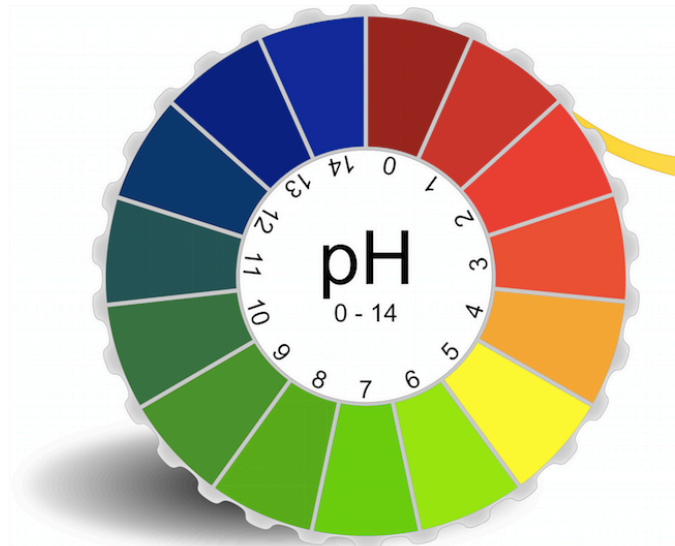




FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE
UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA



Biophysique : Tampons de l'organisme Résumé

Module : Biophysique

Basé sur : Le cours

-> Ce résumé est un complément de cours, il contient suffisamment d'informations, mais ne remplace pas le polycopié du professeur.

-> Merci d'envoyer toutes vos remarques via l'adresse mail suivante :
mahdikettani1@gmail.com

-> Bon courage et bonne lecture !

Auteur : Kettani El Mahdi, étudiant de la promotion médecine 2019

اللهم أستودعك ما قرأت و ما حفظت و ما تعلمت، فرده عند حاجتي إليه، إنك على كل شيء قدير

LES TAMPONS DE L'ORGANISME

I) Généralités :

A) Rappel :

- > Acide AH : substance qui peut céder 1 ou plusieurs protons H^+
- > Base A^- : substance qui peut capter 1 ou plusieurs protons H^+
- > $pH = -\log_{10}[H^+]$
- > $pH = pK_a + \log_{10} \frac{[A^-]}{[AH]}$
- > $pH < 7$: acide / $pH = 7$: neutre / $pH > 7$: basique

B) Définition de la solution tampon :

- > Un mélange d'acide faible avec une base conjuguée ou une base faible avec un acide conjugué
- > Son rôle est de minimiser les variations du pH (c.a.d : même si on rajoute une petite quantité d'acide ou de base à la solution, son pH reste + ou – stable)

C) Pouvoir tampon :

- > Il désigne la quantité de matière d'acide ou de base nécessaire pour baisser le pH d'une unité
- > Plus T augmente, plus le tampon est efficace
- > $T = \left| \frac{\Delta x}{\Delta pH} \right|$ (Δx : nombre de mole d'acide ou de base rajoutée/ litre de solution / $\Delta pH = pH_f - pH_i$)
- > Les variations de pH sont influencées par
 - Proportion entre acide et base conjuguée : $C_a \approx C_b \Rightarrow \frac{C_b}{C_a} = 1 \Rightarrow$ variations pH diminuent \Rightarrow T augmente
 - Concentration du couple acide-base : $[C_a \text{ et } C_b]$ élevé $\Rightarrow \frac{C_b}{C_a}$ varie peu \Rightarrow variations pH diminuent \Rightarrow T augmente
- > Puisque la variation du pH est inversement proportionnelle à T, pour que le tampon soit le plus efficace possible, il faut que la variation du pH soit la plus faible possible

II) pH dans l'organisme :

- > Le pH dans le :
 - plasma = 7,4 + ou – 0,03
 - sang artériel = 7,38 – 7,43
 - sang veineux = 7,36 – 7,41
 - sécrétions gastrique = 1
 - urine = 4,5 – 8,5
 - liquide céphalo-rachidien LCR = 7,3 – 7,4
 - milieu intracellulaire = 7
- > S'il y a des variations du pH \Rightarrow perturbation du bon fonctionnement de l'organisme
- > L'organisme a plus tendance à éliminer l'acidité (car il y a très peu de cas où les bases sont en excès)
- > La variation du pH est due à la production ou consommation de protons H^+ cela est causé par :
 - Alimentation
 - Métabolisme
 - Médicament
 - Maladie
 - Effort physique
- > Si le sang :
 - Artériel à un pH $< 7,38$
 - Veineux à un pH $< 7,36$ } Cela est considéré comme pathologique

-> L'organisme produit les protons H^+ par :

- Acides aminés et acide gras
- CO_2 et H_2O par l'intermédiaire de l'acide carbonique H_2CO_3 ($CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$)

-> En cas de pathologie :

- Diarrhée ou trouble rénaux => diminution HCO_3^-
- Insuffisance respiratoire => augmentation CO_2

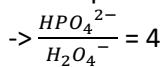
-> Pour maintenir le pH stable, l'organisme procède de 2 mécanismes :

- Tamponner et neutraliser : Tampons : instantanément, rapidement saturable
- Évacuer et éliminer : Poumon : en second lieu (équilibre la majorité de la variation du pH) / Rein : tardivement

III) Les tampons de l'organisme :

A) Les phosphates :

-> Tampon très efficace



-> Rôle important dans le rein

B) Les protéines :

-> Excellents tampons : Acide et base et en même temps

-> $R-COOH \rightarrow RCOO^- + H^+$ (pH diminue)

-> $R-NH_2 + H^+ \rightarrow R-NH_3^+$ (pH augmente)

C) L'hémoglobine :

-> Tampons intracellulaire

-> 150 g/l de sang

-> 2 formes : oxyhémoglobine et désoxyhémoglobine

-> Agit :

- Comme protéine par son NH_2
- Avec la respiration : Dans le poumon : $HbH + O_2 \rightarrow HbO_2 + H^+$ / Dans les tissus : $HbO_2 + H^+ \rightarrow HbH + O_2$

D) Bicarbonate :

-> Essentiellement dans le plasma

anhydrase carbonique

-> $HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$ (dissout) \rightarrow (CO_2 gazeux)

-> En relation avec la respiration (milieu extérieur) donc est dit => tampon ouvert

-> Hyperventilation => Diminution PCO_2 => Diminution $[CO_2]$ => Augmentation $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$ => Augmentation pH
-> Hypoventilation => Augmentation PCO_2 => Augmentation $[CO_2]$ => Diminution $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$ => Diminution pH } ΔpH

-> Certes la proportion entre l'acide et sa base conjuguée est très élevée (20) ce qui fait baisser le pouvoir tampon, or cela est compensé par la concentration élevée du couple acide-base (25,2) ce qui rend ce tampon très important :

- $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]} = 20 \gg 1 \Rightarrow T$ faible (mais variable avec la respiration)
- $[HCO_3^-] + [CO_2] = 25,2 \text{ mmol/L} \Rightarrow C$ élevé => T élevé

IV) Les organes régulateurs :

A) Poumon :

- > Son rôle est la ventilation (respiration)
- > Intervient quelques minutes après l'action des tampons
- > Concerne le CO₂
- > S'il y a variation du pH, il intervient pour le réguler

-> Exemple 1 :

- pH diminue => Augmentation du rythme et amplitude respiratoire = hyperventilation => Diminution PCO₂ => Diminution de la concentration en CO₂ => Augmentation pH à la normale
- Le poumon élimine le CO₂ avec H₂O, ce dernier contient H⁺ en excès $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- Donc l'élimination de H⁺ nécessite l'élimination de HCO₃⁻

-> Exemple 2 : pH augmente => Hypoventilation => Augmentation PCO₂ puis de [CO₂] => Baisse du pH à la normale

B) Rein :

- > Intervient tardivement, quelques heures à quelques jours
- > Plus puissant que le poumon
- > Agit sur HCO₃⁻
- > Lorsque l'élimination par les systèmes tampons puis par les poumons est saturé, le rein intervient :
- Traite les CO₂ et H₂O qui restent en excès en les transformant en H⁺ (puis le 1/3 subiront l'effet des tampons phosphate et les 2/3 celui de l'ammoniac, pour être rejeté dans les urines)
- Forme le HCO₃⁻ (qui sera réabsorbé par le plasma)

V) Variations pathologique du pH :

-> Physiologique :

- pH (sang artériel) = 7,4
- [CO₂] = 1,2 mmol/L
- PCO₂ = 40 mmHg
- [HCO₃⁻] = 24 mmol/L

-> Pathologique :

- Acidose : pH < 7,38
- Alcalose : pH > 7,42
- Variations [CO₂]
- Variations [HCO₃⁻]

ACIDOSE		ALCALOSE	
-> Diminution du pH -> pH < 7,38 (sang artériel) -> 2 types : métabolique et respiratoire		-> Augmentation du pH -> pH > 7,42 (pour le sang artériel) -> 2 types : métabolique et respiratoire	
MÉTABOLIQUE	RESPIRATOIRE	MÉTABOLIQUE	RESPIRATOIRE
-> Diminution [HCO ₃ ⁻] -> Diarrhée aigue abondante -> Acidocétose diabétique : production d'acide fixe (diabète sucré)	-> Augmentation de la PCO ₂ > 42 mmHg -> Hypoventilation due à une insuffisance respiratoire (asthme) -> Dysfonctionnement du système nerveux central ou maladie neuromusculaire	-> Augmentation [HCO ₃ ⁻] -> En cas de perfusion excessive de HCO ₃ ⁻ -> En cas de vomissements importants	-> Diminution PCO ₂ < 38 mmHg -> En cas d'embolie pulmonaire => respiration rapide -> En cas d'atteinte des centres respiratoires, anxiété, altitude

VI) Interprétation des variations du pH :

-> On utilise le diagramme de Davenport ($[HCO_3^-]$ en fonction du pH)

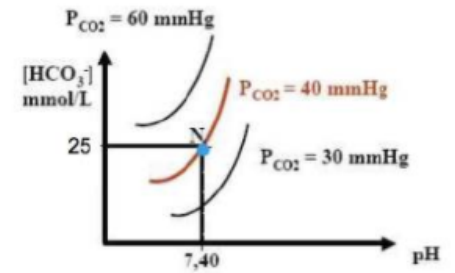
-> Pour les troubles métaboliques : (purs)

- PCO_2 constant, variations des acides fixes, réaction se fait entre acides fixes et CO_2 pour former HCO_3^-

- $[HCO_3^-]$ varie en fonction du pH de façon exponentielle :

$$[HCO_3^-] = \alpha P_{CO_2} \times 10^{pH-6,1}$$

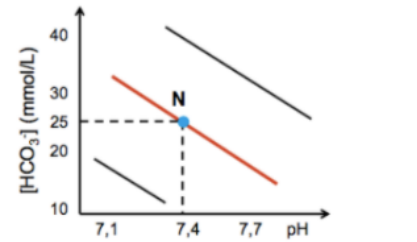
- On prend la valeur de PCO_2 du patient et on trace la courbe isobare
- Pour chaque valeur de PCO_2 correspond une courbe isobare différente => Famille d'isobares parallèle



Famille de Courbes isobare

-> Pour les troubles respiratoires : (purs)

- Acide fixes constant, variations de CO_2 (PCO_2)
- $[HCO_3^-]$ varie en fonction du pH de façon linéaire
- On prend la valeur de la concentration des acides fixes du patient et on trace la droite d'équilibration du CO_2
- Pour chaque valeur de concentration des acides fixes correspond une courbe d'équilibration différente => Famille de droites d'équilibration



Famille de droites d'équilibration du CO_2

