

# Equilibre Acide - Base

auteur: Dr JC Bartier

jeanclaude.bartier@gmail.com

Pôle Anesthésie-Réanimation SAMU-SMUR-CESU

date: 10/12/2013

## PLAN

- Introduction
- Rappel Physio-Pathologique
- Les principales anomalies
- Acidose respiratoire
- Acidose métabolique
- Alcalose métabolique
- Alcalose respiratoire

## Les troubles de l'équilibre acide-base (TAB)

incremental: true

- Ce sont des **anomalies biologiques** qui accompagnent tous les *dysfonctionnements aigus* des grandes fonctions vitales.
- Leur mise en évidence nécessite un examen sanguin spécifique appelé **gaz du sang**
- les signes cliniques sont ceux de la **maladie causale** (ex. acidose métabolique et arrêt cardio-respiratoire)
- Le traitement est avant tout celui de la cause initiale.

## Physio-pathologie

incremental: true

- Le système acido-basique le plus simple est le verre d'eau
- Arrhenius (1887) définit un **acide** une substance qui produit des ions  $H^+$
- Une solution est acide lorsque le nombre d'ions  $H^+$  > nombre d'ions  $OH^-$
- $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

- à  $37^{\circ}\text{C}$  il y a 0,00000004 meq ion  $H^{+}$  par litre de plasma (contre 140 meq de  $Na^{+}$ )

## Notion de Potentiel Hydrogène (pH)

incremental: true

- à  $37^{\circ}\text{C}$  il y a 0,00000004 meq ion  $H^{+}$  par litre de plasma
- $\text{Log}(0.000000004) = -7.39794$
- $\text{Log}(\frac{1}{0.00000004}) = 7.39794$
- Finalement  $pH = 7,4$
- Fourchette de normalité:  $7,38 - 7,42$
- Fourchette compatible avec la vie: **6,8 à 7,8**

## En pratique

incremental: true

- Si la  $[H^{+}]$  **augmente** le **pH diminue**
- on parle d'**acidose** ( $pH < 7,38$ )
- Si la  $[H^{+}]$  **diminue** le **pH augmente**
- on parle d'**alcalose** ( $pH > 7,42$ )

## Origine des ions Hydrogène

incremental: true

- **Respiratoire**
- $O_2 + \text{Glucose} \rightarrow CO_2 + H_2O + 38ATP$  (Krebs)
- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^{+} + HCO_3^{-}$
- élimination pulmonaire (rapide)
- **Métabolique**
- protéines  $\rightarrow$  protéines $^{-}$  +  $H^{+}$
- élimination rénale (lente)
- métabolisme **anaérobie** (ACR, Choc)
- $\text{Glucose} \rightarrow CO_2 + H_2O + 2ATP +$  **acide lactique**
- acide lactique  $\rightleftharpoons$   $\text{lactates}^{-} + H^{+}$

## Les gaz du sang (technique)

incremental: true

- on prélève du sang **artériel**
- acte **douloureux** (EMLA)
- artère radiale (+ test d'Allen)
- éliminer soigneusement les **bulles d'air**
- fermeture **hermétique** du tube
- conservation sur **glace**

## Les gaz du sang (résultats)

incremental: true

Paramètre	Commentaire	Valeur normale
<i>pH</i>	acidité/alcalinité	7,4
<i>PaCO<sub>2</sub></i>	composante respiratoire	40 mmHg
<i>bicarbonates</i>	composante métabolique	24 meq/l

- ionogramme

Paramètre	Commentaire	Valeur normale
<i>sodium</i>	hydratation	140 +/- 2 meq/l
<i>potassium</i>	tr.du rythme	3,5 +/- 0,5 meq/l
<i>chlore</i>	TAB	105 +/- 2 meq/l

## En pratique

incremental: true

Respiratoire	Métabolique	pH	
Acidose	pCO2 augmentée	bicarbonates diminués	pH < 7.38
Alcalose	PaCO2 diminuée	bicarbonates augmentés	pH > 7.42

## Acidose respiratoire

incremental: true

- défaut d'élimination du CO<sub>2</sub>
- ex: décompensation respiratoire d'une BPCO
- Toutes les IRA (OAP, pneumopathies hypoxémiantes, etc.)

## Acidose métabolique

incremental: true

- accumulation d'**acides non volatiles**
  - acide lactique: ACR, états de choc
  - acido-cétose diabétique
  - insuffisance rénale chronique
- **pertes de bicarbonates**
- diarrhées profuses (choléra)
- signes associés
- hyperventilation (dyspnée de Kussmaul)

## Les solutés alcalins

incremental: true

- sont proposés dans le traitement **symptomatique** de l'acidose métabolique
- usage controversé
- ne remplace jamais le traitement étiologique
- le plus utilisé: **bicarbonate de sodium**
- 3 présentations

- la forme à 8.4 % est utilisée dans les états de choc
- se perfuse normalement sur un KT central
- incompatibilité chimique avec les catecholamines (adrénaline)

## Alcalose métabolique

incremental: true

- pertes importantes d'acide
- vomissements
- aspiration gastrique

## Alcalose respiratoire

incremental: true

- mécanisme = hyperventilation
- psychogène (crise de tétanie)
- erreur de réglage du respirateur
- intoxications
- acide acetyl salicylique

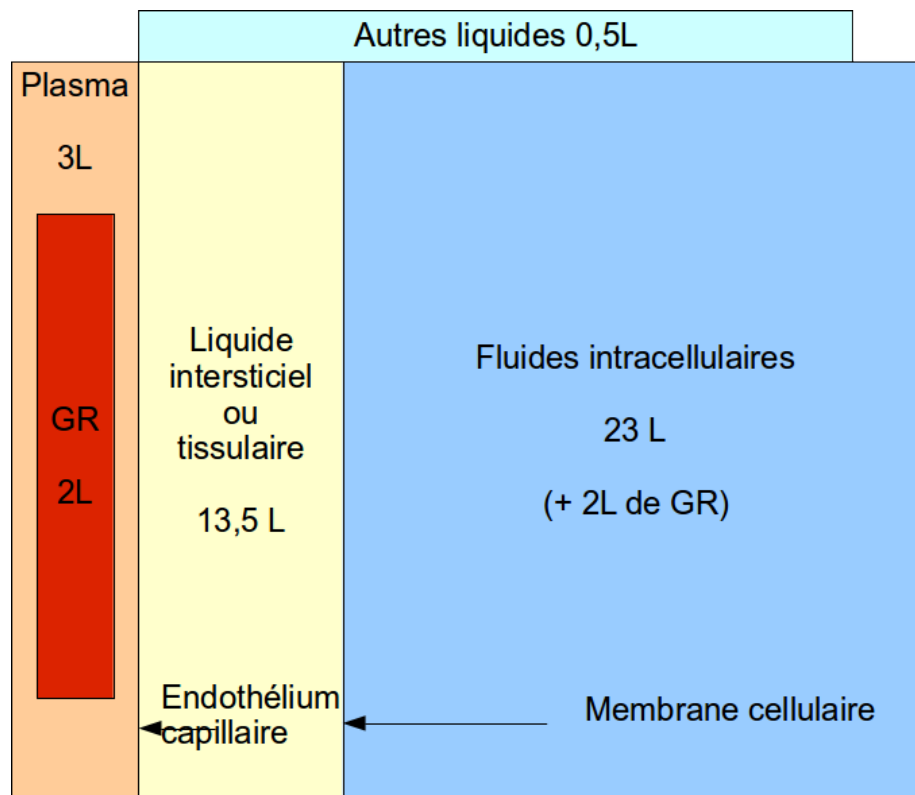
## Questions ?

type: section

## eau

## Définitions

- solution = soluté + solvant
- Un **solvant** est une substance liquide qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans les modifier chimiquement et sans lui-même se modifier. L'**eau** est le solvant le plus courant, la solution étant alors qualifiée de solution aqueuse.
- le **soluté** est ce qui est dissous dans le solvant.
- l'eau est un solvant indispensable à la vie.



*Représentation graphique des principaux fluides corporels et de leurs relations chez un homme de 70 Kg. Eau totale = 23 + 13,5 + 3 + 2 + 0,5 = 42 litres.*

Figure 1: eau\_tot

## Compartiments

- l'eau de l'organisme se répartit dans différents secteurs appelés **compartiments** ou **secteurs**.
- il y a 2 compartiments majeurs:
- compartiment **extra-cellulaire** où le *soluté* majeur est le **sodium** (Natrium)
- compartiment **intra-cellulaire** où le *soluté* majeur est le **potassium** (Kalium)
- les échanges d'eau se font au travers de **membranes cellulaires** par un phénomène appelé **osmose**.

## Membrane cellulaire

- Ce sont des membranes **semi-perméables** : leur perméabilité est différente selon qu'il s'agisse du *solvant* ou du *soluté*.
- La membrane cellulaire expulse activement le Na en échange de K par l'intermédiaire de pompes fonctionnant avec de l'ATP. Cas cliniques
- Cette inégalité de répartition des solutés de part et d'autre de la membrane cellulaire est responsable du phénomène d'**osmose**.
- On appelle **concentration** le rapport *solutés* / volume du *compartiment* ( $C = x \text{ g/l}$ ).
- L'eau se déplace toujours du compartiment le moins concentré vers le compartiment le plus concentré.

## Membrane semi-perméable (1)

## Membrane semi-perméable (2)

## Tonicité

- si les 2 compartiments sont à la même concentration, ils sont dits **isotoniques**.
- si le compartiment 1 est plus concentré que le compartiment 2:
- le compartiment 1 est dit **hypertonique**
- le compartiment 2 est dit **hypotonique**
- l'eau va se déplacer du compartiment 2 vers le compartiment 1, jusqu'à ce que les concentrations des deux compartiments soient égales.
- Application **hémolyse**.

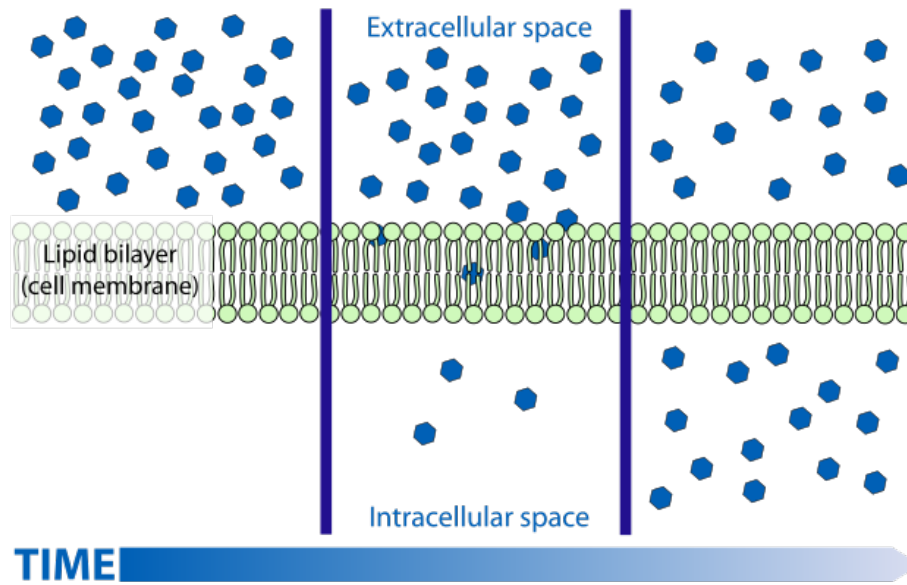


Figure 2: membrane

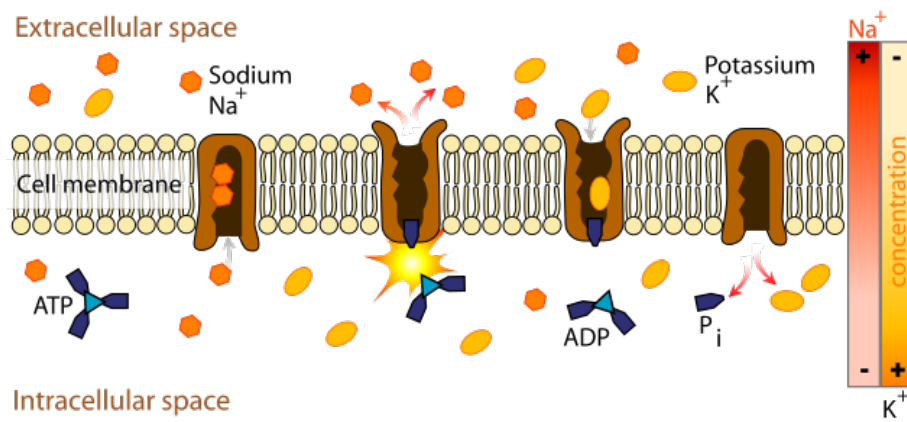
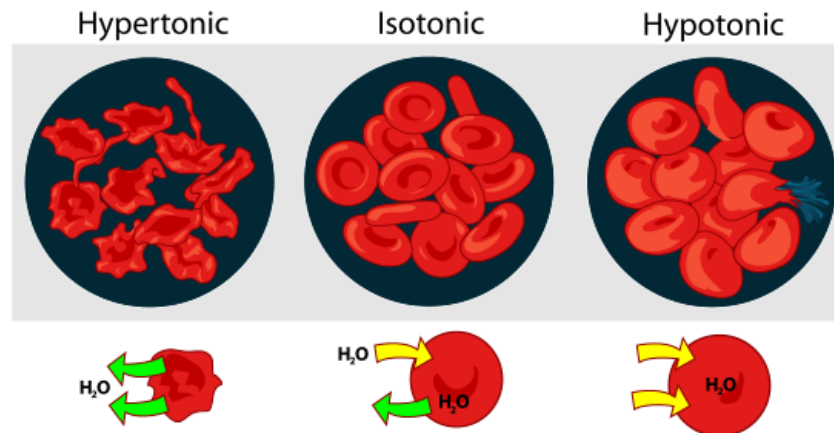


Figure 3: membrane



## Hémo lyse



- Hémo = sang, lyse = destruction
- L'eau pure (eau ppi) est hypotonique.

## Les solutés

- protéines (albumine)
- sucres (glucose)
- urée
- (alcool)
- électrolytes (ionogramme)
- Sodium
- Potassium
- Chlore
- Calcium
- Magnésium
- Bicarbonates
- Lactates

## Les électrolytes

- Substances se dissociant dans le solvant en particules chargées électriquement appelées **ions**.
- $NaCl$  (sel de table)  $\rightleftharpoons Na^+ + OH^-$
- Valeurs normales de quelques électrolytes de l'ionogramme sanguin

ion	mEq/l	mmol/l
Sodium	135 à 145 mEq/l	135 à 145 mmol/l
Potassium	3,5 à 5 mEq/l	3,5 à 5 mmol
Chlore	95 à 105 mEq/l	95 à 105 mmol/l
Bicarbonates	22 à 30 mEq/l	22 à 30 mmol
Calcium	90 à 100 mg/l	2,25 à 2,5 mmol

## Osmolarité

- c'est une mesure du nombre de particules dissoutes dans le plasma
- unité = **osmoles** ou milliosmoles (mosm) ar litre.
- valeur normale: **300 mosm/l** (295 - 305)
- Tout soluté de perfusion ayant la même osmolarité est **isotonique** :
- sérum glucosé à 5%
- sérum salé à 0,9% (sérum physiologique)
- Solutés **hypertoniques** (risques de nécrosescutanées)
- bicarbonate de sodium à 8,4 %
- sérum glucosé à 30%

## Le sodium

- C'est lui qui indique l'état d'hydratation
- **hypernatrémie** = déshydratation
- **hyponatrémie** = hyperhydratation

## Cas Cliniques

type: section

## Syndrome des buveurs de bière

H 50 ans amené par ambulance pour crise convulsive inaugurale. A l'examen, le patient est confus, et présente un tremblement au repos. Connue pour être un buveur de bière (plus de 5 litres par jour). En dehors d'une hépatomégalie, l'examen clinique est normal.

- temp: 36 °C
- PA: 120/70 mmHg
- fc: 90

## Syndrome des buveurs de bière

Une gazométrie et un ionogramme sont prélevés:

- sodium: 110 mmols/L
- potassium: 2,5 mmols/L
- chlore: 90 mmols/L
- glycémie: 5,5 mmols/L
- pH: 7,5
- bicarbonates: 30 mmols/L
- pCO<sub>2</sub>: 39.55 mmHg

Le patient est-il deshydraté, hyperhydraté, en alcalose respiratoire ou métabolique ?

## Même le coca-cola (sans sucre) est dangereux!

Une femme de **54 ans** est admise pour un **état de mal convulsif**. Ce n'est pas une épileptique connue, mais elle est traitée pour dépression et éthyisme. Il n'y a pas de sevrage brutal de l'alcool. Son mari signale la prise de **9 litres** de coca sans sucre dans la journée. Les crises convulsives sont stoppées par 10 mg de diazépam IV.

Le bilan biologique est le suivant:

- natrémie: 109 mmols/L
- osmolarité: 232 mOsm/L

Comment peut-on expliquer ce qui s'est passé ? Les troubles neurologiques sont-ils dus à une deshydratation, une hyperhydratation, à un élément toxique du coca-cola (eau, aspartame 550 mg, cola, caféine) ?

## Une diarrhée de fou

Un homme de 88 ans, dément sénile est admis pour une diarrhée liquide évoluant depuis 48 heures. Il est habituellement traité par Risperdal, théralène et sectral

(pour une HTA).

A l'admission, il est faiblement réactif, dyspnéique avec une langue rotie. Sa pression artérielle est à 80/60 mmHg (normale 150/90), la fréquence cardiaque est à 95 c/mn, la fréquence respiratoire est à 28 c/mn.

## Une diarrhée de fou

Le bilan biologique est le suivant (gazométrie artérielle prélevée sous O<sub>2</sub>):

- glucose: 7.2 mmol/L
- sodium: 155
- potassium: 5.8
- chlore: 110
- urée: 15
- créatinine: 186
- calcium 2.07
- osmolarité: 320

- 
- pH: 7.31
  - pCO<sub>2</sub>: 2.6 kPa (19.5 mmHg)
  - pO<sub>2</sub>: 17 kPa (127 mmHg)
  - bicarbonates: 10 mmol/L
  - saturation en O<sub>2</sub>: 98%
- 

Quel est le statut hydro-électrolytique et acido-basique de ce patient? Quel traitement d'urgence ?

## Mamie à eu chaud...

C'est l'été 2006 et il fait très chaud. Paulette 86 ans est copieusement hydratée par son aide-ménagère comme le recommande la radio. Pourtant l'état général de Paulette se dégrade: une confusion temporo-spatiale s'aggrave, fait des fausses reconnaissances, refuse les boissons qui lui sont proposées. Un matin elle est retrouvée au sol, très confuse avec une hémipégie/parésie droite. Compte tenu de l'âge et de l'absence de possibilités thérapeutiques, le médecin traitant en accord avec la famille décide de ne pas l'hospitaliser. Il prescrit cependant une prise de sang. Les résultats sont les suivants:

## Mamie à eu chaud...

- GR: 4.2 M/ml
- Hb: 13.1 g/dl
- Ht: 37.7%
- D-Dimères: 1740 ng/ml ( $N < 500$ )
- créatinine: 6.7 mg/L
- sodium: 116 mmoles/L
- potassium: 3.59 mmoles/L

Au vu de ces résultats une thérapeutique active est mise en place et Paulette récupère totalement. Comment expliquer ce qui s'est passé ?

## soluté de réhydratation de l'OMS

L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande de réhydrater les enfants victimes de troubles digestifs sévères (choléra) à l'aide de la solution suivante (pour 1 litre d'eau propre):

- glucose: 75 mmol (soit  $75 \times 180\text{g} / 1000 = 13.5\text{g}$ )
- sodium: 75 mmol (soit  $140 \text{ mmoles de nacl} = 58.5 \times 140 / 1000 = 8.2$ )
- chlore: 65 mmol
- potassium: 20 mmol
- citrate: 10 mmol soit au total 250 mosm/L

Cette solution est hypotonique par rapport à l'osmolarité du plasma et très sucrée (respectivement 300 mOsm/L et 1g/L). Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

## Question subsidiaire (plus difficile):

Perdu(e) quelque part sur la planète et confronté à une épidémie de choléra, on vous propose une solution de réhydratation composé de 2.5 morceaux de sucre et une cuillerée à café de sel. Qu'en pensez vous ?