

HOMEOSZTÁZIS

HOMEOSZTÁZIS

- Külső környezet – közvetlen kapcsolat
- Belső környezet
 - Többsejtű szervezetek
 - Nedv és vérkeringés
 - Extracelluláris folyadék: intersticiális folyadék, vérplazma
 - Egyensúlyi állapot – folyamatosan változik, mégis állandó
- Homeosztázis: A belső környezet állandósága

HOMEOSZTÁZIS - SZABÁLYOZÁS

- „Ideális érték”
- „Set point” - beállítási érték
- „Hibajel” (eltérés az ideális értéktől)
- Szabályozási mechanizmus (homeosztatikus válaszreakció)
- „Túlkompenzáció”
- Kóros érték
 - A hibajel túl nagy, a válasz extrém
 - A homeosztatikus mechanizmus károsodott
 - A kompenzáció túl sok időt igényel

A HOMEOSZTÁZIS ÖSSZETEVŐI

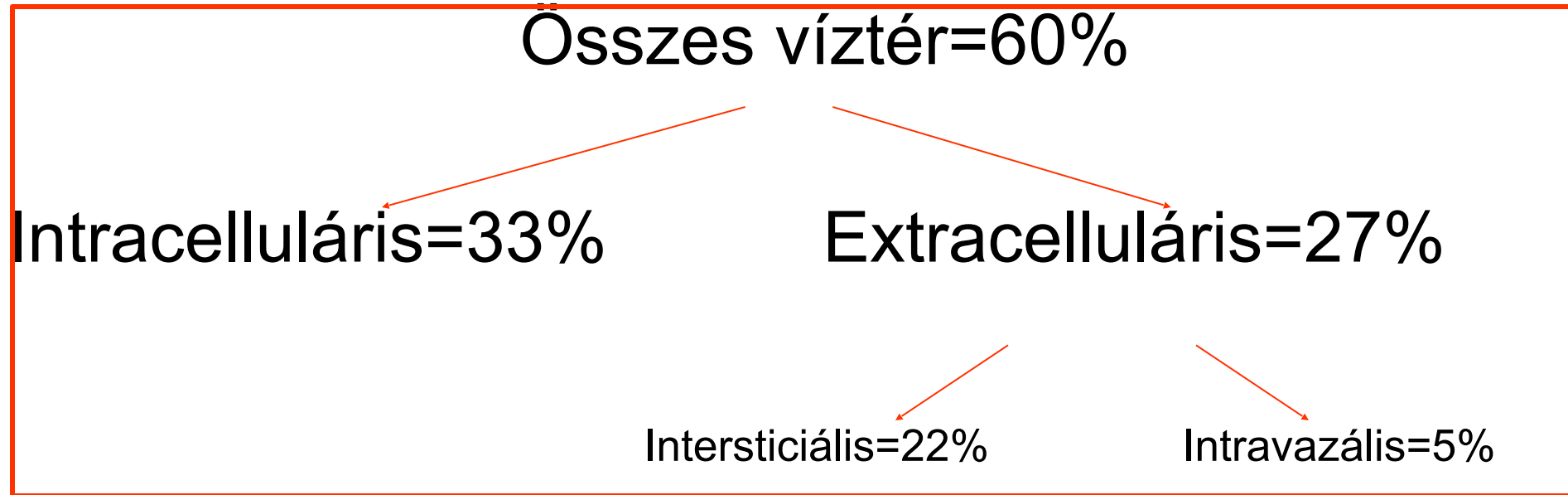
- Izovolémia
- Izozmózis
- Izoionia
- Izohidria
- Izotermia

Valamint az ezeket
szabályozó rendszerek...

IZOVOLÉMIA

A vízterek állandósága

A szervezet átlagos víztartalma ~ 60%. (fehérje 18%, zsír 15% szervesen sók 7%)
(DE! Csecsemőké ~ 75%, aggastyánoké ~ 50%)



- A felnőtt női szervezet víztartalma alacsonyabb, zsírtartalma magasabb mint a férfié
- Ha a zsírtartalom nő, a relatív víztartalom csökken

Szomjazás, folyadékvesztés

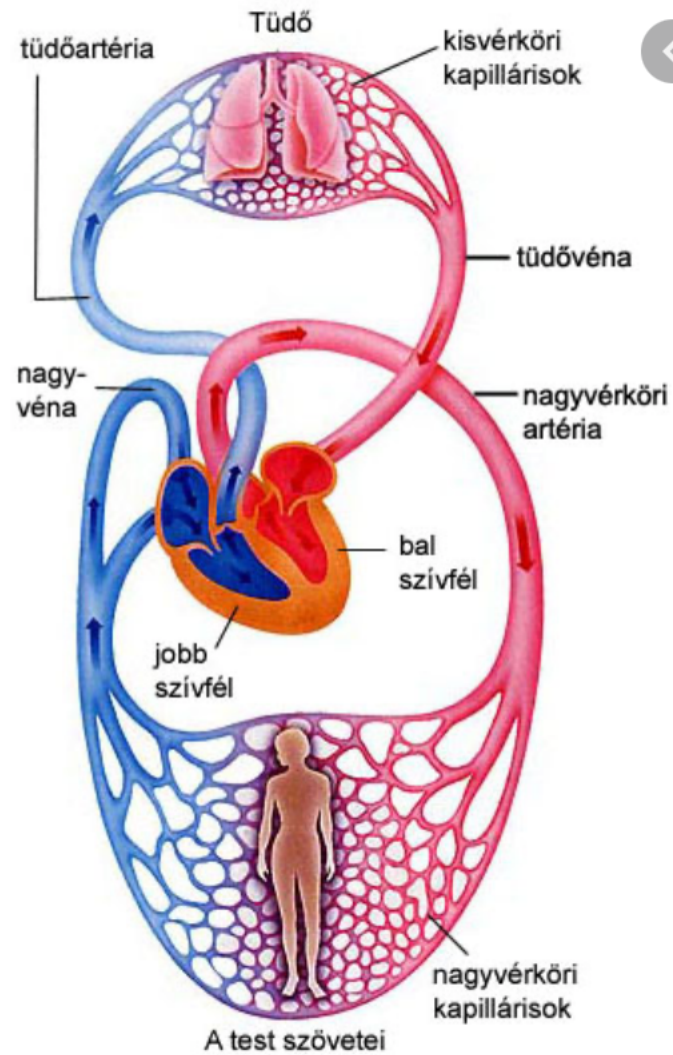
- 1. **HIPOVOLÉMIA** (csökken a vértérfogat, ebből van a legkevesebb: intravazális: 5%)
- 2. Minden szabályozási mechanizmus arra irányul, hogy ezt helyreállítsa, ha nem sikerül: intersticiális folyadékból nyeri: 22%

DEHIDRÁCIÓ

- 3. Ha az intracelluláris is lecsökken:
EXIKÓZIS (kiszáradás)

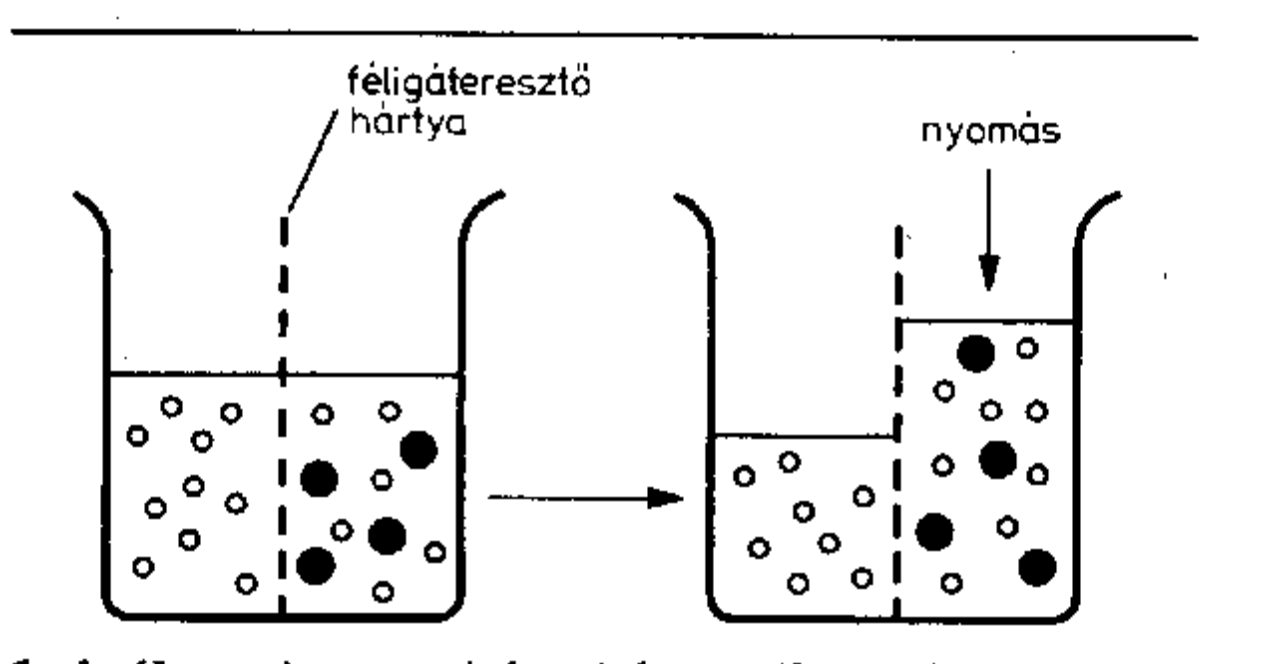
Vízterhelés

- 1. **HIPERVOLÉMIA** (vértérfogat nő)
- 2. Ha a vese nem tudja feldolgozni, vagy a kapilláris hálózat nem megfelelő:
hidrosztatikai nyomás az érfalra nő,
fokozódik a filtráció: szövetközi térbe kerül
- Nem tud visszaszívódni (abszorbeálódni) a szövetközi térből: **ÖDÉMA**



OZMÓZIS

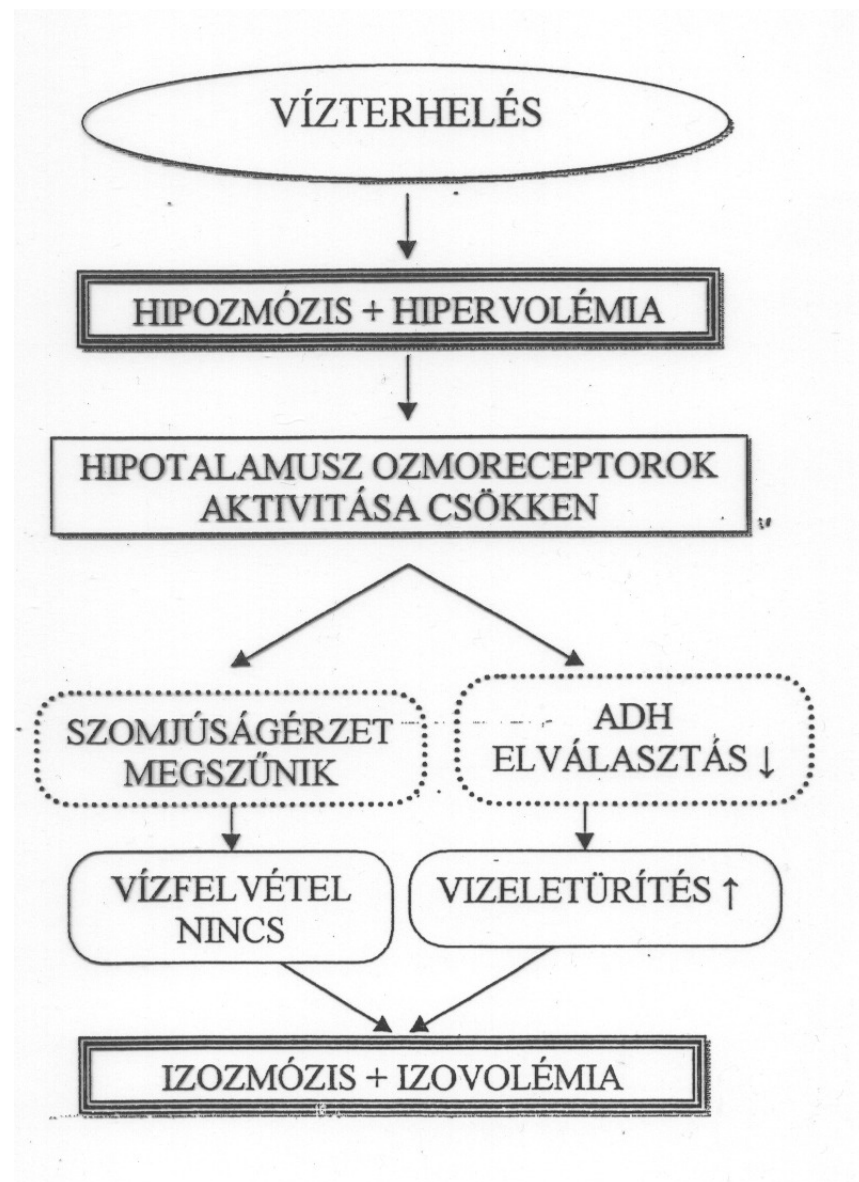
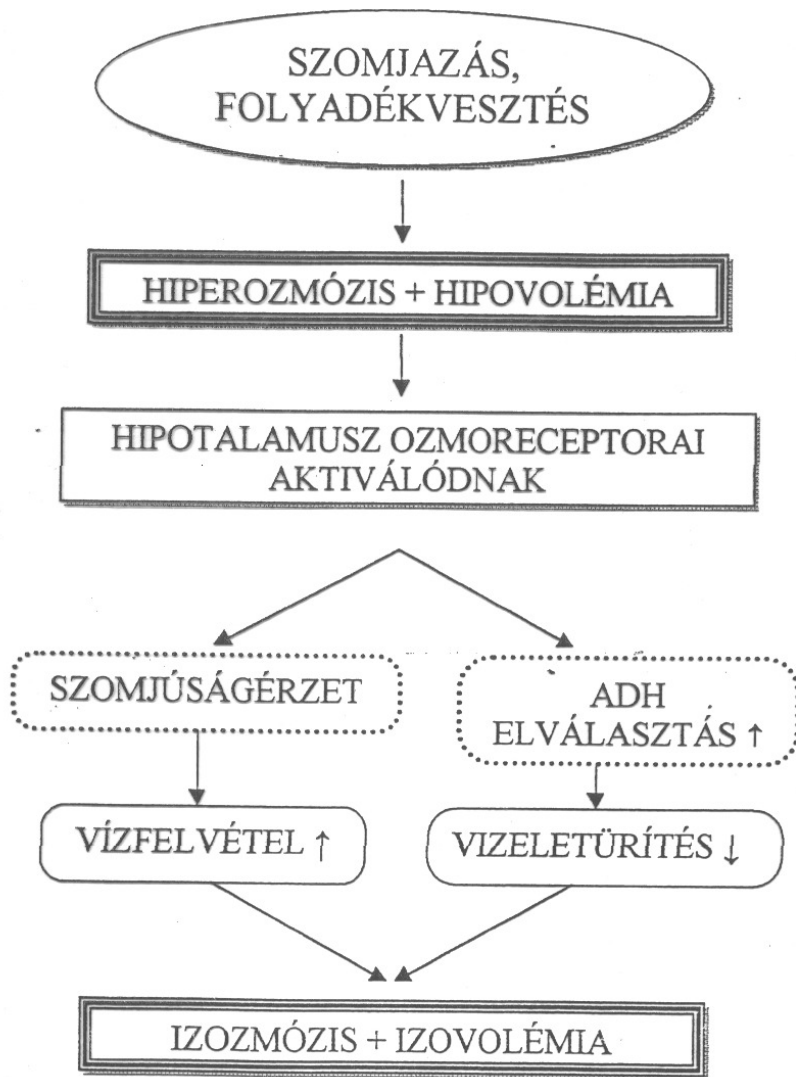
- Ozmózis: az oldószer molekulák diffúziója a töményebb oldat irányába, egy az oldott anyag számára átjárhatatlan membránon keresztül.



IZOZMÓZIS = ozmotikus koncentráció állandósága

- Szabályozás
 - Vízfelvétellel: ivás, tápanyagok víztartalma, oxidációs víz (~350 ml)
 - Vízleadás: vizeletürítés (~1,5 l), párologtatás (akár 500 ml), kilégzéssel (~350 ml), emésztőnedvekkel (ezek nagy része visszaszívódik)
 - $\text{Vízfelvétel} > \text{szükséglet} = \text{több vizelet ürítése}$
 - $\text{Vízvesztés} > \text{vízfelvétel} = \text{szomjazás}$
 - Kóros körülmények között azonnali kiegyenlítődés kezdődik a folyadékterek között

IZOZMÓZIS



Folyadék szükséglet

- Felvétel
 - Ivóvíz: 1500 ml
 - Táplálék: 800 ml
 - Égés: 300 ml
 - Összesen: 2600 ml
- Leadás
 - Vizelet: 1500 ml
 - Izzadás: 600 ml
 - Párolgás: 300 ml
 - Légzés: 200 ml
 - Összesen: 2600

IZOIONIA

- A teljes szervezet vonatkozásában jelent ionegyensúlyt
 - Ionösszetétel szempontjából jelentős a különbség az EC és az IC tér között:
 - Az ionok általában a vízzel együtt vándorolnak
 - Transzportfolyamatok

IC tér mmol/l	Ion	EC tér mmol/l
15	Na^+	140-145
150	K^+	4-4,5
változó	Ca^{++}	2,2
3	Cl^-	105-110
10	HCO_3^-	28
65	fehérje	17 _(plazma) 4 _(IS)
100	Anorg. P	2

Sav-bázis egyensúly szabályozása

- 1. Gyors szabályozás: légzőközpont (MOZGÁS!!!)

Ha a H^+ ion koncentráció nő a gyomorban, percenkénti légzésszám fokozódik, több CO_2 -t lélegzünk ki, acidózis csökken

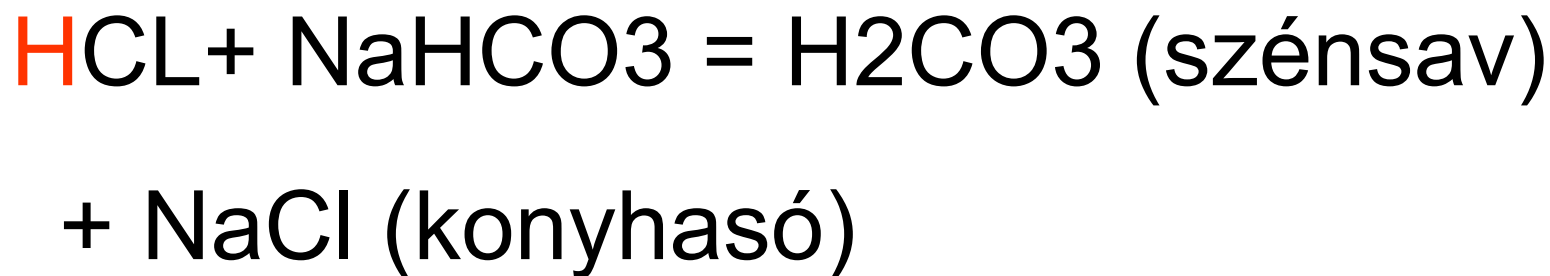
- 2. Lassú szabályozás : Vese

Vesetubulosok teljes hosszában zajló H^+ ion kiválasztás. Kiválasztott vizelet pH-ja 7,35 alá megy: acidózis, 7,45 fölé megy: alkalózis (lakmuspapír)

- 3. Folyamatos szabályozás: pufferrendszerek

IZOHIDRIA =sav-bázis egyensúly

- A hidrogénion koncentráció állandóságát jelenti
- Hidrogénion koncentráció csökken: pH nő (lúgosodik) **Az emberben vegyes táplálkozás esetén 60-70 H⁺ ion többlet keletkezik naponta.**
 - IC tér pH-ja 6,8 (oka: gyakoriak a savas anyagcseretermékek)
 - EC tér pH-ja 7,35-7,45 (artériás véré is)
 - Puffer rendszerek: gyenge savak erős bázisokkal képzett sói
 - Szénsav/bikarbonát rendszer: $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$
 - Foszfát: $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
 - Fehérjék: svasan disszociálnak (H^+ + fehérje anion⁻)
 - Ammónium ion/ammónia: $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3\text{L}$



Sav-bázis egyensúly

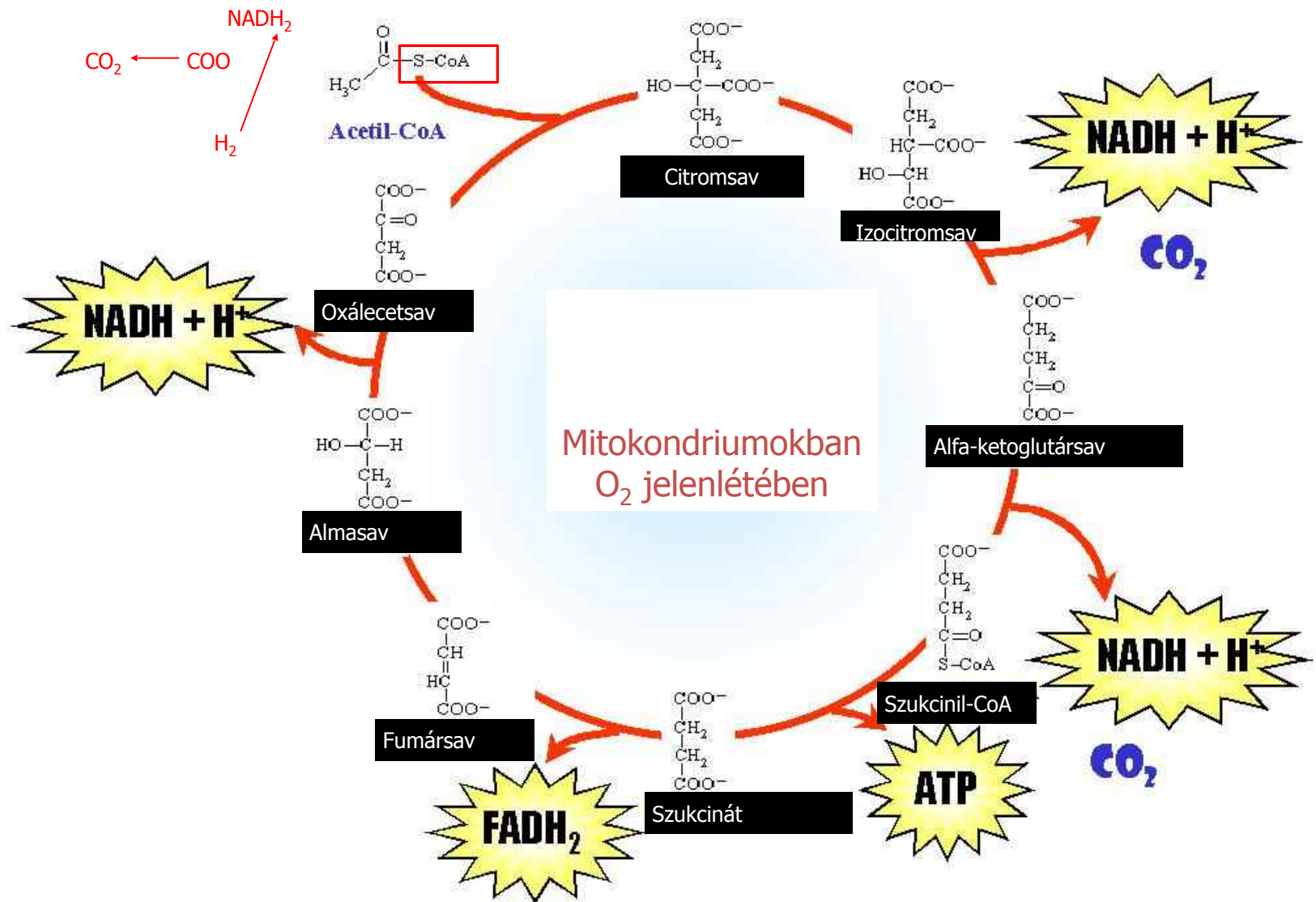


A szervezetben az anyagcsere folyamán protonképző (H^+) és protonfelhasználó folyamatok működnek egymás mellett:

Protonképző (H^+ ion többletet előidéző): glükózoxidáció, zsírsavoxidáció, anyagcsere folyamatok

Protonfelhasználó folyamatok: Gyomorsósav képződése, puffer rendszerek, ketontest felhasználás

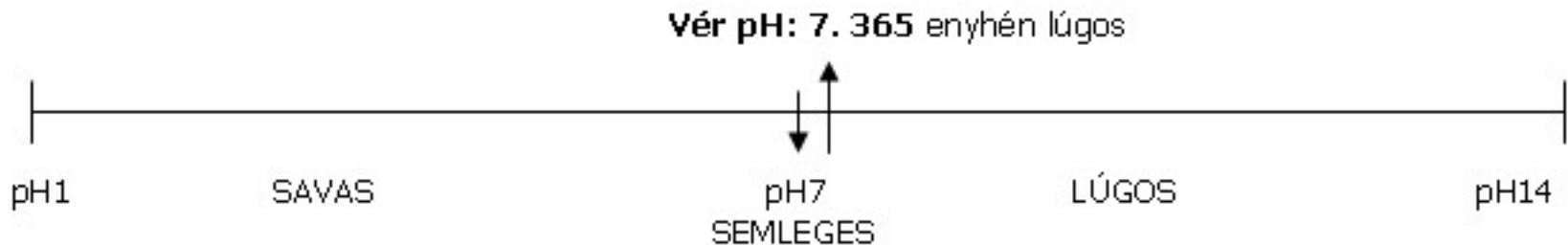
Citrát-kör



Vegyes táplálkozás esetén 60-70 mmol H⁺ többlet keletkezik naponta!

Élettel összeegyeztethetetlen, ha a pH megváltozik: biokémiai folyamatokat katalizáló enzimek működése pH függő!

Testfolyadék	pH
Nyál	6.0-7.0
Pancreas-nedv	8.0-8.3
Epe	7.8
Vékonybélsekrétum	7.5-8.0
Gyomornedv	1.0-3.0
Vizelet	4.5-8.0



PUFFERRENDSZEREK I.

1.) Szénsav - hidrogénkarbonát $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{NaHCO}_3$

erős sav $\longrightarrow$ $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl}$ Egy H^+ sikerült megkötni!

gyenge sav + só

erős lúg $\longrightarrow$ $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Egy OH^- sikerült megkötni!

gyenge bázis + víz

(Henderson – Hasselbach)

Pufferkapacitás:

$$\text{pH} = \text{pk} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$



pk=disszociációs állandó = 6,1

$$[\text{HCO}_3^-] = 26 \text{ mmol/l}$$

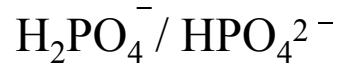
$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = 1,3 \text{ mmol/l}$$

$$\text{pH} = 6,1 + \lg \frac{26}{1,3} = 6,1 + \lg 20 = 6,1 + 1,3 = \underline{\underline{7,4}}$$

Vérben, vese
proximális
tubulusaiban

PUFFERRENDSZEREK II.

2.) Foszfát puffer



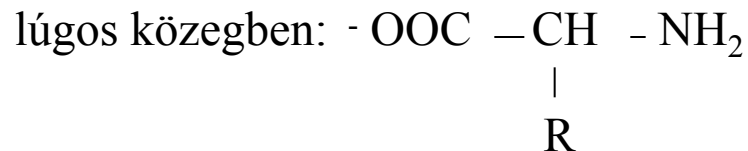
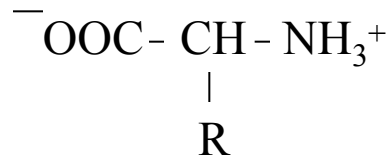
primer — szekunder



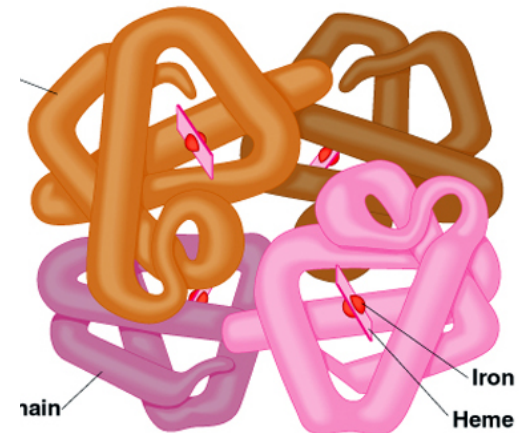
Vese
tubulusok
teljes
hosszában

3.) Fehérjepuffer

izoelektromos pontnál: „*belső só*”



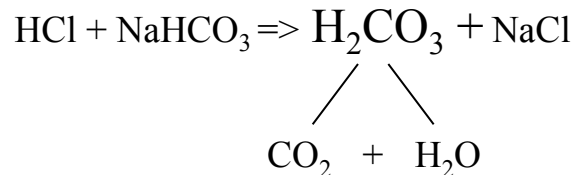
Plazmafehérjékv
érplazma,
hemoglobin



(b) Hemoglobin

A LÉGZÉS SZEREPE A pH SZABÁLYOZÁSBAN

1.) Metabolikus acidózis =>



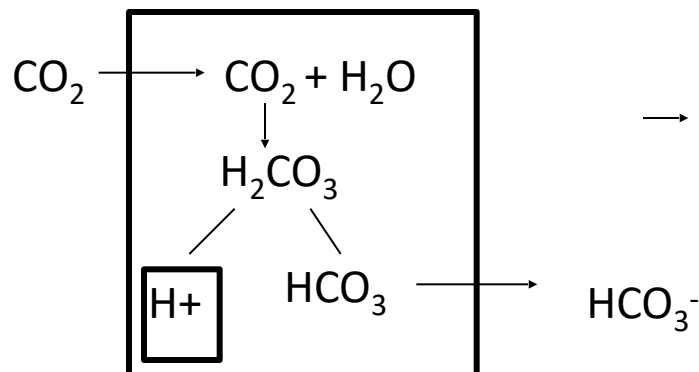
A vérplazmában csökkent a HCO_3^- , de nem nőtt a H_2CO_3 , viszont nő a pCO_2

Pl: ha a HCO_3^- -felére csökkent:
anion konc.

$$\text{pH} = \text{pk} + \lg \frac{\text{anion konc.}}{\text{sav konc.}} = 6.1 + \lg \frac{13}{1.3} = 7.1$$

2.) $\text{pCO}_2 \uparrow \Rightarrow$ légzőközpont aktivitása $\uparrow$

Centrális kemoreceptor sejt



$\text{pCO}_2 \uparrow \rightarrow$ receptor sejtben H^+ konc. $\uparrow$
 $\rightarrow$ Légzőközpont aktivitás $\uparrow \rightarrow$ hyperventilláció

A LÉGZÉS SZEREPE A pH SZABÁLYOZÁSBAN II.

3.) Hyperventilláció $\rightarrow p\text{CO}_2 \downarrow \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ disszociációja $\uparrow \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ koncentráció $\downarrow$

$$\text{pH} = \text{pk} + \lg \frac{\text{anion cc.}}{\text{Sav cc.}} = 6,1 + \lg \frac{13}{0,65} = 6,1 + \lg 20 = \underline{\underline{7,4}}$$

4.) pH helyreállt, de a pufferkapacitás csökkent $\Rightarrow$ az acidozis kompenzált

(de nem rendeződött)

+ a fokozott légzési munka sok energiát igényel: izommunka savtermelő folyamatokkal jár

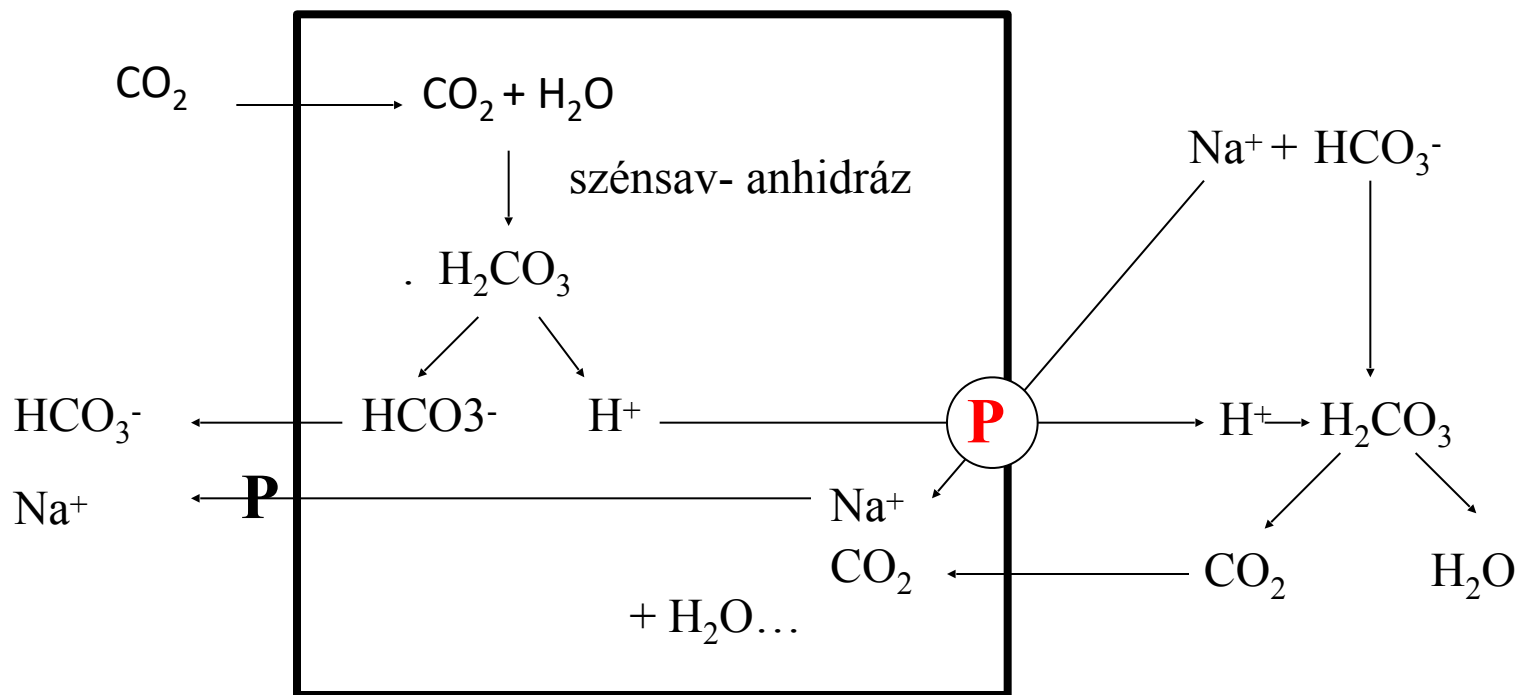
H⁺ SECRETIÓ A VESÉBEN I.

1.) Proximalis tubulus: H₂CO₃/HCO₃⁻

intersticium

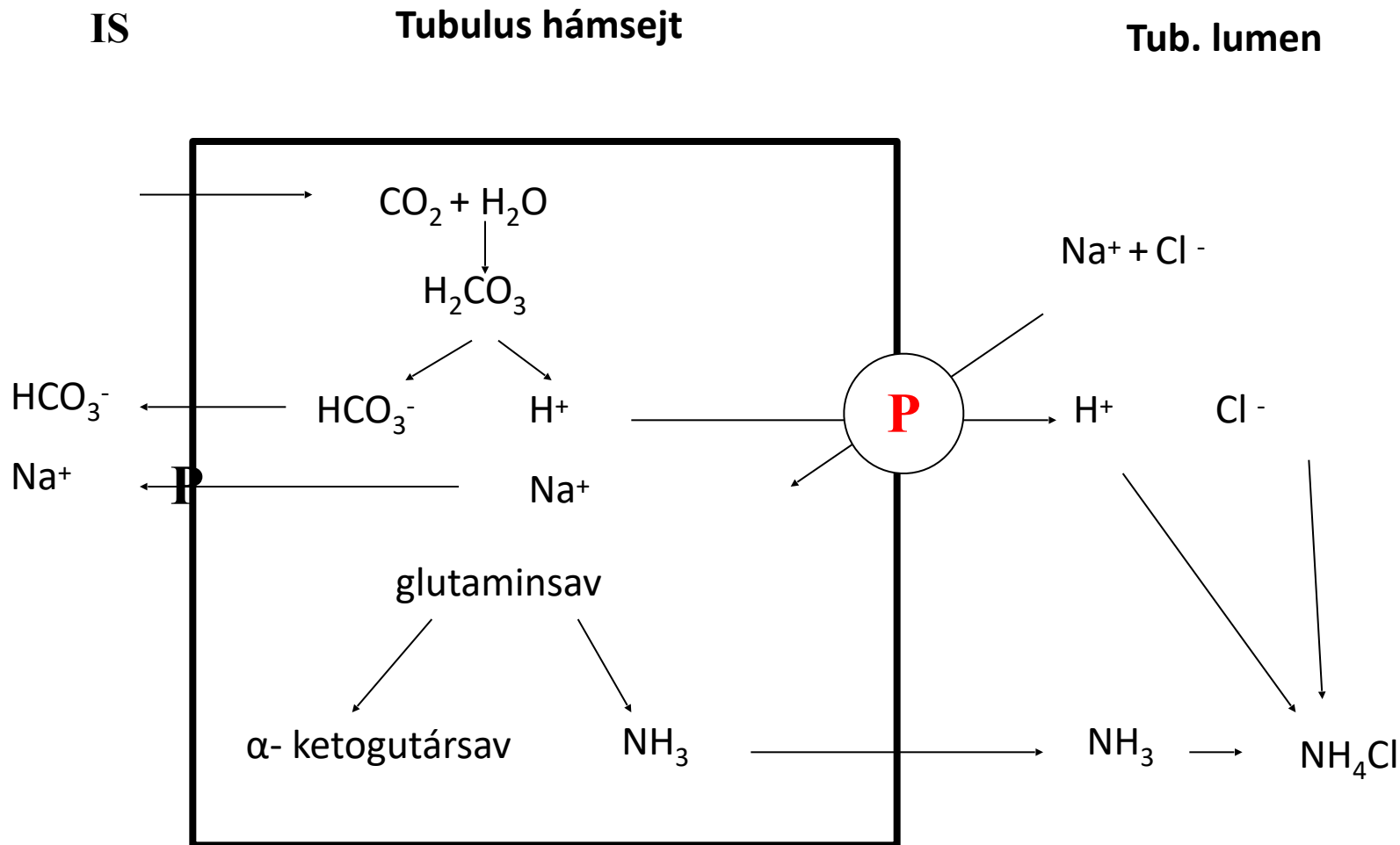
Tubulus hámsejt

Tubulus lumen



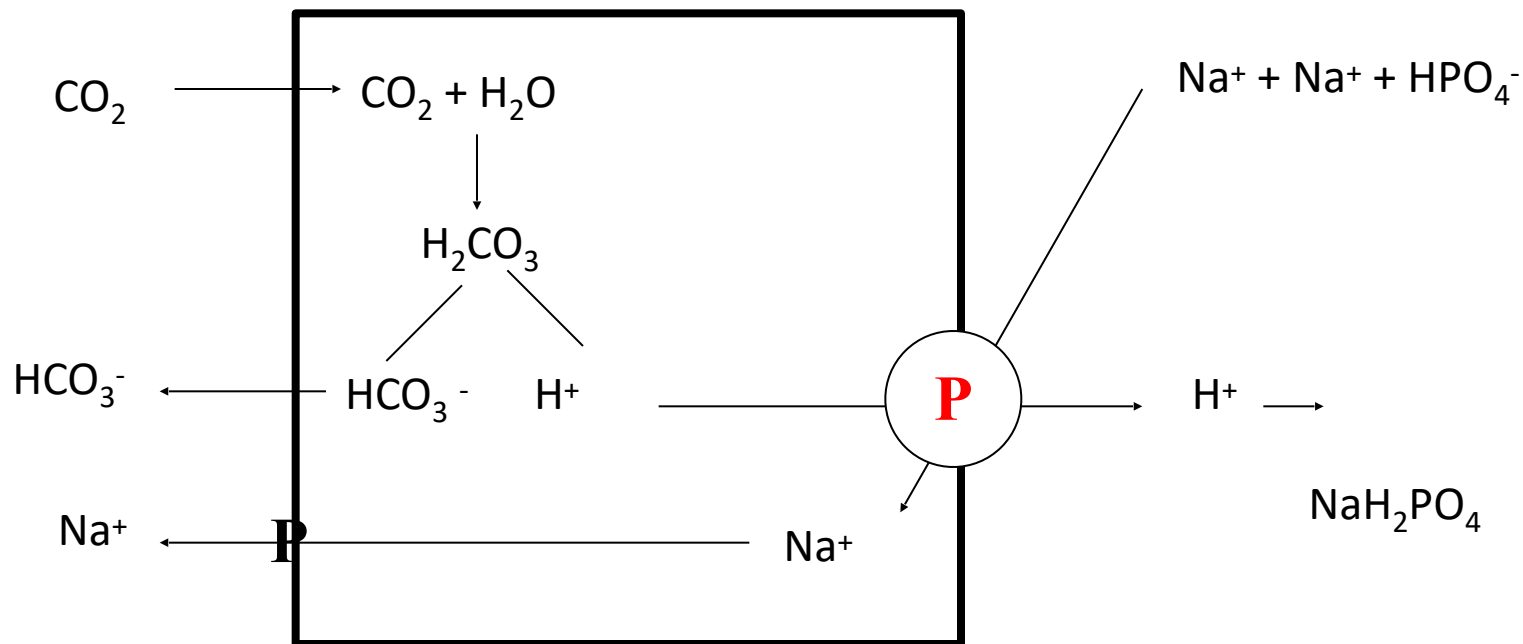
H⁺ SECRETIÓ A VESÉBEN II.

2.) Distalis tubulus NH₃/NH₄⁺



H⁺ SECRETIÓ A VESÉBEN III.

3.) A tubulus egész hosszában H₂PO₄⁻ / HPO₄²⁻



Az izohidria, sav-bázis egyensúly felborulása

- Nem megfelelő táplálkozás miatt – **metabolikus** ok
- CO_2 eltávolításának hibája, oxigénhiány miatt – **respiratórikus** ok
- Nem megfelelő intenzitással végzett **testmozgás** miatt, vagy a testmozgás hiánya miatt
- **Egyéb ok:** stressz, környezeti hatások, elektroszmog, stb.

IZOTERMIA (HOMOIOTERMIA)

- Közel állandó, optimális testhőmérséklet fenntartása
 - A környezet hőmérsékletétől független
 - Köpeny hőmérséklet (bőrfelületen) 37°C
 - Mag hőmérséklet 38°C
 - Csecsemőkben magasabb, idős korban alacsonyabb
 - Az anyagcserefolyamatok hőt termelnek – túlmelegedés
 - A fehérjék (enzimek) hőmérsékleti optima
- Szabályozás
 - Tudatos (ruha, fűtés, stb)
 - Fiziológiás
 - Hipotalamikus fűtő és hűtő központ
 - Termoreceptorok: az IS tér hőmérsékletváltozásait érzékelik
 - Hőtermelés: alapanyagcsere↑, izommunka (borzongás, remegés)↑, glukóz és zsíroxidáció a májban↑, zsírégetés zsírszövetben↑
 - Újszülöttekben: zsírsavak direkt oxidációja barna zsírszöveten
 - Hőleadás: verejtékezés, lihegés, széklettel, vizelettel