

Université de MOSTAGANEM

Faculté de médecine

Module de biochimie

## Exploration de l'équilibre hydrominéral (Hydro-électrolytique) :

### Plan du cours:

#### Introduction

#### I. Équilibre de l'eau :

1. répartition de l'eau
2. bilan de l'eau
3. régulation du bilan de l'eau

#### II. Equilibre des électrolytes :

1. Répartition des électrolytes
2. bilan des électrolytes
3. mouvement des sels
4. régulation du bilan

#### III. État d'hydratation et bilan du sodium

#### IV. Exploration de l'équilibre hydrominérale

#### V. Perturbations du bilan hydrominérale

### INTRODUCTION :

L'eau représente le constituant le plus abondant de notre organisme, elle définit l'état d'hydratation.

Sa répartition entre les compartiments cellulaire et extracellulaire, son métabolisme ainsi que son étude ne peuvent être dissociés de ceux des électrolytes, en particulier le sodium, le potassium et le chlore.

Le terme «d'équilibre hydro-électrolytique» est ainsi justifié par le fait qu'un trouble de l'hydratation correspond à un trouble du bilan de l'eau et/ou des électrolytes.

## I. Équilibre de l'eau:

### 1. Répartition :

L'eau totale de l'organisme représente 60% du poids corporel chez un adulte de 70 Kg, soit 42L, réparti entre deux grands compartiments séparés par la Mb cellulaire:

- **Intracellulaire :** 40 % du poids corporel (28L) comprend toute l'eau qui est à l'intérieur des cellules
- **Extracellulaire :** 20% du poids corporels (14L) correspond à l'eau qui est à l'extérieur des cellules, elle est réparti en deux sous-compartiments séparés par les parois capillaires:

Eau plasmatique: 5% ≈ 3,5l ; le volume d'eau plasmatique représente 93% du volume du plasma (7% protéines et lipides)

Eau interstitiel: 15% ≈ 10,5 L

### 2. Répartition de l'eau :

Le contenu en eau de l'organisme doit rester constant.

Il faut donc que le bilan soit nul, i.e. entrées = sorties

Les entrées: besoin 2l/ J

Eau des boissons et celle contenue dans les aliments, l'apport endogène est représenté par les réactions de déshydratation et la respiration cellulaire

Elles sont régulées par la soif

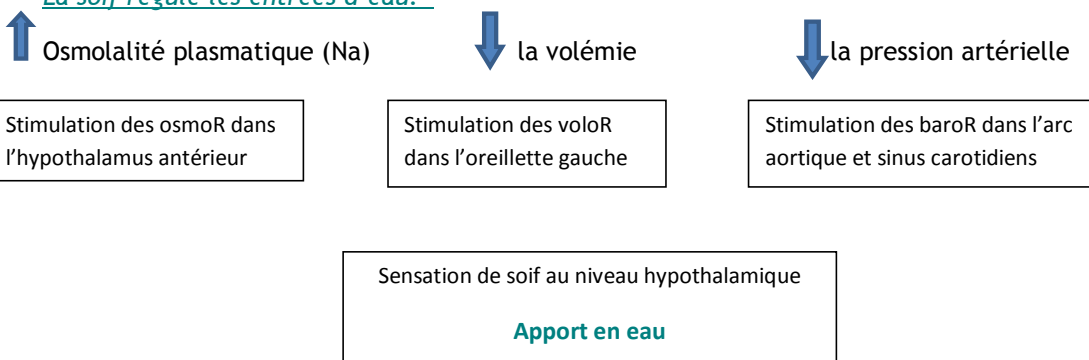
Les sorties: 2,4 l/J

- Fécales: pertes peu importantes du fait de la réabsorption intestinale
- La perspiration insensible : perte d'eau sous forme de vapeur non accompagnée d'électrolyte, par voie pulmonaire et cutanée.
- La perspiration sensible ou sudation : perte d'eau et d'électrolyte.
- Les urines : perte du fait de la filtration glomérulaire

Seules les sorties rénales sont régulées par l'ADH

### 3. Régulation du bilan :

La soif régule les entrées d'eau.



L'ADH régle les sorties rénales:



Libération d'ADH par la post hypophyse

Perméabilisation du tube collecteur

Réabsorption d'eau seul sans électrolytes

**Remarque :** Dans le bilan de l'eau, la priorité est de maintenir constante l'osmolalité ; la constante de l'osmolalité l'emporte sur celle des volumes et de la pression artérielle

## II. Equilibre des électrolytes :

### 1. Répartition :

Très inégale d'un secteur à un autre

Dans le milieu intracellulaire,  $K^+$  prédomine ainsi que de nombreuses protéines chargées négativement qui ne diffusent pas à travers la membrane.

Dans le milieu extracellulaire,  $Na^+$  prédomine ainsi que  $Cl^-$ ,  $PO_4^-$ ,  $HCO_3^-$  sont répartis de façon équilibrée de chaque côté

Chaque secteur hydrique possède une neutralité électrique, c'est-à-dire autant d'anions que de cation.

Ainsi L'ensemble des cations plasmatique est de 155 mEq/l et les anions 155 mEq/l ce qui donne au total 310 mEq/l.

Rappelons que:

- Le sodium joue un rôle important dans le maintien de l'homéostasie.
- Le potassium joue rôle est déterminant dans l'excitabilité et la dépolarisation des cellules, notamment nerveuses et musculaires. Il entre aussi dans le cadre des systèmes tampons de l'organisme par compensation des variations de pH

### 2. Bilan des électrolytes :

Les entrées des électrolytes sont surtout alimentaires

Les sorties, pour le  $Na^+$ , sont essentiellement rénales les sorties extrarénales sont négligeables.

Pour le  $K^+$  les sorties sont exclusivement urinaires et accessoirement fécales.

Le contenu de l'organisme en électrolytes doit rester constant.

Le bilan des électrolytes doit être nul: entrées =sorties

### 3. Mouvement des sels :

Se fait soit par diffusion passive, soit par transport actif:

- La diffusion passive concerne les solutés non osmotiquement efficaces qui sont (par

définition) les solutés qui, comme l'eau, diffusent librement et rapidement entre les compartiments liquidiens de l'organisme.

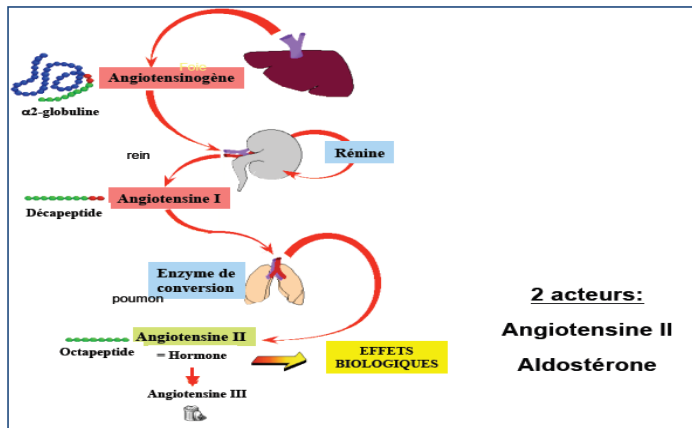
- **Le transport actif** affecte essentiellement le sodium qui doit être rejeté hors du compartiment intracellulaire.

Le Na<sup>+</sup> et le K<sup>+</sup> ne diffusent pas à travers la membrane cellulaire, leur transport est assuré par la pompe Na-K ATP ase qui assure un contre transport (3Na<sup>+</sup> sont échangés pour 2 K<sup>+</sup>).

#### 4. Régulation du bilan des sels :

##### Régulation du bilan sodique:

Les sorties du Na<sup>+</sup> sont régulées par le système rénine angiotensine aldostérone:



La stimulation du système se fait :

- Diminution de la PA
  - Hyponatrémie
  - Hypovolémie
- Libération de rénine

L'inhibition :

- Augmentation de la PA
  - Facteur natriurétique auriculaire
- Inhibition de la libération de rénine

L'action du système :

##### **Angiotensine II :**

- Libération d'ADH
- Effet dipsogène
- Réabsorption de Na<sup>+</sup> au niveau proximal
- Libération d'aldostérone

##### **Aldostérone :**

- Minéralocorticoïde produit par le cortex surrénalien
- Action rénale au niveau distal:

Réabsorption de Na<sup>+</sup> en échange d'un K<sup>+</sup> ou d'un H<sup>+</sup>

Conséquence : Augmentation de la PA et de la volémie

### Régulation du bilan potassique

Les cellules de la corticosurrénales sont directement sensibles à la kaliémie, dont l'augmentation provoque une stimulation de la libération d'aldostérone;

Plus la quantité de sodium délivrée au tube distal est importante plus la kaliurie s'élève et vice-versa.

### **Osmolalité et osmolarité :**

Une osmole est une molécule osmotiquement active dans une solution, càd, qui exerce un pouvoir d'attraction des molécules d'eau (pression osmotique):

La pression osmotique exercée par une mole de particule, dissoute dans 1 litre d'eau (osmolarité) ou dans 1 kilogramme de solvant (osmolalité).

Osmolalité plasmatique: nombre de particules osmotiquement actif par Kg de plasma.

Osmolarité plasmatique: nombre de particules osmotiquement actif par litre de plasma.

### **III. Etat d'hydratation et bilan sodé :**

La natrémie étant fixée, le volume du liquide extracellulaire est déterminé par la quantité de Na<sup>+</sup> qu'il contient.

La modification du bilan sodé s'accompagne d'une modification du bilan de l'eau pour maintenir une osmolalité plasmatique constante.

L'hydratation du milieu extracellulaire dépend donc du bilan du sodium:

Un bilan de sodium positif ==> hyperhydratation extracellulaire

Un bilan de sodium négatif ==> déshydratation extracellulaire

Le maintien de l'isotonie des liquides de l'organisme implique que l'hydratation du secteur intracellulaire dépend de l'osmolalité extracellulaire (plasmatique):

L'hypoosmolalité plasmatique ==> hyperhydratation intracellulaire

L'hyperosmolalité plasmatique ==> déshydratation intracellulaire

### **IV. Exploration biochimique du bilan hydrominérale :**

#### **1. Mesure de l'osmolalité**

L'osmolalité est mesurable par l'abaissement cryoscopique qui est de l'ordre de -0,56 °C pour le plasma

En fait l'abaissement du point de congélation d'une solution est proportionnel à son osmolalité

La mesure se fait à l'aide d'un osmomètre automatisé qui rend les résultats en mosm/Kg d'eau

L'osmolalité normale: 280à290mosmo/Kg.

L'osmolarité du plasma, elle est déduite de l'osmolalité:

Osmolalité= osmolarité x 0,94

## 2. Ionogramme sanguin :

Il s'agit de dosage des principaux électrolytes contenu dans le sang: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> :

Il se réalise sur plasma hépariné de préférence à jeun

Pour la mesure de K<sup>+</sup> la pause du garrot est proscrite

Il renseigne sur l'équilibre hydro-électrolytique qui est assuré par le rein, la peau, les poumons et le système digestif.

Il est donc utile dans les situations suivantes:

- diarrhée ou vomissements importants.
- maladie rénale ou respiratoire.
- trouble de l'hydratation.
- Sur le plan de l'indication médicale Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> sont rarement dissociés mais le K<sup>+</sup> peut être demandé seul en cas de grande acidose qui constituent une extrême urgence dont le résultat peut signifier l'indication d'une épuration extra-rénale immédiate.

Il permet le calcul du trou anionique=

Cations (Na + K) - anions (cl + HCO<sub>3</sub> + Pt)

## 3. Ionogramme urinaire :

Il se réduit au dosage du Na et du K au niveau urinaire

Urines de 24H

Rarement pratiquer seul, doit être confronté avec l'ionogramme sanguin.

Il permet de déterminer la part du rein dans le trouble.

Contrairement à l'ionogramme sanguin, il n'existe pas de valeurs normales fixes; le rein adapte l'excrétion urinaire des électrolytes de façon à équilibrer le bilan des entrées et les sorties

La capacité du rein à adapter l'excrétion de ces solutés est très large, elle est fonction :

- Des apports alimentaires
- De l'état d'hydratation du sujet

Le dosage des cations sodium et potassium est aujourd'hui réalisé par des méthodes physiques:

- la photométrie de flamme.
- les électrodes spécifiques.

Les méthodes chimiques étant complètement abandonnées

## V. Perturbations du bilan hydrominéral :

### A. Les perturbations électrolytiques :

Mis en forme : Police : Cambria Math

Mis en forme : Police : Cambria Math

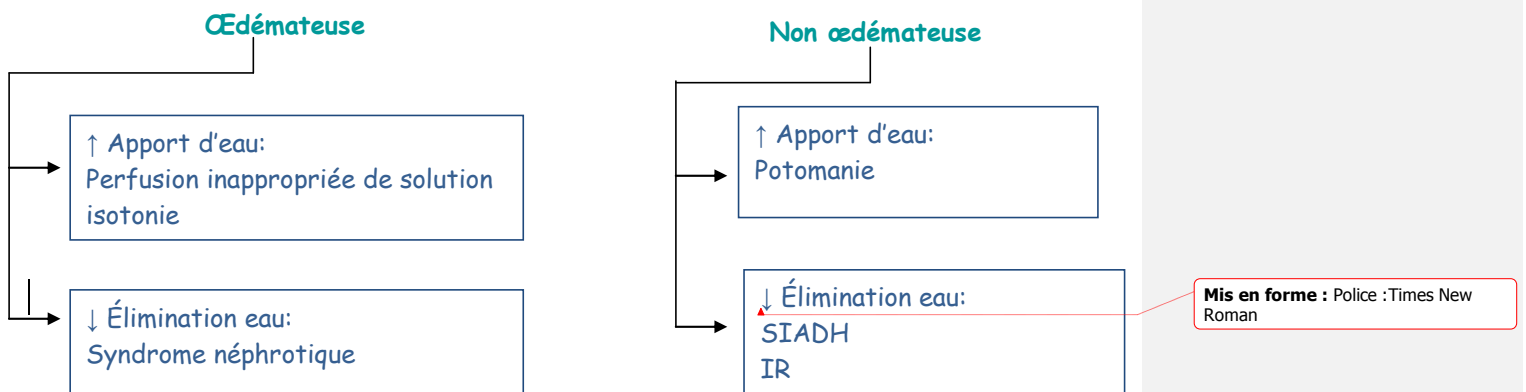
Mis en forme : Police : Cambria Math

## 1. Les hyponatrémies :

### Hyponatrémie de dilution (par rétention d'eau) :

- Apport hydrique excessif suite à une surcharge parentérale en solutés osmotiquement actifs.
- Rétention hydrique supérieure à la rétention d'électrolytes:
  - SIADH.
  - IC
  - IR
  - IH avec cirrhose

Signes cliniques et biologique d'hyperhydratation extracellulaire: diminution de l'hématocrite et de la protéinémie, hypotonie des globes oculaires, plis cutané et possible œdème.



### SIADH :

SIADH ou syndrome de Bartter apparait dans des pathologies très diverses: infection, tumeur, maladie pulmonaire, traumatisme, et chez de nombreux patients hospitalisés

La concentration d'ADH s'élève suite à des stimulations non osmotiques: hypotension, douleur, hypovolémie, etc...

### Hyponatrémie de déplétion :

Insuffisance d'apport par régime désodé prolongé.

Perte rénales avec natriurie élevée:

- Traitement par les diurétiques (thiazidique).
- Hypoaldostéronisme.

Pertes extrarénales avec natriurie basse:

- Perte digestive par vomissement ou diarrhée prolongée.

- Perte cutanée par brûlures étendues.

Conséquence :

Déshydratation extracellulaire avec perte de poids

Plis cutané.

Hémoconcentration: augmentation de l'hématocrite et de la protéinémie.

↓↓↓ **Volume du MEC**

↑ Pertes:  
Intestin, rein ou peau

↓ Apports:  
Extrêmement rare

**Pseudo-hyponatrémies (hyponatrémie factice):**

- présence de quantités anormalement élevées de composés osmotiquement actifs (hyperglycémie) (Hypertoniques)
- présence de quantités anormalement élevées de substances entraînant une réduction du volume plasmatique (Hyperprotidémies, Hyperlipidémies) (isotoniques)

**2. Les hypernatrémies :**

- Apport excessif de sodium par perfusion: rare.
- Diminution de l'apport hydrique
- Perte rénales d'eau:
  - Polyurie du diabète insipide.
  - Polyurie osmotique par hyperglycémie ou hypercalcémie.
- Perte extrarénales d'eau par:
  - Vomissement ou diarrhée prolongée.
  - Sudation importante.
- Conséquences:
  - Hyperosmolalité plasmatique.
  - Déshydratation, soif vive et sécheresse des muqueuses.
- TRT: Apport hydrique.

**Diabète insipide :**

Défaut du tube collecteur à concentrer les urines == > polyurie hypotonique

Origines:

- Centrale: DI neurogénique : carence en ADH
- Périphérique: DI néphrogénique: résistance du tube collecteur à l'action de l'ADH



Clinique:

- Polyurie, polydipsie, collapsus

Biologie:

- Hypernatrémie,
- urée U < urée P
- osm U < osm P

### 3. Les hyperkaliémies :

Excès d'apport: rare.

Diminution des pertes

IR grave.

Hypo-aldostéronisme.

Diurétique à action distale (spironalactone).

Excès de transfert vers le MEC:

Acidose métabolique et respiratoire.

Syndrome hémorragique, brulures, infarctus du myocarde.

Pancréatite aiguës.

Conséquences:

- Trouble neuromusculaire.
- Trouble de la conduction cardiaque, onde T ample, espace PR allongé, disparition de l'onde P à l'ECG.
- Pronostic vital en jeu  $K^+ > 6,5$  mmol/l

Traitement:

- Alcalinisation du plasma.
- Perfusion de sérum glucosé + l'insuline.
- Epuration extra-rénale

### 4. Les hypokaliémies :

- Carence d'apport kaliurie normale
- Pertes urinaires kaliurie > 20mEq/l:
  - Diurétiques non épargnateur de  $K^+$ .
  - Hyperaldostéronisme.
  - Hypercorticisme ou corticothérapie prolongée.
- Pertes extrarénales kaliurie < 20mEq/l
  - d'origine digestive: Vomissement, diarrhée, maladie des laxatifs.
- Excès de transfert vers MIC:
  - Alcalose.
  - Administration d'insuline ou des B adrénergiques

Conséquence:

- Troubles neuromusculaires (hypotonie, asthénie).
- Arythmie avec arrêt cardiaque possible
- Paralysie du grêle iléus.
- Alcalose métabolique par fuite urinaire des ions  $H^+$  (remplace le  $K^+$  dans l'échange du  $Na^+$ )

### 5. Déséquilibre des chlorures :

#### Les hyperchlorémies :

Excès d'apport par perfusion excessive de sérum physiologique.  
 Hyper natrémie de déshydratation.  
 Fuite rénale des bicarbonates donnant une acidose hyperchlorémique

#### Les hypochlorémies :

Perte digestive.  
 Augmentation de l'élimination rénale : rétention rénale des bicarbonates donnant Alcalose métabolique hypochlorémique.  
 Hyponatrémie

### B. Les perturbations hydriques :

	Déshydratation intracellulaire		Déshydratation extracellulaire
Causes	Perte de liquide extracellulaire hypotonique	Diabète Hyperglycémie	Perte de liquide extracellulaire hypertonique
Signes biologiques	Hypernatrémie	Hyponatrémie	Hyponatrémie
Symptômes cliniques	Déshydratation des cellules du cerveau		Etat de choc
Mécanismes de régulation	Sensation de soif Sécrétion d'ADH		Mise en jeu du système rénine-angiotensine

#### Déshydratation extracellulaire:

Diminution du volume extracellulaire sans changement de l'intracellulaire.

➤ **Cause:**

Pertes rénales de sels: IRC, hypoaldostéronisme, diurèse osmotique (diabète, hypercalcémie...)

Pertes extrarénales de sels: vomissements, diarrhées, brûlures...

➤ **Biologies:**

Hémoconcentration : augmentation de l'hématocrite

Biochimie : Equilibre hydrominérale

Dr. Lahouel.FZ

Augmentation des protides totaux  
Urée et créatinine élevée (IRA fonctionnelle)

**Déshydratation intracellulaire:**

Diminution du volume intracellulaire par mouvement vers le compartiment extracellulaire

Pertes d'eau > pertes saline ou pertes hypotonique