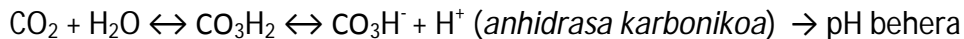


8 ETA 9 GAIAK. INDARGETZAILE FISIOLÓGIKOAK

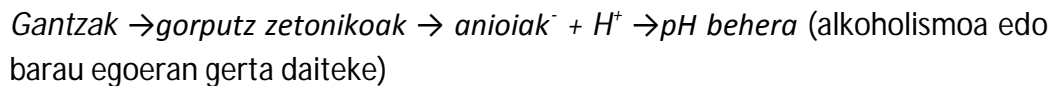
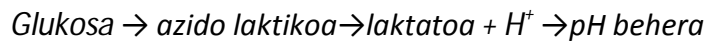
[H⁺] mantentzea berebizikoa da geure organismoan. Plasman 7,35etik 7,45era joan ohi da, 6,8 eta 7,8 direlarik pH plasmáticoaren mugak. Hala ere zeluletako pH maila 6,9 ingurukoa da, hau da, plasman baino baxuagoa.

1 Zergatik aldatzen da pHa?

1. **Ehunek CO₂ sortzen dutelako:** arnasketa aerobikoan adibidez.



2. **Karbohidrato eta gantzen metabolismo partziala:** O₂ nahikoa ez dagoenean arnasketa anaerobikoa gertatzen da, azido laktikoa eta bestelakoak sortuz.



3. **Proteina eta aminoazidoen oxidazioan** sorturiko metabolitoen ondorioz



2. pHaren erregulazioa

Hiru modu ezberdin daude pHa erregulatzeko organismoan:

1. **Indargetzaile kimikoak:** zelula barneko eta kanpoko likidoetako pH aldaketak murrizten dituzte. Adibidez proteinak protoiak galtzen dituzte.
2. **Arnas sistema:** pH aldaketa eman eta minutu batzuetara CO₂ kanporaketa erregulatu egiten da, [azido karboniko] eta [bikarbonato]ari eraginez.
3. **Giltzurrunak:** mekanismo geldoena, H⁺ soberakinak eta ioi karbonatoa kanporatzen dute gertu bidez

2.1. pHaren erregulazio kimikoa

Aktibatzen lehen sistema izango da, H⁺ ak hartu edo askatuz lan egiten du azidoak edo baseak kanporatu ezin direnean.

a) Anhidrido karboniko/bikarbonato sistema indargetzailea

Sistema eraginkorra da pK=6,1 izan arren sistema irekia izango baita eta gainera arnas-maiztasuna eta irazketaren bidez erraz erregulagarria. Garrantzia fisiologikoa du bi arrazoi hauengatik:

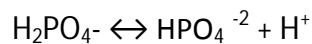
- *Konposatuak kantitate handietan egongo dira:*

$[CO_3H^-]=24Mm$ eta $[CO_2]= 1,2mM$, baino etengabe sortzen denez, beraz []altua balu bezala jokatuko du

- *Bikotearen $pKa=6,1$*

Plasman berez $pH = 7,4$ ekoa da, hau da, pK_{atik} nahiko aldunduta dago, baina birika eta giltzurrunei esker CO_2 eta bikarbonatoa irazi egiten dira. Honen ondorioz hauen sintesi erreakzioa eskubirantz bultzaturik egongo da, pKa eta pH nahiko ezberdina izan arren produktuak sortu bezain laster kanporatuak izango direlako.

b) Fosfato sistema indargetzailea



Bere $pKa=6,8$ denez, indargetzaile hobeagoa izango da, $7,8$ etik hurbilago baitago. Ezberdina da eragina zelularen kokapenaren arabera:

Kanpoko likidoetan:

- Ahalmen indargetzailea baxuagoa da $[P]$ baxua delako
- Fosfatoa modu inorganikoa egongo da gehien bat

Barneko likidoetan:

- Konposatu organikoetan aurkitzen da fosfatoa: ATP, ADP, fosfokreatina

c) Proteina plasmatikoen sistema indargetzaileak

Sistemaren garrantzia bere ugartasunaz eta izaera anfoterikotik dator. Anioi moduan aurkitzen ditugu orokorrean proteinak plasman, hau da, H^+ ak hartzeko egoeran:

- Serumeko **albumina**, plasmako **globulinak** eta **hemoglobina** dira garrantzitsuenak
- Zelula barneko proteinak oso ugariak direnez ahalmen indargetzaile garrantzitsua izango dute.

Hemoglobinaren ahalmen indargetzailea

Garrantzi fisiologiko handiena duen odoleko proteina indargetzailea da. Histidina ugari ditu, *imidazol* talde ionizagarridunak dutenak, ionizagarria, hau da H^+ ak hartu edo kanporatu ditzake. Gainera CO_2 aren garraioan parte hartzeak eragina izango du.

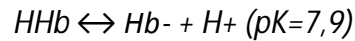
- Imidazol taldearen disoazio ahalmena (pK):

Oxidatua:



[HbO₂⁻] altua da ehunetan beraz ezkerrera desplazatuko da.

Erreduzitua:



[HHb] altua da biriketan, eskuinera desplazatuko da beraz.

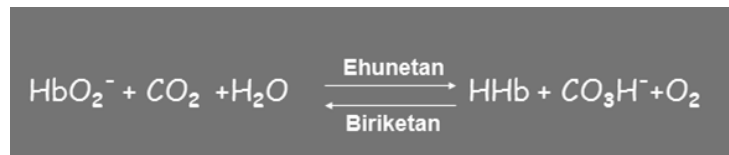
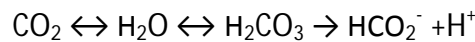
Henderson-Hasselbach-en oinarrituz:

pH: pKa + log [gatza]/[azido]

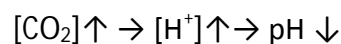
$$7,3 = 6,7 + \log [\text{HbO}_2^-]/[\text{HbO}_2]; 0,6 =$$

$$\log [\text{HbO}_2^-]/[\text{HbO}_2]; 4 = [\text{HbO}_2^-]/[\text{HbO}_2]$$

- CO₂ren garraioan duen eragina

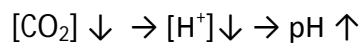


Ehunetan:



Ehunetan Hb erreduziturik dago (bere pK=7,9 da), beraz base moduan jokatuko du [H⁺] ↓ eraginez.

Biriketan:



Biriketan Hb oxidaturik dago, beraz azido moduan jokatzen du H⁺ ak askatuz eta [] igoz.

3. Arnas sistemak gidatutako pHaren erregulazioa

Sistema kimikoen pHaren aldaketa ezin dutenean guztiz indargabetu sistema hau jarriko da martxan pHaren aldaketa eta minutu batzuetara. Arnas sistema indargetzailea bereziki eraginkorra izango da aldaketa metabolikoek sorturiko

aldaketetan, baina arnas bideetako patologiarik egonez gero ezin izango du bere funtzioa bete.

- pH jaitsiz gero $[H^+] \uparrow$ HIPERAIREZTAPENA izango da sistemaren erantzuna $[CO_2]$ altuak kanporatzeko, $[H^+]$ jaitsiz eta pH igoz.
- pH igoz gero $[H^+] \uparrow$ HIPOAIREZTAPENA izango da sistemaren erantzuna $[CO_2]$ gutxiago kanporatzeko, $[H^+]$ igoz eta pH jaitsiz.

4. Iraizte sistemak gidatutako pHaren indargetzea

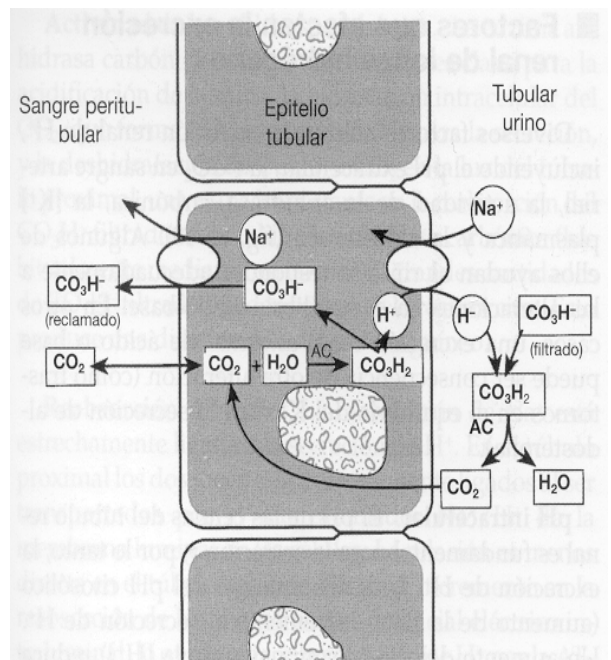
pH aldaketa gertatu ondorengo orduetara aktibatuko da H^+ ak genuaren bidez kanporatuz edo berreskuratzen den CO_3H^- % aldatuz.

- pH jaistean:

H^+ ak kanporatu beharko dira, hauek fosfato, kreatina eta amonio bezalako gatz eta baseetara loturik egongo direlarik.

Xurgapenez berreskuratzen den HCO_3^- % igo egingo da, hau lotu dadin H^+ etara CO_2 eta H_2O emanez. CO_2 oso iragazkorra denez erraztasunez birxurgatuko da.

- pH igozean: aurkakoa gertatuko da.



5. Zelula barneko pHaren erregulazioa

Metabolismo zelularrean H^+ askatzen dira eta garraio pasiboz zitosolera sartzen dira, pH = 6,7koa lortuz. Hau kete mantendu dadin honako sistemak daude:

- **Garraio sistema aktiboak:** Na^+/H^+ kontragarria eta CO_3H^-/Cl^- kontragarria
- Proteina eta fosfoen H^+ ak bereganatzeko gaitasuna
- Zenbait organuluren H^+ ak bereganatzeko gaitasuna

6. Printzipio isohidrikoa

Printzipio isohidrikoaren arabera ingurunekeo pHa ezagutuz eta sistema baten pK eta zatikia, beste sistema baten proportzioa jakin ahal izango da.

$$pH = pK_1 + \log [CO_3H^-]/[CO_2] = pK_2 + \log [Pr^-]/[HPr] =$$

$$=pK_3 + \log [\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4] = pK_4 + \log\dots$$

7. Azido/base orekaren arazoak

7.1. Azidosi metabolikoa

Zenbait egoera patologikoetan azidosi metabolikoa gertatzen da:

Azido organiko kantitate handiak sortu → ezin da indargetu → pH-a jeitsi

Jatorria:

- 1. Azido ekoizpen handia dagoenean: metabolismo anaerobio altua, Shock kasuetan, baraualdian, Diabetes Mellitus dutenetan, etab.*
- 2. Azidoak ez direnean kanporatzen era normalean, giltzurrun eskasia dela eta adibidez.*
- 3. Bikarbonato galera patologikoak daudenean beherakoetan edo, giltzurrun arazoetan.*
- 4. Azidoak emango duten substantziekin intoxikatzean (aspirina, metanol)*

Orekatzeko: hiperaireztapena → CO₂ kanporatu

giltzurrunek → gerneraren pH-a jeitsi

7.2. Alkalosi metabolikoa

Beste egoera patologikoetan pH-a igotzea posiblea da

Jatorria:

- *Okada jarraietan:* HCl gastrikoa galtzen baita
- *Diuretiko gehiegi hartzean,* organismoak bikarbonatoa gordetzea eragiten du
- *Mineralokortikoide mailak handitzean,* H⁺ak kanporatuko dira

Orekatzeko:

- *Hipoaireztapena:* Arnas sistemak CO₂-a gordetzen du
- Giltzurrunek gernerua alkalizatuko dute

7.3. Arnas azidosia

Albeolo-aireztapena gutxitzen duen edozein gaixotasuna agertzean, CO₂-a gordeko da, ezingobaitakanporatu. Ondorioz [H⁺] igoko da eta pH-a jaitsi.

Jatorria:

Aireztapen kontrola, nerbio bideak, arnas muskuluak, kaxa torazikoa, arnas bideak edo birikak eragiten dituen edozein gaixotasuna.

Oreaktzeko:

Iraizte sistema piztuko da 2-3 egunen buruan azidosia jarraitzen badu.

7.4. Arnas alkalosia

Albeoloen hiperaireztapena gertatzen denean CO₂ gehiegi kanporatzen da, basikotasuna edo alkalosia eraginez.

Jatorria:

Sukarra edo hipoxemia sortzen duten egoerak: altuera, progesterona maila altuak, biriken gaixotasunak, antsietatea, mina, hipotentsio arteriala, etab.

Oreaktzeko:

Batez ere kasu kronikoetan iraizketa sistemak hiperaktibaturik egongo da.