

An aerial photograph of a tropical island. The island is a thin, curved strip of land with a dark green forest. The ocean is a deep blue, and white waves are crashing against the shore in the foreground. A crescent moon is visible in the clear blue sky in the upper left corner. The word "V O D A" is written in white, serif, spaced-out letters across the center of the image.

V O D A

Uloga vode u organizmu

Ljudsko telo u sebi ima oko dve trećine vode.

- Voda je neophodan **nutrijent** i uključena je u sve funkcije tela
- Ona pomaže u **transportu** hranljivih materija i otpadnih produkata u ćelije i iz njih
- Neophodna je u toku procesa varenja, **apsorbacije**, za cirkulaciju i procese **izlučivanje** iz organizma
- Važna je za **rastvorljivost** vitamina koji se u njoj rastvaraju
- Igra važnu ulogu u **termoregulaciji** regulacije telesne temperature

Percent of Water in Human Body



Fetus
85%



Baby at Birth
75%



Normal Adult
60%



Elderly People
50%

Procenat vode u ljudskom organizmu zavisi od starosti i on se smanjuje sa godinama života.

Distribucija

U srednjoj životnoj dobi

muškarac 70kg : 40L (ICT 25 L, ECT 15 L)

-intersticijalno 11.5 L

-plazma 3.5 L

žena 60kg : 30L (ICT 17.5 L, ECT 12.5 L)

deca do 10god. 70-80% T.mase

Dnevne potrebe vode za piće u litrima za normalnu hidrataciju organizma

	Prosečni uslovi	Rad na visokoj temperaturi	Trudnoća i laktacija
Žene	2,2	4,5	4,8 5,5
Muškarci	2,9	4,5	-
Deca	1,0	4,5	-

RASPORED VODE U ORGANIZMU



INTRACELULARNA 2/3



**EKSTRACELULARNA
1/3**



**Intersticijska
3/4**

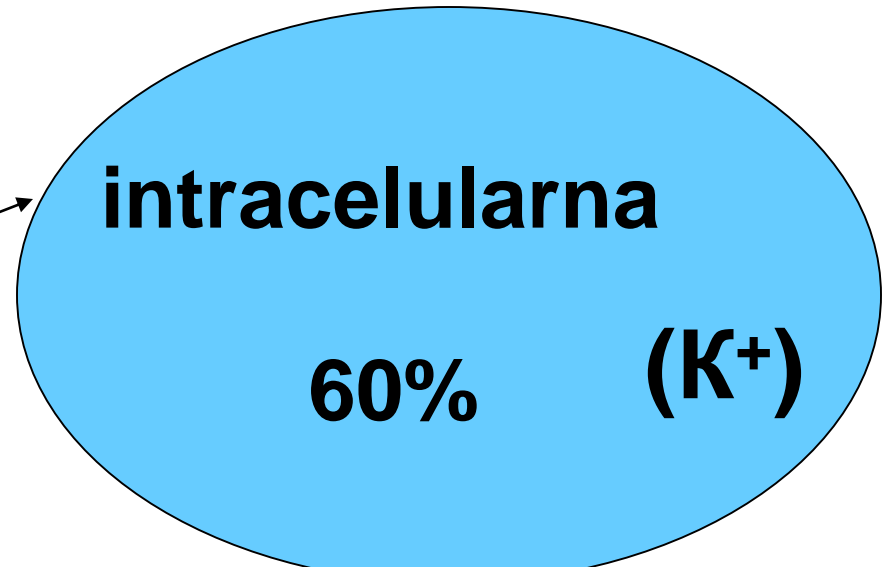


**Intravaskularna
1/4**

Odjeljci tjelesnih tečnosti

Ekstracelularna (40%)
(Na⁺)

Ćelijska
membrana



Vaskularna 7% ECT

Intersticijumaska 33%
ECT

Kapilarna membrana

Odjeljci tjelesnih tečnosti

Intra- i ekstracelularna tečnost se razlikuju

Prijema koncentraciji rastvorenih supstanci

*prije svega **elektrolita.***

Osmolalnost
(Osmolarnost)

OSMOLALNOST

količina **osmotski aktivnih čestica** / **kg** tjelesne
tečnosti

OSMOLARNOST

količina **osmotski aktivnih čestica** / **Litru** tjelesne
tečnosti

Osmolalnost

Osmolarnost (90%) **plazme** odredjuju joni

Natrijuma, hlora i bikarbonati

Osmolarnost **intraćelijske** tečnosti određuju

Kalijum, fosfati i proteini

Poremećaji osmolalnosti

Hiperosmolalnost (>300mOs/kg vode plazme)

- gubitak vode (dehidratacija)
- povećan unos hipertoničnih rastvora
- metabolički poremećaji

Hiposmolalnost (< 280mOs/kg vode)

- povećan unos vode

Količina

Količina vode je **homeostatska** vrednost

koja se održava **unosom i**

izlučivanjem

Unos vode

Obezbjeđuje

1.mehanizam žeđji*

Osmoreceptori u hipotalamusu
registruju *promjenu osmolarnosti ECT*

Baroreceptori u vaskularnim zidovima registruju
promjene RR.

**smanjen kod starijih*

Dnevne potrebe

Odrasle osobe srednje životne dobi

35- 40ml / kg TM; 2.4 L u umjerenoj, 3.4L u toploj klimi.

- hranom **800 ml**, pijenjem 1300ml,
- endogena voda **300ml**.

Djeca: **50-100ml/kg Tm**

Dnevni promet vode

Dnevni unos

- Voda za piće i različiti napitci (1.5 litar na dan)
- Voda iz hrane (0.9 litara na dan)
- Voda koja se stvara za vreme metabolizma hrane (0.6 litara na dan)

Dnevni gubitak vode

- Disanje (0.5 litera na dan)
- Znojenje i isparavanje (0.9 litara na dan na normalnoj spoljnoj temperaturi)
- urin (1.5 litara na dan)
- feces (0.1 litar na dan)

Raspored vode u organizmu

- Pljuvačka (oko 1 litar dnevno)
- Črevni sok (oko 2 do 2,5 litara dnevno)
- Žuč – oko 0.5 litara dnevno
- Pankreasni sok 0.7 litara na an
- Interstinalna skrecija oko tri litara dnevno
- Krv sadrži oko tri do četiri litara vode

7 L



ADH – glavni regulator izlučivanja vode !!!!

2. Izlučivanje vode

1. **Bubrezi: 1500ml**, lučenje vode i soli

2. **Koža: 450ml** (t^0 , vlaga, fizička aktivnost)

3. **Respiratorni sistem: 350ml**

4. **GIT-fecesom: 100-150ml**

2. Izlučivanje vode

(regulacija)

5. Hormoni

ADH ili **vasopresin** (antidiuretski hormon neurohipofize) stimuliše **reapsorpciju vode** u bubrezima

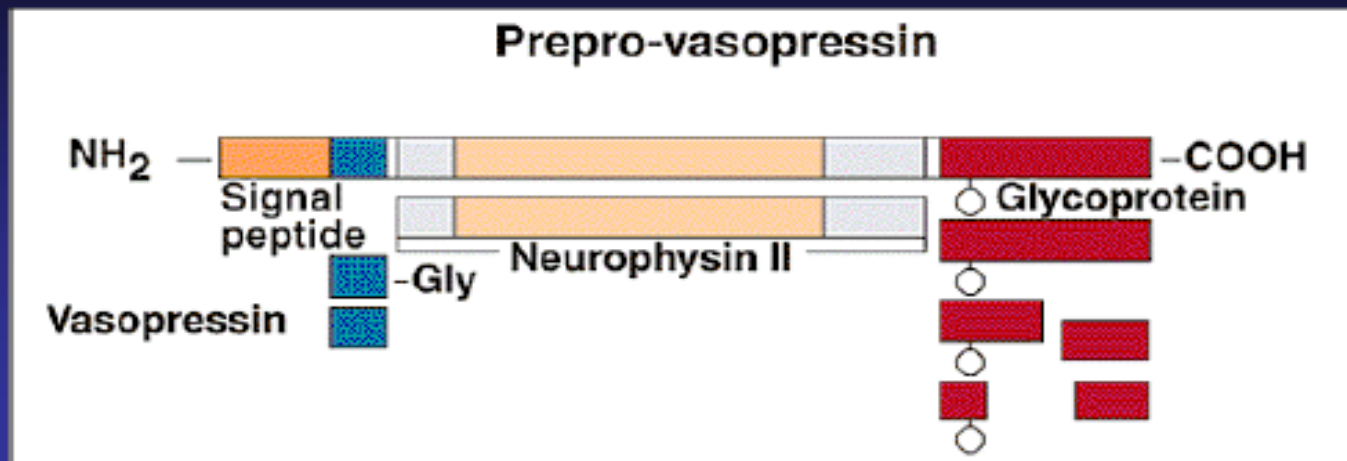
Aldosteron

Hormon kore nadbubrežne žlezde **stimuliše reapsorpciju Na** (voda osmozom prati)

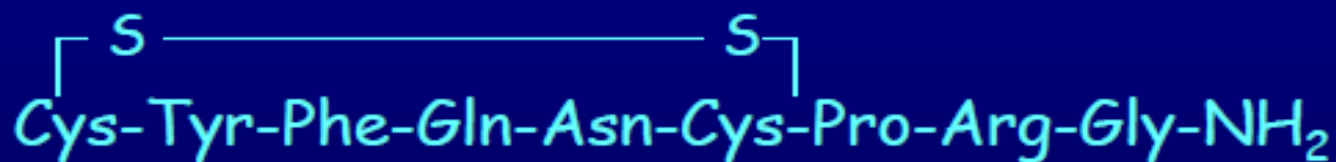
6. Lijekovi (diuretici), kafa..

***ADH** (Anti-Diurezni **H**ormon) hormon
neurohipofize,
stimuliše reapsorpciju vode u bubrezima.*

Antidiuretični hormon (arginin-vazopresin)



Peptid koji sadrži 9 AK, nastaje u supraopričkim i paraventrikularnim jedrima hipotalamusa.



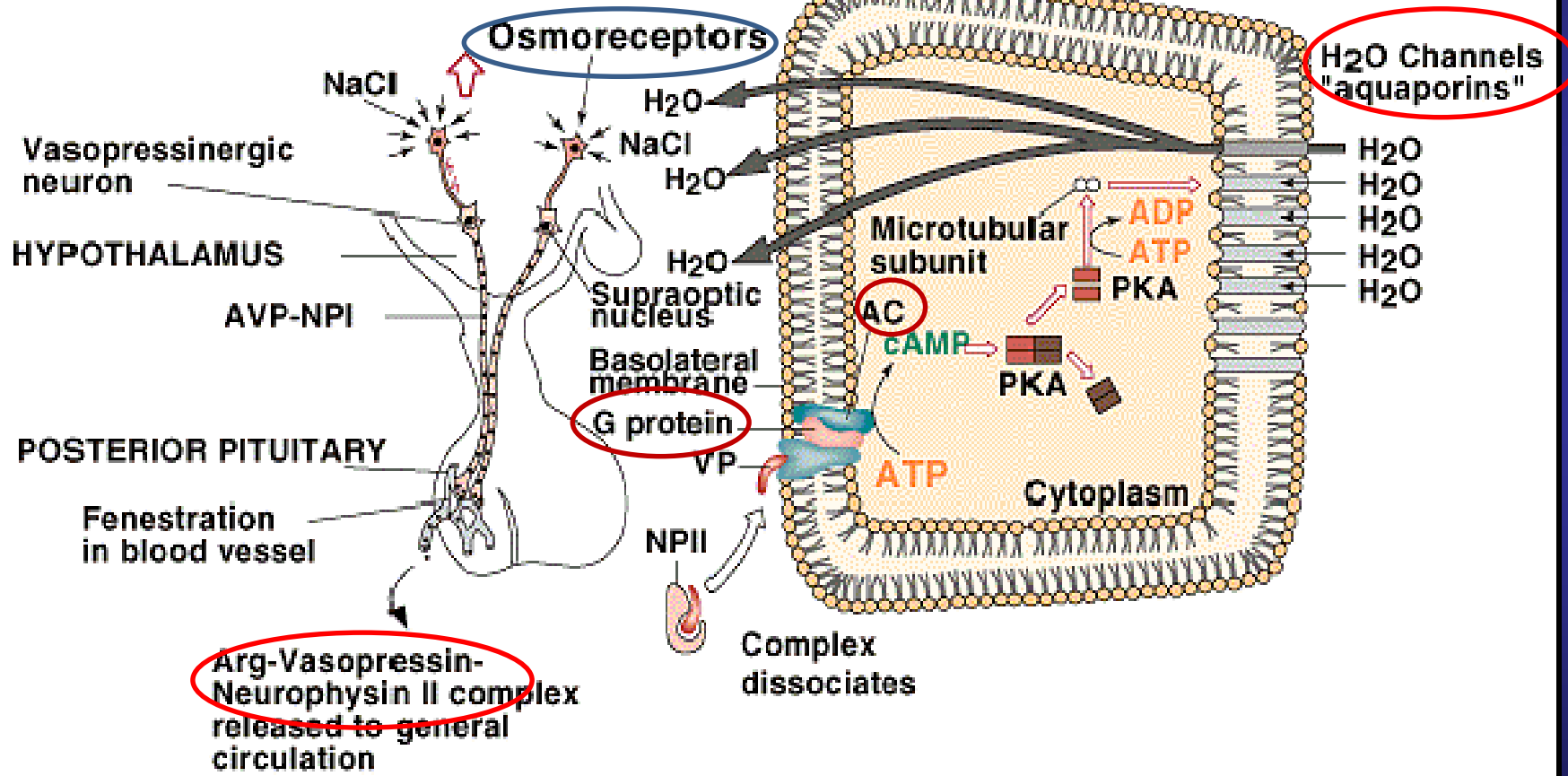
Pakuje se u sekretorne granule, i nakon 12-14h stiže do neurohipofize

Oslobađa se kao reakcija na nervni impuls Ca²⁺ zavisnom egzocitozom. U plazmi je slobodan

- **Vazopresin - antidiuretski hormon (ADH)**, povećava permeabilnost sabirnih i distalnih uvijenih tubula bubrega, omogućavajući reapsorpciju vode. Nervni impulsi koji pokreću oslobađanje ADH nastaju pod uticajem različitih stimulusa. **Povećana osmolalnost plazme** je primarni fiziološki stimulus. Promene osmolalnosti plazme se detektuju pomoću **osmoreceptora** koji se nalaze u hipotalamusu i **baroreceptora** u srcu i drugim delovima vaskularnog sistema. Osim što utiču na sekreciju ADH osmoreceptori takođe uzrokuju i pojavu osećaja žeđi.
- Postoje dva tipa receptora za ADH koji su označeni sa V1 i V2.
 - **V2 se nalaze samo na površini renalnih epitelnih ćelija**. V2 receptor je povezan sa adenilat ciklazom i **cAMP-om**. cAMP i **inhibitori fosfodiesteraze** izazivaju iste efekte kao i ADH.
 - **Ekstrarenalni receptori za ADH su V1 tipa**. Vezivanje ADH za ove receptore **aktivira fosfolipazu C** koja dovodi do stvaranja **IP3** i diacilglicerola, povećanja koncentracije intracelularnog kalcijuma i aktivacije protein kinaze C. Glavni efekat stimulacije V1 receptora je vazokonstrikcija i povećanje perifernog vaskularnog otpora (ovo delovanje je osnova za drugi naziv ovog hormona (vazopresin)).

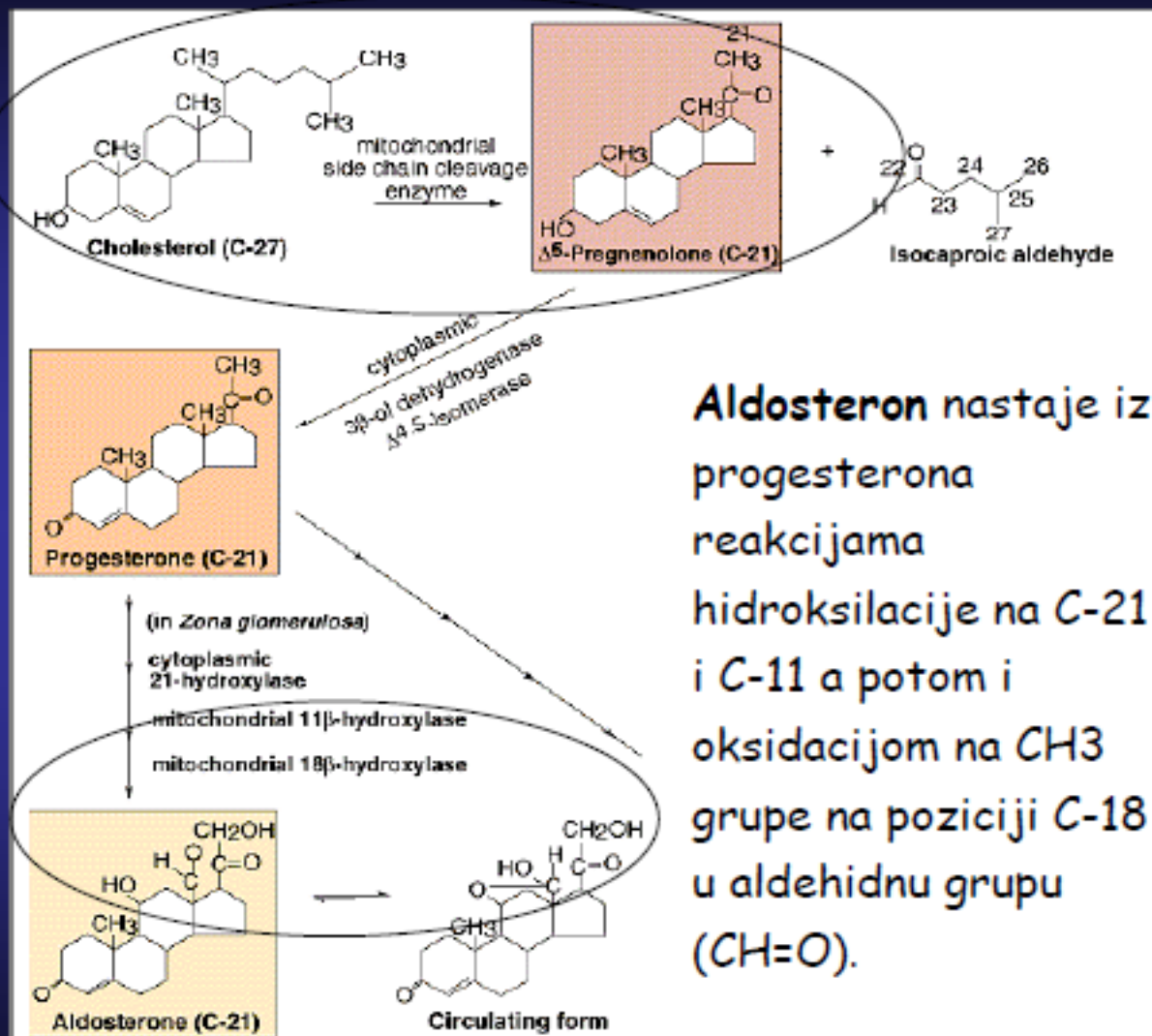
Efekat: resorpcija vode u distalnom tubulu bubrega - vezivanje za V_2 receptore, preko cAMP-a i PKA dovodi do povećane sinteze akvaporina 2, koji gradi kanale za vodu. Tako reapsorbovana voda ulazi u EĆT, a potom u cirkulaciju

KIDNEY DISTAL TUBULE CELL



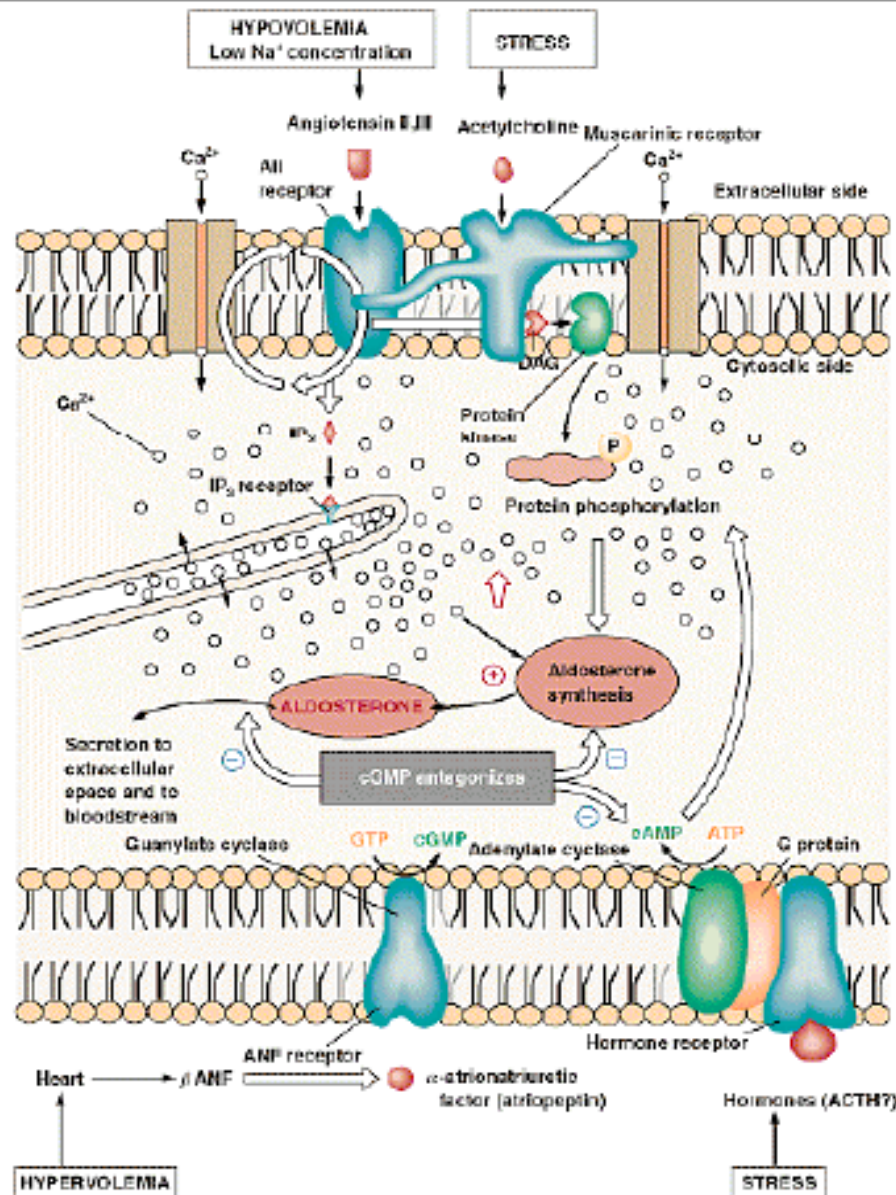
Aldosteron

Glavni stimulus
za sintezu
aldosterona
jeste
angiotenzin II



Aldosteron nastaje iz progesterona reakcijama hidroksilacije na C-21 i C-11 a potom i oksidacijom na CH₃ grupe na poziciji C-18 u alhidnu grupu (CH=O).

Aldosteron



Dejstvom aldosterona dolazi do sinteze proteina koji utiču na kretanje Na⁺, K⁺, Mg²⁺ i vode kroz membrane

Renin - angiotenzin- aldosteron sistem

Gubitak volumena vanćelijske tečnosti

Smanjeni perfuzioni pritisak aff. Arteriola (uz glomerularne kapilare)

Jukstaglomerularne ćelije- **RENIN** (enzim)

Supstrat za renin je polipeptid **ANGIOTENZINOGEN** koji nastaje u jetri

Nastaje **ANGIOTENZIN I (10AK)** koji je supstrat za angiotenzin konvertujući enzim (**ACE**) u plućima koji ga prevodi u **ANGIOTENZIN II (8AK)**.

ANGIOTENZIN II VRŠI KOREKCIJU VOLUMENA VANĆELIJSKE TEČNOSTI:

1. povećana sekrecija aldosterona (dejstvo na nivou distalnih tubula)
2. vazokonstrikcija
3. direktna resorpcija Na^+ i vode
4. Povećana aktivnost simpatikusa (oslobađanje noradrenalina-vazokostrikcija)

Hypovolemia with $[Na^+] \downarrow$
signals at *macula densa*
(also NEP at renal nerve)

Kidney
juxtaglomerular cell

Renin

DRVYIHPFHLVYS Plasma
 α_2 -globulin
(angiotensinogen)

DRVYIHPFHL Angiotensin I
(decapeptide)

Converting enzyme
(vascular epithelium, lung,
liver, adrenal cortex,
pancreas, kidney,
spleen, neurohypophysis)

HL ←
DRVYIHPF Angiotensin II
(octapeptide)
($T_{1/2} = 1$ min)

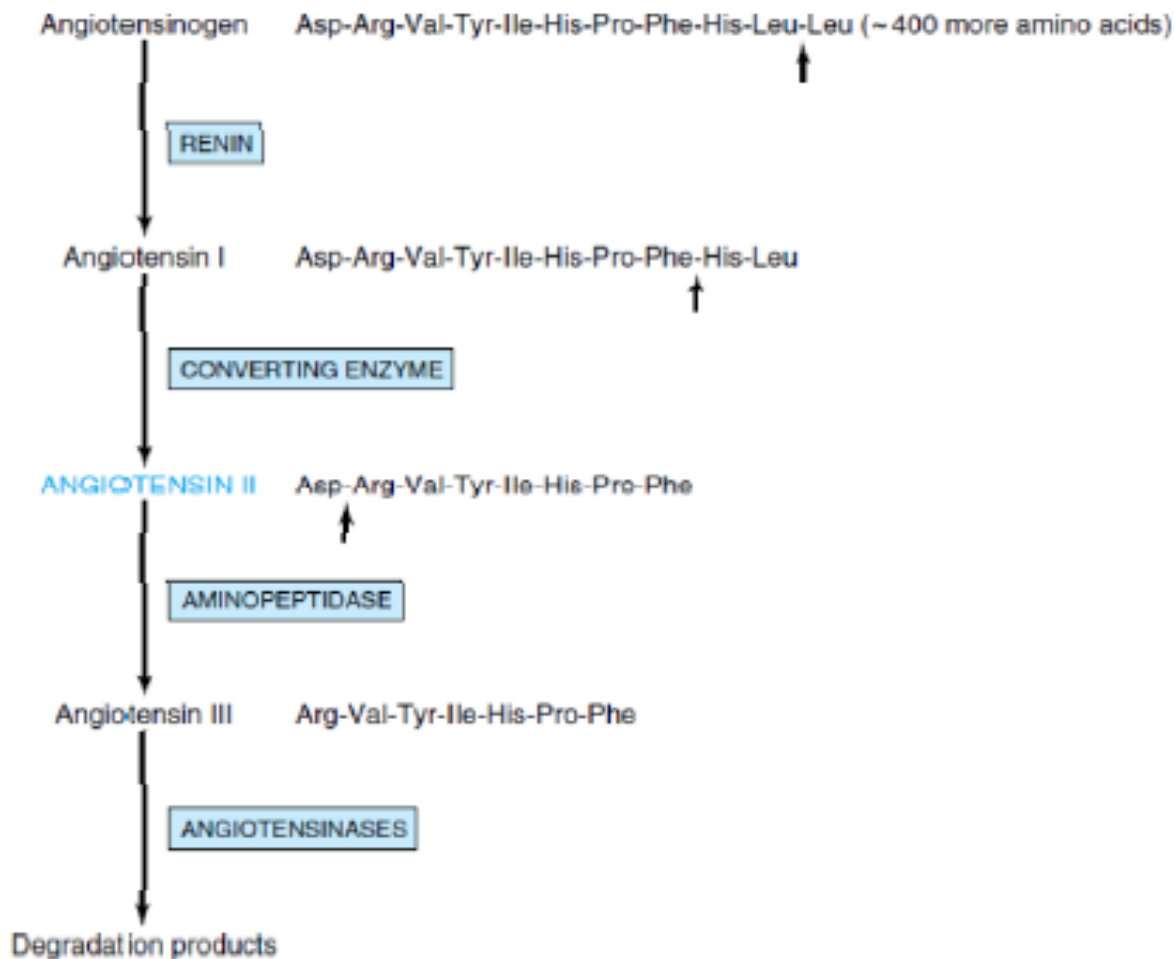
D ←
Aminopeptidase

RVYIHPF Angiotensin III
(heptapeptide)

Angiotenzin II se vezuje za receptore na membrani ćelija u zoni glomerulozi, vaskularnih glatkih mišića i dr.

Aktivacija receptora dovodi do aktivacije fofolipaze C, i nastaju DAG i IP₃, čime se aktiviraju Ca²⁺ kanali na endoplazmatskom retikulumu. DAG i Ca²⁺ aktiviraju PKC, koja fosforiliše ciljne proteine

EFEKTI: sekrecija aldosterona, vazokonstrikcija



RENIN: proteaza, visoko specifična za angiotenzinogen
Prorenin-preproenzim

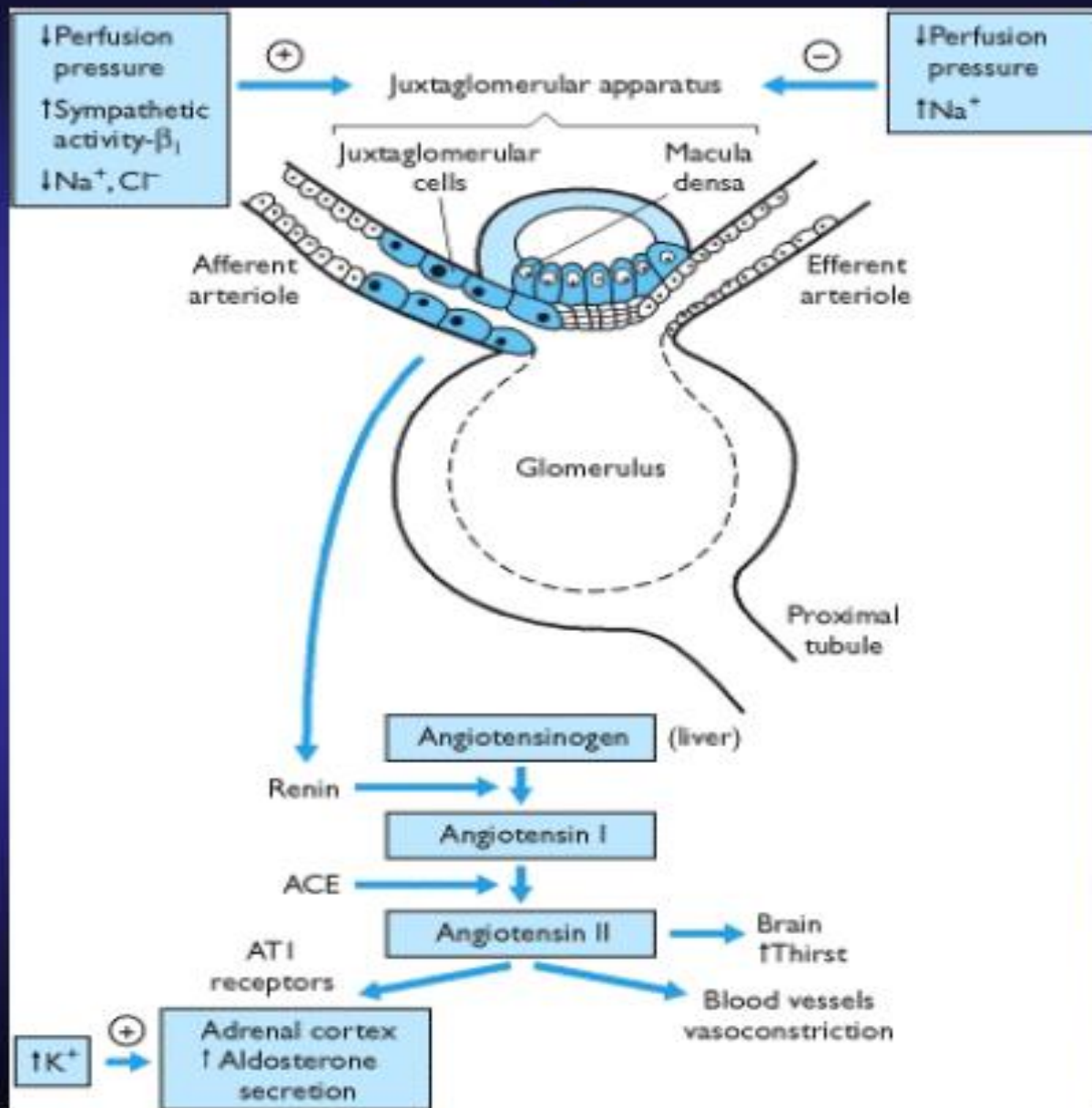
ANGIOTENZINOGEN: α_2 globulin, 14AK sa NH2 kraja sadrži sekvencu angiotenzina I

ACE: peptidaza, seče AK sa COOH kraja angiotenzina I. U višoj koncentraciji je prisutan u endotelnim ćelijama plućnih kapilara

ANGIOTENZINI: angiotenzinII se vezuje za receptore na plazma membrani glomeruloznih ćelija, korteksa nadbubrega, glatkih mišićnih ćelija kapilara

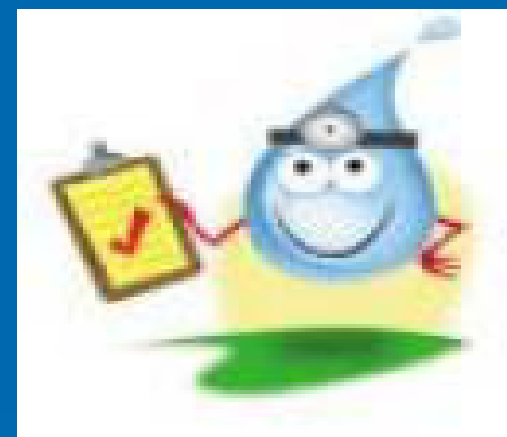
aktivacija- preko G proteina i fosfolipaze C- PIP2

Kontrola sekrecija aldosterona



Klasični simptomi gubitka vode iz organizma su:

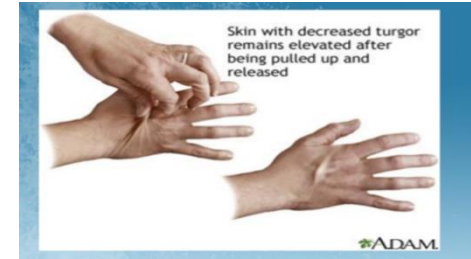
- ✚ Glavobolja
- ✚ Smanjenje koncentracije
- ✚ Umor
- ✚ Povećan rizik od nastanka infekcije bubrega
- ✚ Konstipacija



Poremećaj u metabolizmu vode

- **DEHIDRATACIJA**

- *Zbog poremećaja unošenja vode*
- *Zbog poremećaja u izlučivanju vode – PITUITARNI I NEFROGENI diabetes insipidus.*



- TIPOVI DEHIDRATACIJE

1. **Hipernatrijemijska (hiperosmolarna) – gubitak vode veći od gubitka Na** (*pojačano znojenje, dijabetes, diuretici*)
2. **Normonatrijemijska (normoosmolarna) – isti gubitak vode i Na** (*infuzija hipotoničnim rastvorom*)
3. **Hiponatrijemijska (hipoosmolarna) – gubitak vode manji od gubitka Na** (*bolesti bubrega i insuficijencija nadbubrega – aldosterona*)

- **HIPERHIDRATACIJA**

- **Intoksikacija vodom**

- **Smanjeno izlučivanje vode**

1. **povećanje ADH - poremećaji CNS i tumori**

2. **Povećani ulazak vode i Na u IST – EDEM,**

zbog:

- **Hipoproteinemije**

- **Povećane propustljivosti kapilara**

- **Začepljenja limfotoka**

- **Patoloških stanja pojedinih organa (bubrezi, jetra, srce, nadubreg)**



Elektroliti

Najvažniji elektroliti

Katjoni (el.pozitivni): Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}

Anjoni (el.negativni) : Cl^- , HCO_3^-

Elektroliti

Ekstracelularno

Plazma

Katjoni: **Na⁺** **142**mmol/l (138-146), ostali **11**mmol/l

Anjoni: **Cl⁻** **103**mmol/l (98-110), **HCO₃** **27**mmol/l,
proteini **16**mmol/l

Intersticijum

*Ultrafiltrat plazme bez pl.proteina (u nekim tkivima
ima proteina matriksa)*

Elektroliti

Intracelularno

K⁺

fosfati -

proteini (+ i -)

Uloge pojedinih jona

- **Natrijum** 55mmol/kg

1. glavni ekstracelularni jon koji
obezbedjuje **90% osmolalnosti** ECT

2. zajedno sa HCO_3 učestvuje u održavanju
normalne **pH vrednosti**

3. vitalni značaj zbog učešća u **akcionom
potencijalu**

- kalijum

1. Odredjuje i kontroliše m. *membranski* potencijal-
ekscitabilnost tkiva

U organizmu **ukupno 45mmol / kg** uglavnom
intracelularno

Koncentracija **u plazmi 4-5 mmol / L**

- magnezijum

Intracelularni jon, medijator mnogih **enzimskih reakcija**

0.8 - 1.2 mmol/l, **75% je u jonskom**, a 25% ugradjeno u proteine

- Proteini

intracelularno

intravaskularno

u intersticijskom matriksu

Održavanje konstantnosti tjelesnih tečnosti

Količina vode i elektrolita se održava
mehanizmom *negativne povratne sprege*

uz učešće hipotalamusa, neurohipofize i
bubrega

ZAŠTO JE VAŽNA KONSTANTNOST VODE I
ELEKTROLITA ? (HOMEOSTAZA)

Sastav i zapremina ćelija

Ćelije svoj sastav (neelektrolitni i elektrolitni) i zapreminu održavaju neprekidnim **utroškom energije** stvorene u aerobnim i anaerobnom kataboličkim procesima

Normalno funkcionisanje ćelija

zavisi od *konstantnog*

1. elektrolitnog,

2. neelektrolitnog sastava

i

3. zapremine ekstracelularne tečnosti

(unutrašnje sredine)

Regulacija prometa vode, Na⁺ i K⁺

Regulacija prometa vode, Na⁺ i K⁺

Sastav i zapremina ekstraćelijske tečnosti se

održava regulacijom prometa

vode, natrijuma i kalijuma

Regulacija prometa vode

Promet vode regulišu bubrezi

- a) Voda osmozom prati reapsorbovane elektrolite
- b) pod dejstvom antidiureznog (**ADH**, vasopresin) *voda se reapsorbuje* tako da je **osmolarnost urina četiri puta veća od plazme**.

*Draž za lučenje ADH je **hiperosmolarnost ekstracelularne tečnosti***

Promet natrijuma

Na⁺ se gubi putem znoja, stolice i urina

Bubrezi* regulišu promet natrijuma

sistemom renin – angiotenzin - aldosteron

Draž za uključenje ovog sistema je smanjenje
efektivne zapremine ekstraćelijske tečnosti;
bubrezi zadržavaju natrijum.

**osmoreceptori m.densae*

Promet kalijuma

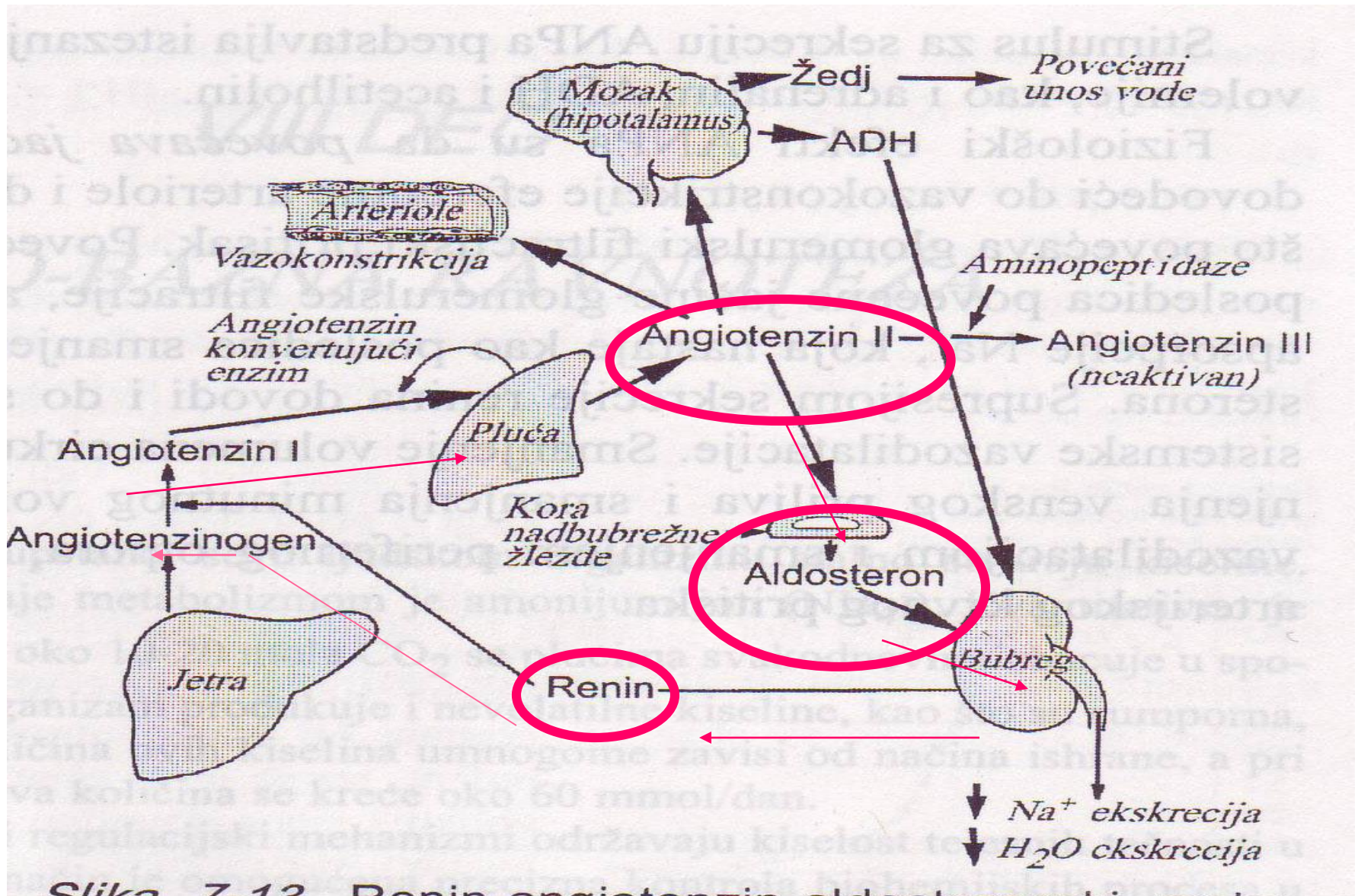
Regulacija prometa kalijuma

je vezana za regulaciju

*prometa **Natrijuma** i*

*prometa **jona vodonika***

Renin – angiotenzin - aldosteron



Slika 7-13 Renin-angiotenzin-aldosteronski sistem

Limfa i limfotok

Osim **viška tečnosti** (2-4l) i **štetnih materija** sadrži i **proteine iz regija** gde postoji za njih propustljivost

Aferentnim limfnim sudovima se odvodi do **limfnog čvora** gde se **filtrira-čisti od štetnih materija**

Eferentnim limfnim sudovima se odvodi iz **limfnog čvora** u cirkulaciju preko **venskog sistema**

CST*- Likvor (150ml)

Stvara se u moždanim komorama (95% u lateralnim)

filtracijom

aktivnim transportom

olakšanom difuzijom

Koncentracija Na^+ , kao u plazmi, Cl^- 15% viša, K^+
40% niža nego u plazmi

Glukoze $2/3$ koncentracije u plazmi

**Cerebro - Spinalna Tečnost*

Očna vodica (3ml)

Ispunjava **prednju i zadnju komoru oka i održava intraokularni pritisak (12 - 20mmHg)**

Prozirna (nema proteina) obezbedjuje dobar indeks prelamanja svetlosti

Preko Šlemovog kanala se drenira **u krvotok**

