU I NJIHOVA PODELA***

---

- **Preko 20 elemenata u organizmu (neorganskih materija)**

- ✓ Ugljenik, kiseonik, vodonik, azot, sumpor, fosfor, natrijum, kalcijum, jod, hlor, brom, fluor, gvožđe, bakar, mangan, kobalt, selen, zink, molibden, bor, silicijum

- U zavisnosti od količinske zastupljenosti u organizmu:

- ✓ **Makroelementi** (više od 100 mg/kg TM) (natrijum, kalijum, kalcijum, magnezijum, hloridi, fosfati, sulfati)

- ✓ **Mikroelementi** (manje od 100 mg/kg TM) (gvožđe, bakar, mangan, jod, fluor, selen, zink, kobalt i dr)

# HEMIJSKI SASTAV EKSTRACELULARNE I INTRACELULARNE TEČNOSTI

---

## Sastav ekstracelularne tečnosti (mmol /L)

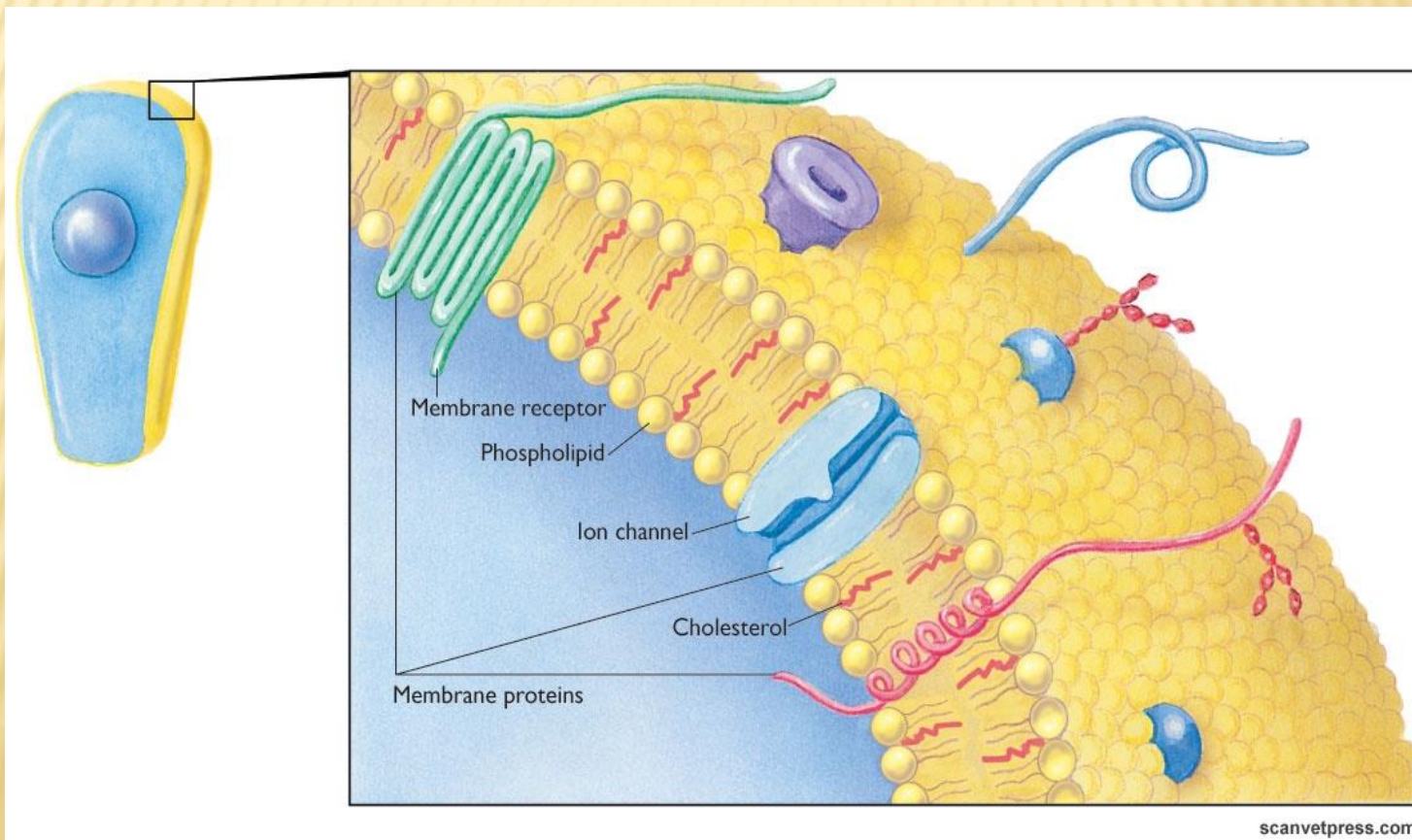
Na	142
K	4
Ca	2,2
Mg	1,5
Cl	103
HCO <sub>3</sub>	28
fosfati	2,2
sulfati	0,5
glukoza	5
AK	0,3 g/L
holesterol, fosfolipidi, neutralne masti	5g/L

## Sastav intracelularne tečnosti (mmol /L)

Na	10
K	140
Ca	0,5
Mg	29
Cl	4
HCO <sub>3</sub>	10
fosfati	42
sulfati	1
glukoza	0-1,1
AK	2 g/L
holesterol, fosfolipidi, neutralne masti	>20 g/L

# PROTEINI ĆELIJSKE MEMBRANE

- Periferni proteini (uglavnom enzimi)
- Transmembranski proteini (pore ili kanali, nosači, pumpe, receptori )

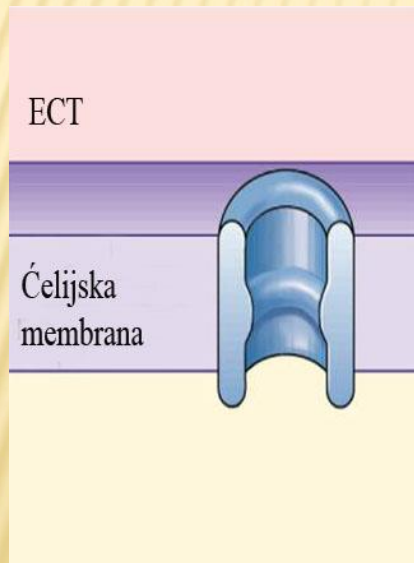


# TRANSMEMBRANSKI PROTEINI

- **Kanali** (za jone K, Na, Ca...prolazak jona difuzijom)

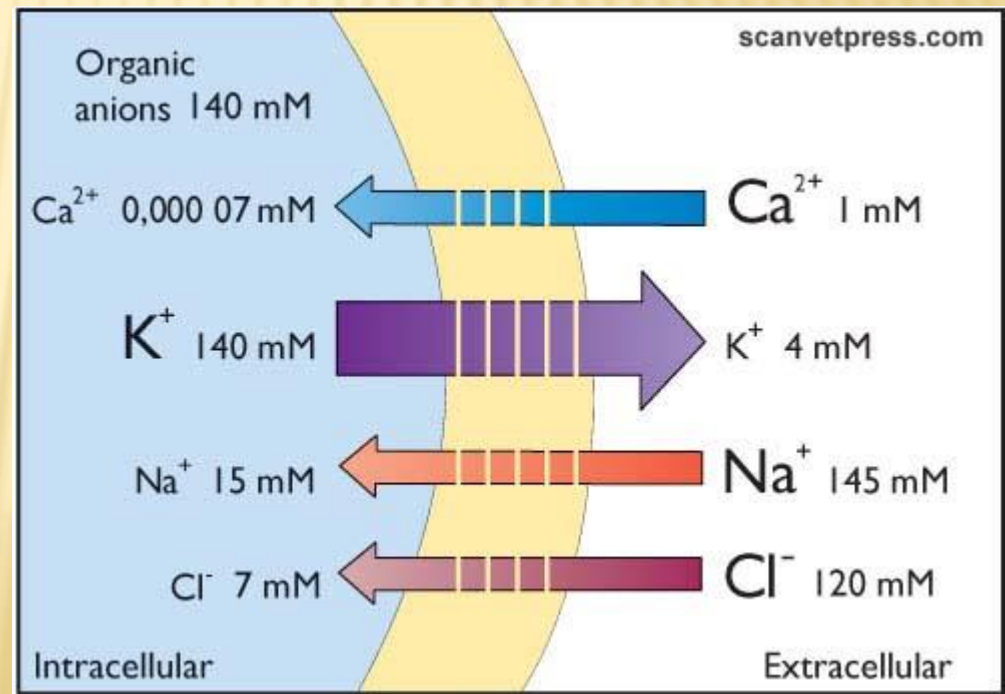
✓ Pasivni jonski kanali

*"nemaju vrata"*



✓ Kalijumov i natrijumov kanal

(potencijal mirovanja membrane, Purkinijeve ćelije srca- SA čvor)

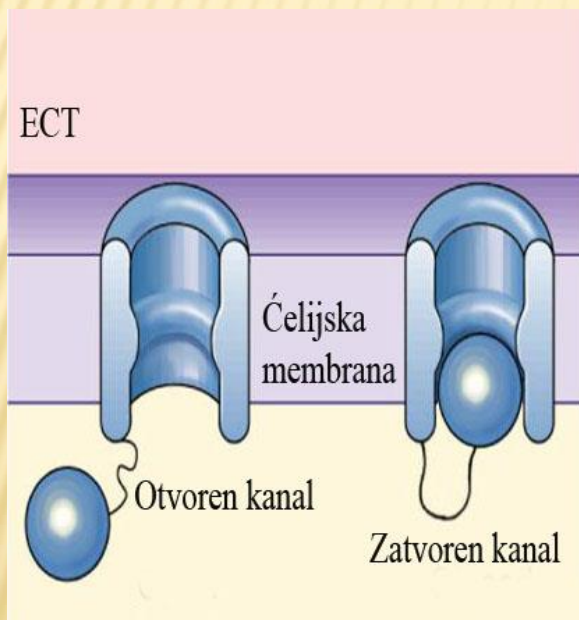


# TRANSMEMBRANSKI PROTEINI

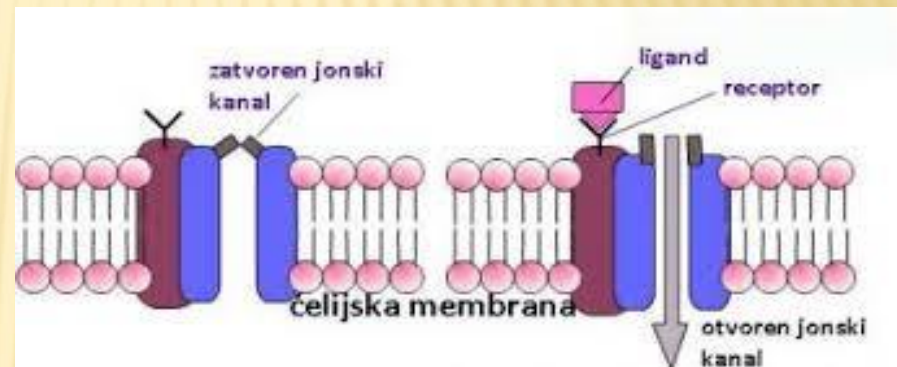
## • Kanali

✓ Aktivni jonski kanali

*"imaju vrata"*



1. Hemijski kontrolisani (ligand zavisni)



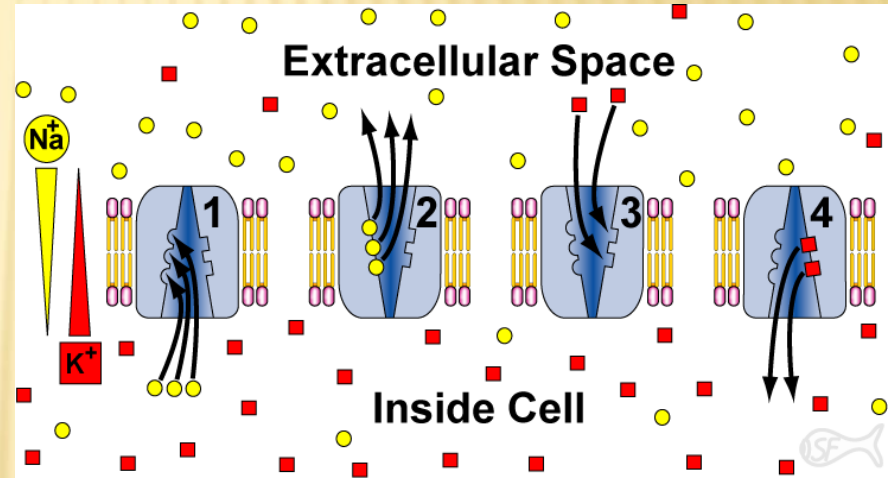
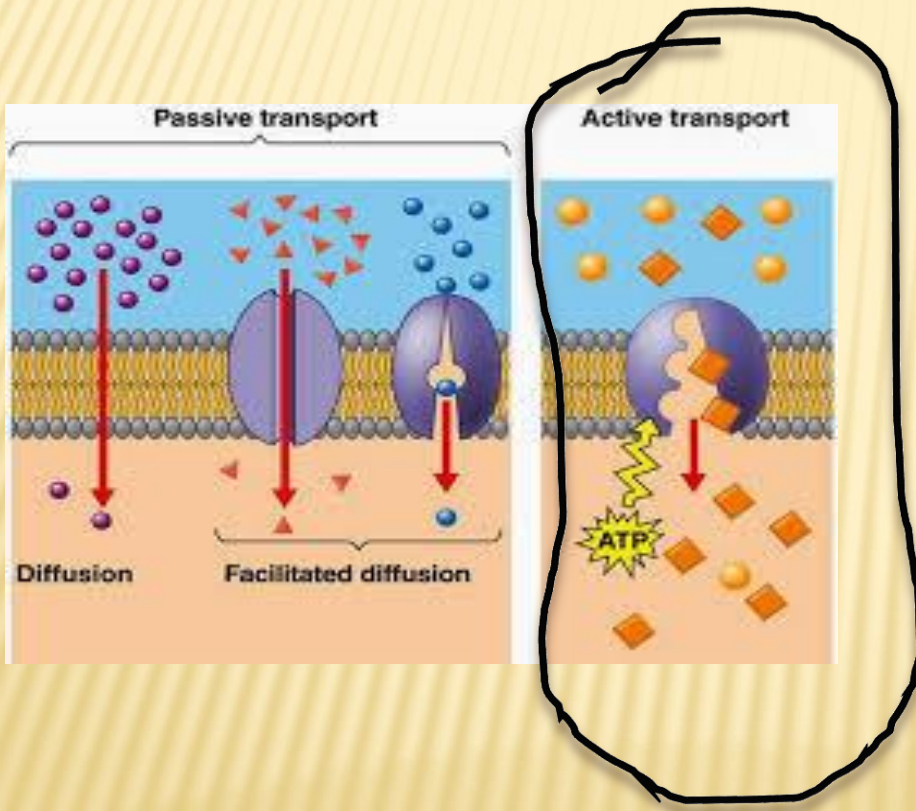
2. Potencijalom kontrolisani (voltažno zavisni)

3. Mehanički kontrolisani

# TRANSMEMBRANSKI PROTEINI

## • *Pumpe*

✓ Na/K pumpa



*Niska koncentracija*



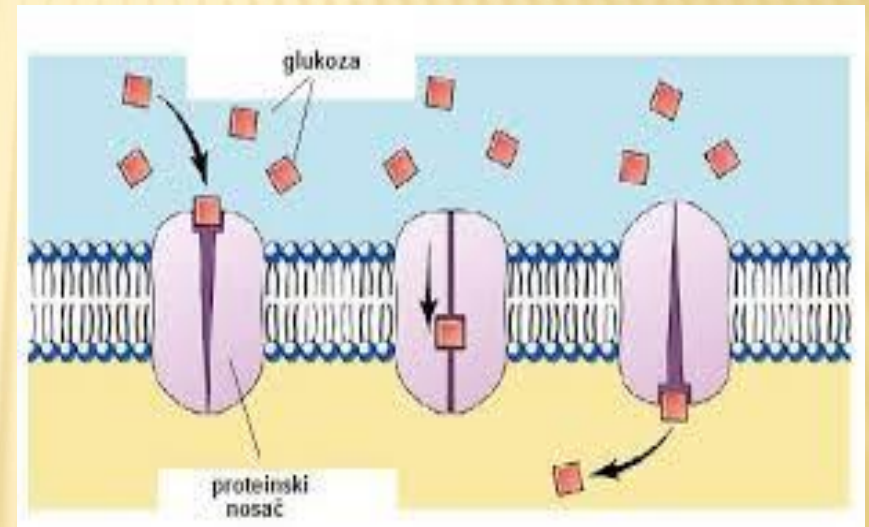
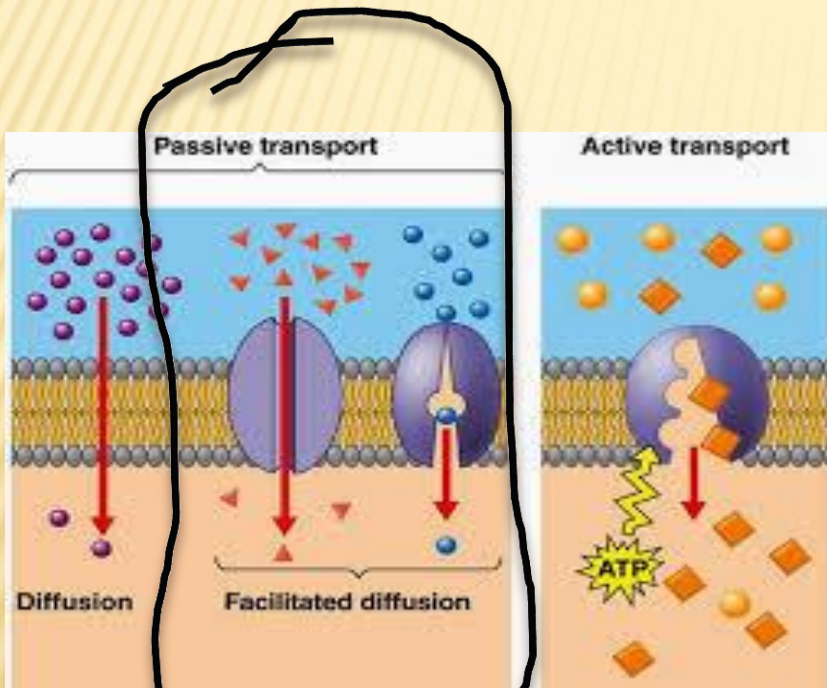
*Visoka koncentracija*

# TRANSMEMBRANSKI PROTEINI

Uniport, sinport, antiport

## • *Nosači*

Na/Ca, Na/glukoza, Na/AK, K-Na pumpa



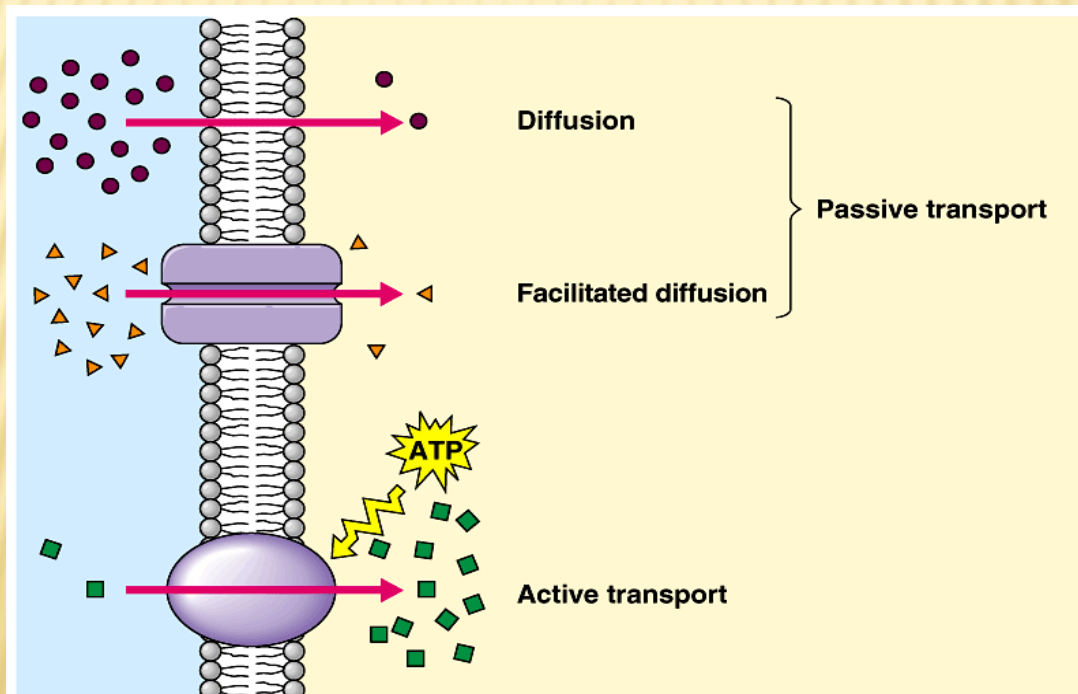
Visoka koncentracija



Niska koncentracija

# TIPOVI TRANSPORTA KROZ ĆELIJSKU MEMBRANU

- Difuzija (prosta i kroz kanale)
- Olakšana difuzija (nosači)
- Aktivan transport (pumpe)
- Sekundarni aktivan transport
- Citoze (egzocitoza, endocitoza, pinocitoza, fagocitoza)

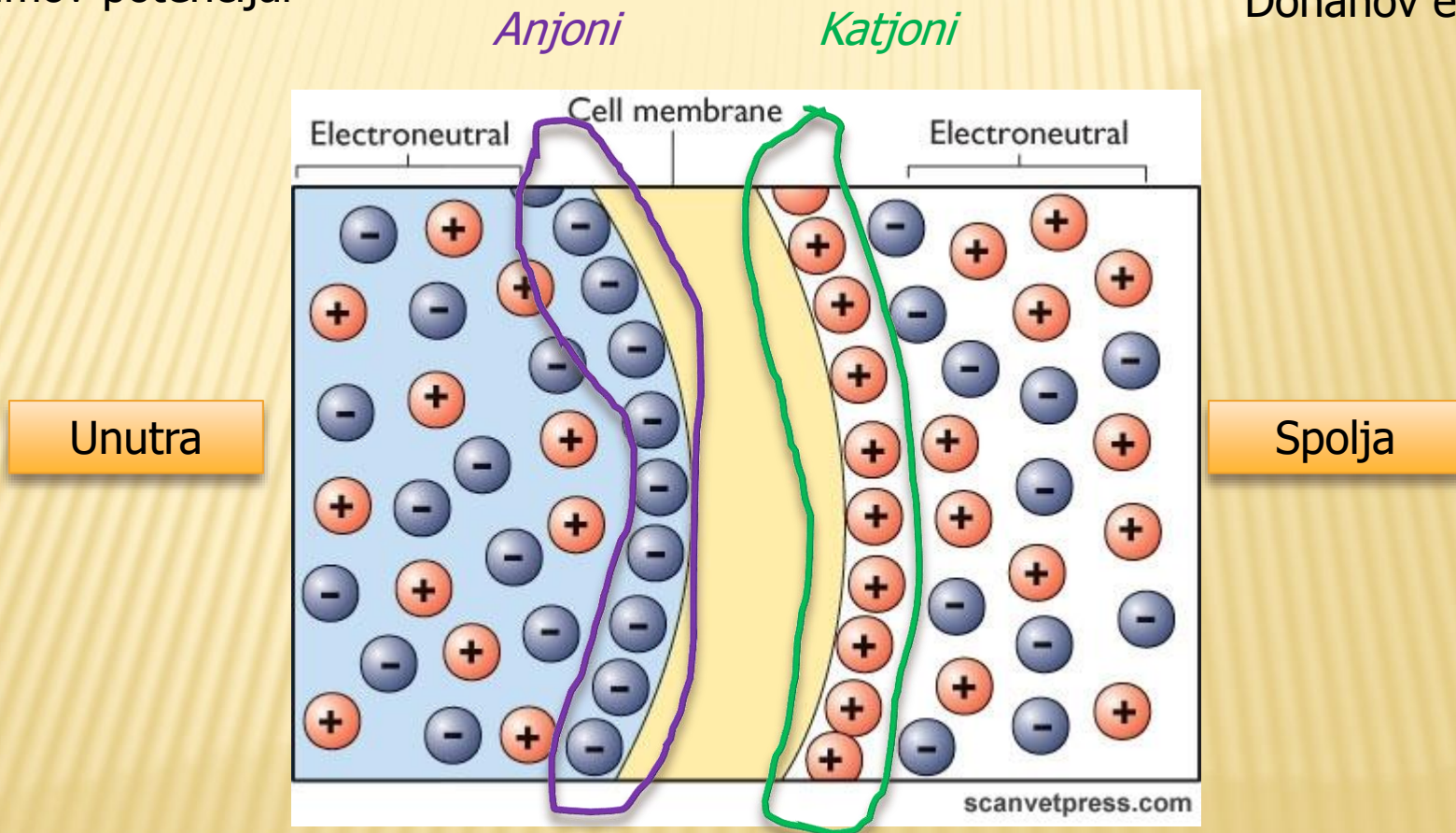


# POTENCIJAL MIROVANJA MEMBRANE

MPM -60 do -75 mV (glatke miš. ćelije, Purkinijeve ćelije srca)  
MPM -80 do -90mV (nervno vlakno)

“Kalijumov potencijal”

“Donanov efekat”

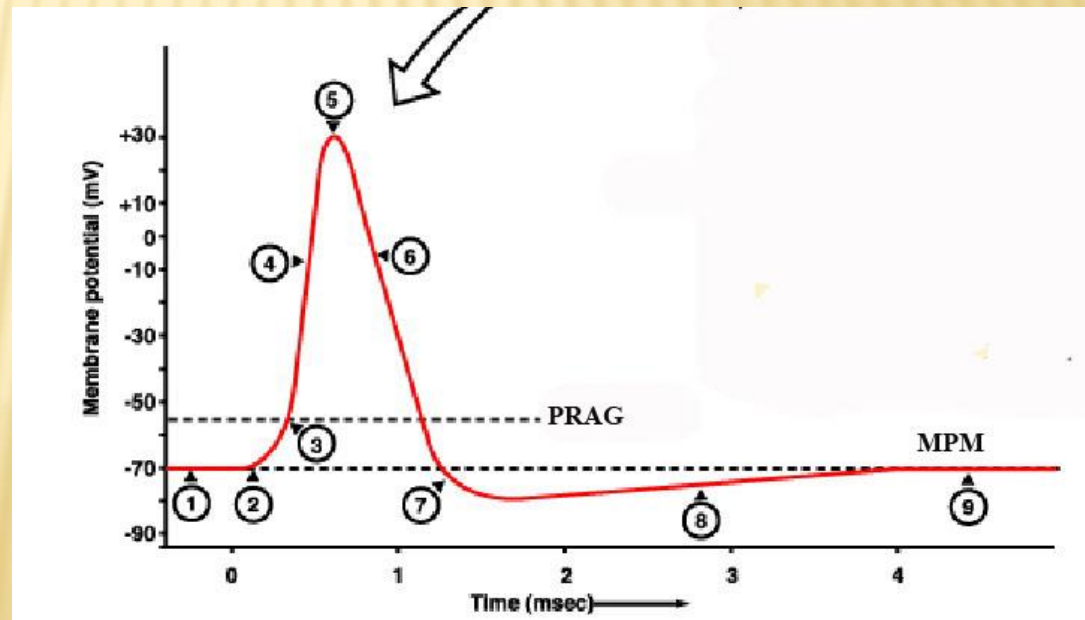


Membrana u mirovanju

# AKCIONI POTENCIJAL (AP, impuls, biostruja)

1. Membranski potencijal mirovanja membrane (MPM)
2. Stimulus koji dovodi do HIPOPOLARIZACIJE (otvara kanale za Na/Ca i ulaz Na/Ca)
3. Ulaskom Na jona dostiže se PRAG i otvaraju se voltažno zavisni kanali za Na (-55 mV)
4. Ulaze Na joni - **DEPOLARIZACIJA**
5. Zatvaraju se Na/Ca kanali a otvaraju voltažno zavisni K kanali (+15 mV)
6. Kalijum izlazi iz ćelije - **REPOLARIZACIJA**
7. Kalijum i dalje izlazi i preko MPM - HIPERPOLARIZACIJA
8. Zatvaraju se kanali za K
9. MPM

*AP ćelija srca  
vs.  
AP ćelija skeletnih  
mišića*



# ***MAKROELEMENTI***

# ***METABOLIZAM NATRIJUMA***

---

Glavni ekstracelularni katjon

140-146 mmol/L (krvna plazma)

(soli Na hlorida, Na bikarbonata, Na primarnog i sekundarnog fosfata)

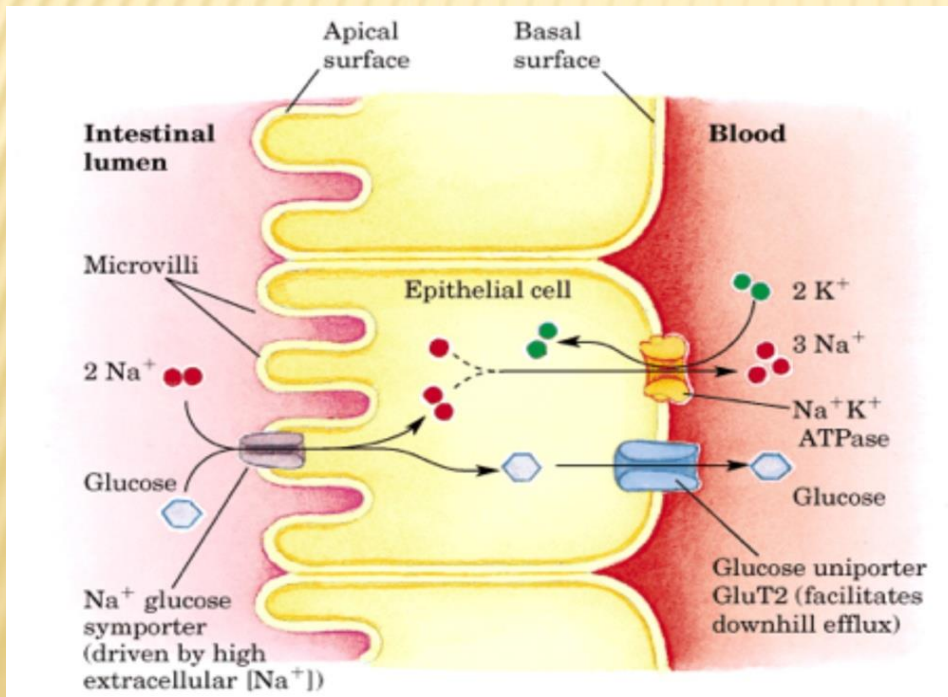
Intracelularna tečnost: 15 mmol/L

✓ Glavni depoi natrijuma: skeletni sistem i potkožno vezivno tkivo

# METABOLIZAM NATRIJUMA

- *Transport natrijuma*

- ✓ kroz membranu ćelije (kanali, nosači, pumpe)
- ✓ nakon resorpcije, u kapilarima procesom ultrafiltracije prelazi u međućelijsku tečnost



Bazalna membrana enterocita:  
✓ enzim N-K- ATPaza ispumpava Na iz enterocita

Apikalna membrana enterocita:  
✓ vezivanje Na za nosač i ubacivanje u enterocite

*Sekundarni aktivni transport (monosaharidi, AK)*

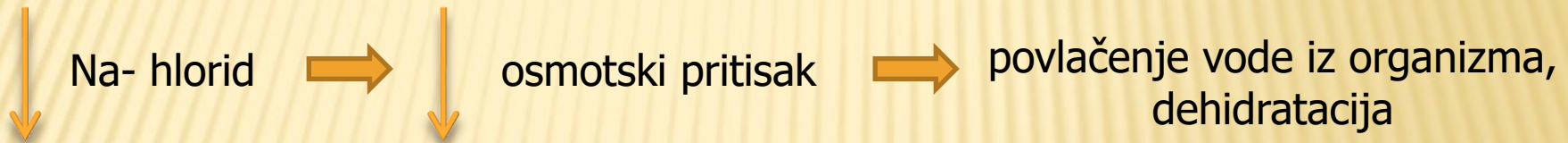
# METABOLIZAM NATRIJUMA

---

## • *Uloge natrijuma*

- Održava **izotoniju** tj. stalnost osmotske konc. i pritiska telesnih tečnosti (Na hlorid)

✓ reguliše zapreminu krvi i krvni pritisak



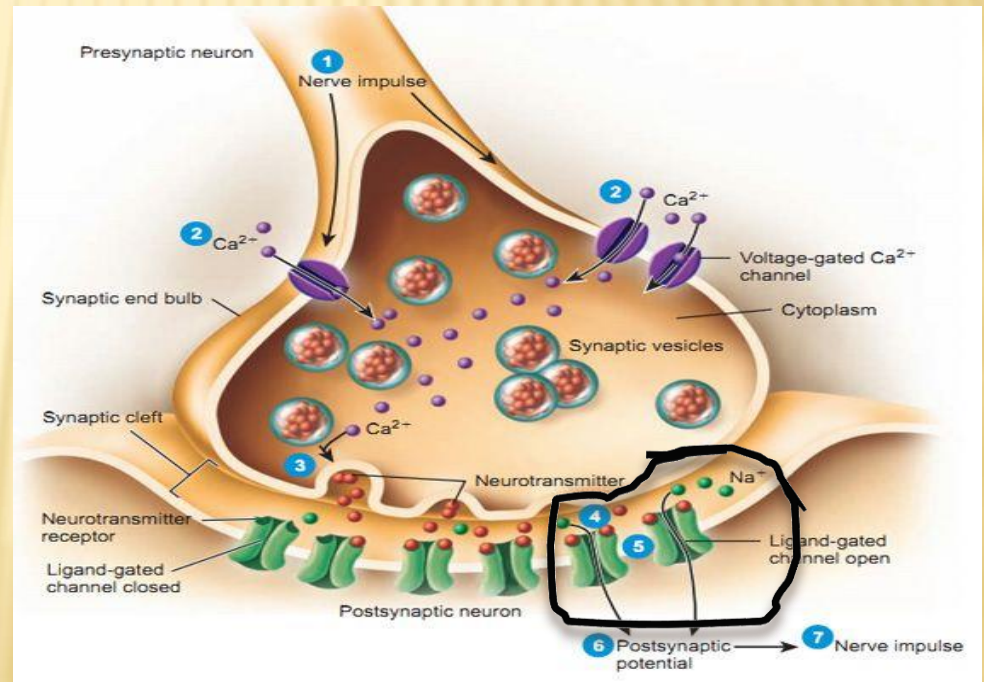
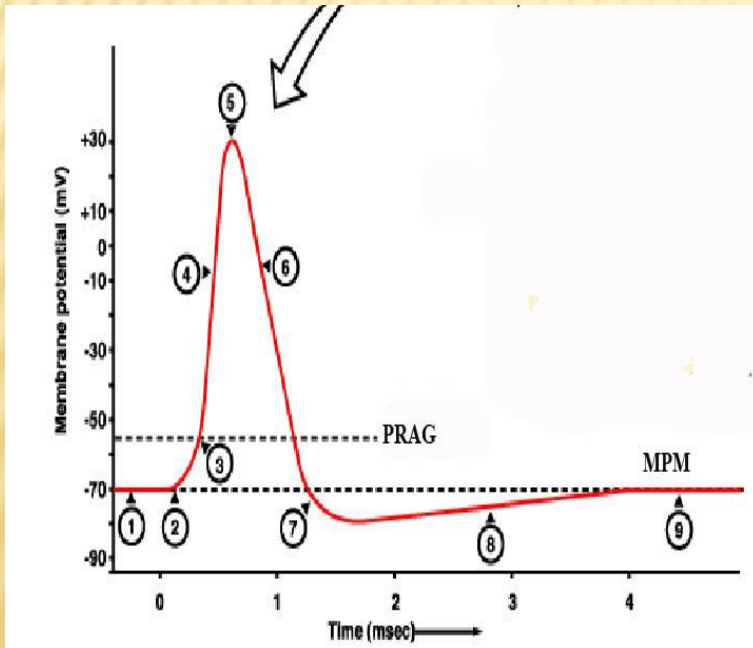
- Održava izohidriju tj. stalnost elektrohemijske reakcije u plazmi

✓ sastojak bikarbonatnog i fosfatnog pufera

# METABOLIZAM NATRIJUMA

## • Uloge natrijuma

- Nervno mišićna razdražljivost
- ✓ generisanje akcionog potencijala, depolarizacija membrane



# ***METABOLIZAM NATRIJUMA***

---

## ***• Uloge natrijuma***

- Izvor hloridnih jona za sintezu HCl u acidogenim ćelijama
- Enzimsko razlaganje glikogena u ćelijama
- Aktivni transport AK

# ***METABOLIZAM NATRIJUMA***

---

## ***• Unos natrijuma***

- Preko hrane
- ✓ biljna – nedovoljan unos
- ✓ dodavanje soli (brikete)



## ***• Gubitak natrijuma***

- Mokraćom (najviše), znojenjem, fecesom, putem mleka

# ***METABOLIZAM NATRIJUMA***

---

- *Regulacija prometa natrijuma (održavanje bilansa)*
- Kora nadbubrežne žlezde – mineralokortikosteroidi (aldosteron)
- ✓ reapsorpcija Na iz mokraće, pljuvačke, znoja, želudačnog soka

# METABOLIZAM KALIJUMA

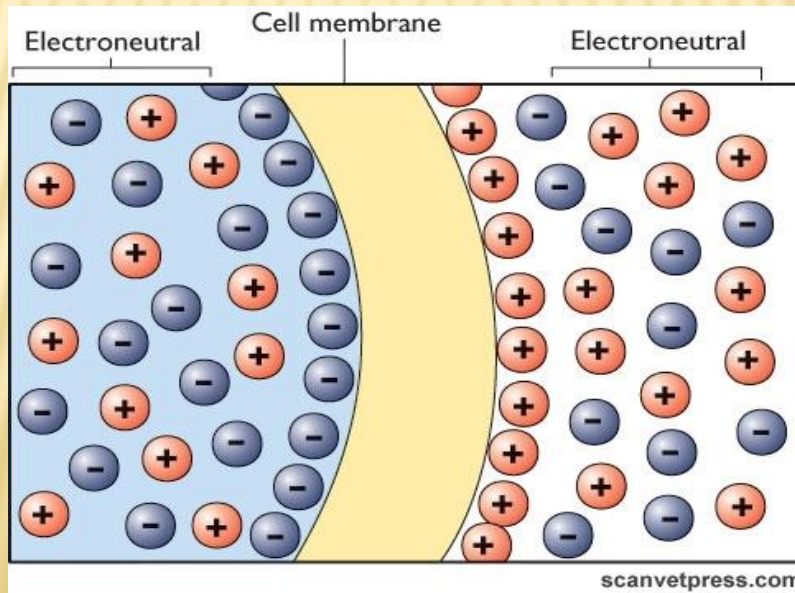
Glavni intracelularni katjon

90% ukupnog K je unutar ćelija

Ekstracelularna tečnost: 4 mmol/L

- *Uloge kalijuma*

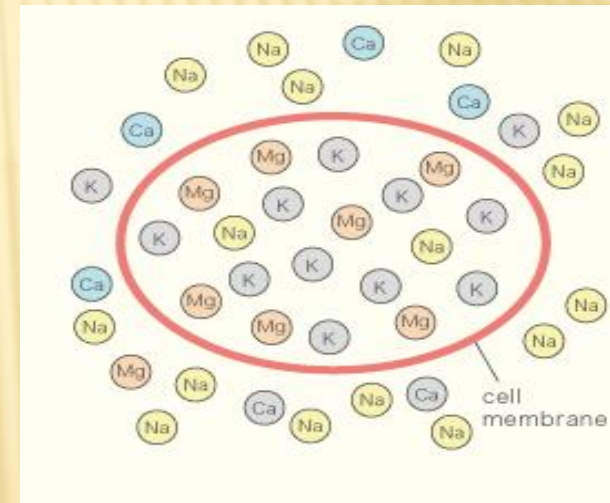
✓ Membranski potencijal mirovanja – “kalijumov potencijal”



# METABOLIZAM KALIJUMA

---

- *Uloge kalijuma*
- Održava stalnost osmotske koncentracije u ćeliji
- Održava stalnost elektrohemijske reakcije u ćeliji (bikarbonatni i fosfatni pufer)
- Aktivacija enzima (fosforilizacija glukoze, pirogroždane kiseline)



# ***METABOLIZAM KALIJUMA***

---

- *Unos kalijuma*

- Preko hrane (dovoljan unos)

- *Gubitak kalijuma*

- Mokraća, feces (uporne dijareje značajan gubitak K)

- *Regulacija prometa kalijuma (održavanje bilansa)*

- Nadbubrežne žlezde – mineralokortikosteroidi (aldosteron)

# ***METABOLIZAM KALCIJUMA***

---

Koncentracija u plazmi: 2 – 3,5 mmol/l

Tri oblika:

*Ukupni Ca = slobodni + vezani*

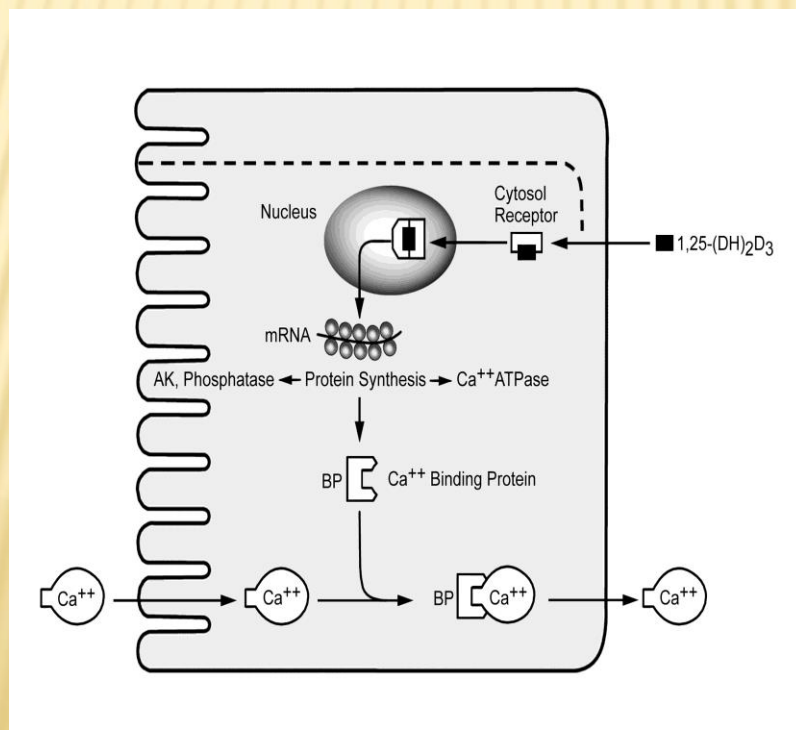
- ✓ slobodni (jonski) – 50%, slobodno prolazi kroz kapilarni zid
- ✓ vezani (za albumine) - 40%
- ✓ vezani (u obliku fosfatnih i citratnih soli)

- Depoi: koštano tkivo, zubi

# METABOLIZAM KALCIJUMA

## • *Transport kalcijuma*

- U tankom crevu resorbuje se aktivnim transportom
- Apikalni deo membrane- olakšana difuzija, uz pomoć nosača
- ✓ sintezu nosača indukuje aktivni oblik vit D- 1,25 dihidroksi holekalciferol

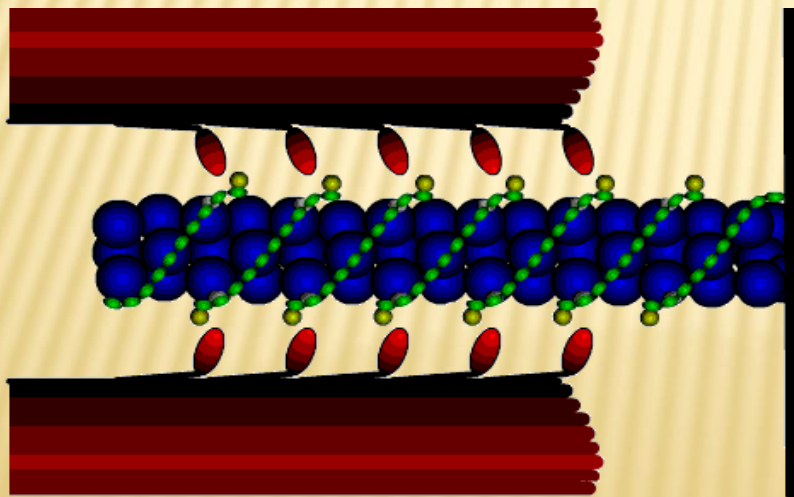


# METABOLIZAM KALCIJUMA

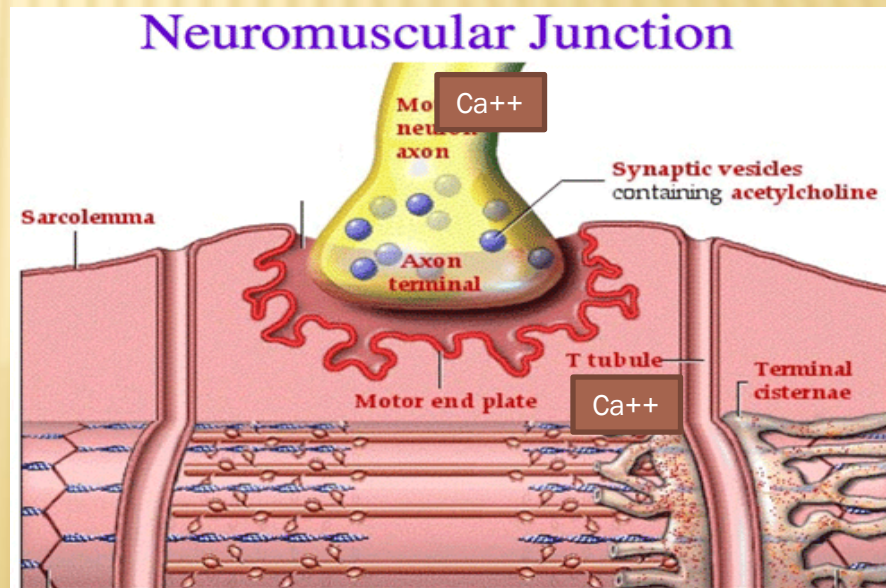
## • *Uloge kalcijuma*

- Nervno mišićna razdražljivost
- ✓ Ca reguliše ulazak Na u mišićne ćelije
- Aktivacija mehanizma kontrakcije glatkih i poprečno prugastih mišića
- Koagulacija krvi
- Daje mehaničku čvrstinu kosti

Sirenje mleka, lab ferment ?



The action potential inhibits the calcium pumps, and calcium escapes from the sarcoplasmic reticulum.



# ***METABOLIZAM KALCIJUMA***

---

## ***• Unos kalcijuma***

- Hrana (nerastvorljive soli- u želucu se prevode u rasvorljive, Ca- hlorid i Ca- fosfat)

## ***• Gubitak kalcijuma***

- Mokraćom, znojenjem, fecesom (najviše), putem mleka



*Puerperalna pareza ?*

## ***• Regulacija prometa kalcijuma (održavanje bilansa)***

- ✓ vitamin D, parathormon (povećava konc. Ca), kalcitonin (snižava konc. Ca)

# ***METABOLIZAM MAGNEZIJUMA***

---

Koncentracija u plazmi: 2 mmol/l

Zajedno sa K glavni intracelularni katjon

• *Ukupni Mg = slobodni + vezani*

✓ Slobodni (jonski) –70%

✓ Vezani (za albumine)

Depoi: skeletni sistem (62%), druga tkiva (37%), ekstraćelijska tečnost (1%)

# METABOLIZAM MAGNEZIJUMA

---

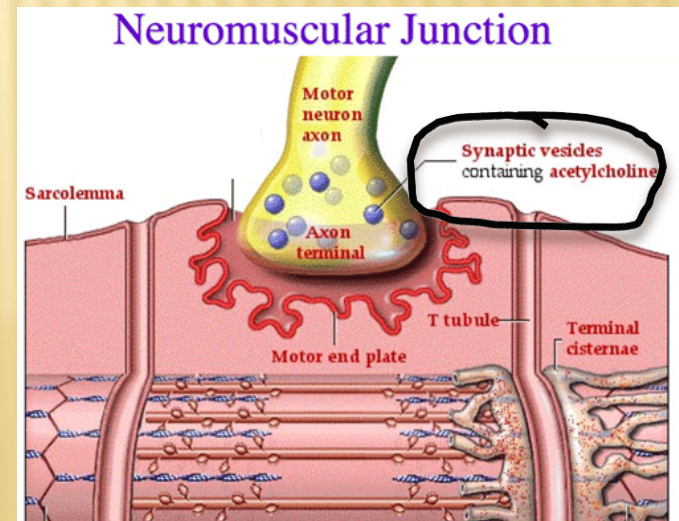
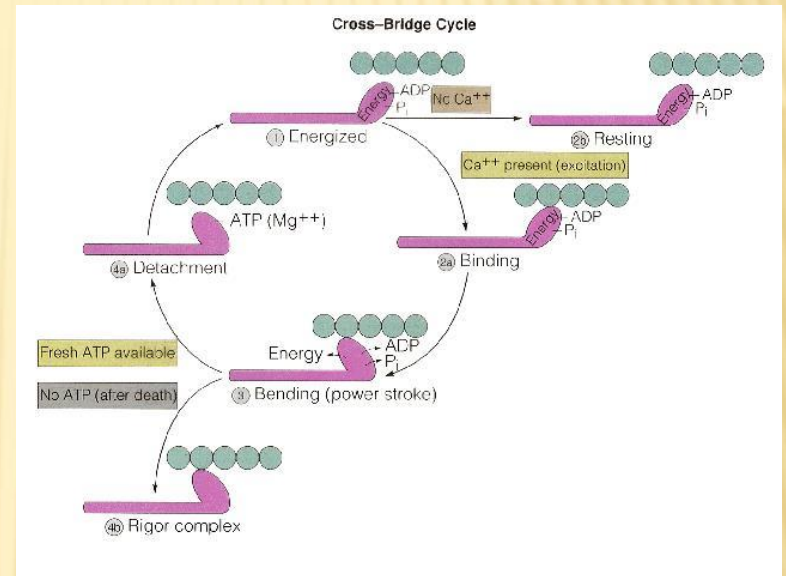
- *Transport magnezijuma*
- Resorpcija u proksimalnom delu tankog creva
- ✓ kod preživara može i u buragu (slobodni Mg)
- ✓ uticaj više faktora na resorpciju (Mg- citrat najbolje, Mg- sulfat skoro uopšte ne)
- ✓ kod mladih životinja bolja resorpcija



# METABOLIZAM MAGNEZIJUMA

## • Uloge magnezijuma

- Aktivacija mišićne kontrakcije
- ✓ stvaranje aktomiozijskog kompleksa uz učešće molekula ATP
- Aktivacija enzima holinesteraze
- ✓ regulacija acetil holina na nivou nervno mišićne sinapse
- Aktivator enzima (u prenošenju fosfata ATP, ADP...)



# ***METABOLIZAM MAGNEZIJUMA***

---

## ***• Unos magnezijuma***

- Hrana

## ***• Gubitak magnezijuma***

- Mokraćom (samo kada je u višku u krvi), fecesom, putem mleka

## ***• Regulacija prometa magnezijuma (održavanje bilansa)***

- ✓ Tireoidea – smanjena funkcija povećava konc. Mg
- ✓ Paratireoidea- parathormon se luči kod smanjene konc. Mg
- ✓ Nadbubrežne žlezde (aldosteron)- podstiče izlučivanje Mg preko mokraće

## ***METABOLIZAM BIKARBONATA***

---

- Unose se hranom, stalno se sintetišu – endogena sinteza
- Održava elektrohemijsku reakciju u plazmi (bikarbonatni pufer)
- Održava bazan pH
- ✓ pljuvačka goveda, pankreasni sok, crevni sok

# ***METABOLIZAM HLORIDA***

---

Glavni ekstracelularni anjon

Koncentracija u plazmi: 100 – 113 mmol/l

- vezan za Na (unos, resorpcija, uloga)
- Održava osmotski pritisak krvi (Na-hlorid)
- ✓ reguliše zapreminu krvi i krvni pritisak
- ✓ sinteza HCl u želucu
- ✓ aktivator enzima, ptijalin i pankreasna amilaza
- Izlučuju se mokraćom, povraćanjem i znojenjem

## ***METABOLIZAM FOSFATA***

---

- Koncentracija u plazmi 1 do 2 mmol/l
- Depo u kostima 75 %
- Održava elektrohemijsku reakciju u plazmi (fosfatni pufer)
- Čvrstina kosti zajedno sa Ca
- U sastavu jedinjenja bogatih energijom
- Nivo fosfata u krvi kontrolišu isti mehanizmi kao i za Ca

HVALA NA PAŽNJI