

L'équilibre hydroélectrolytique

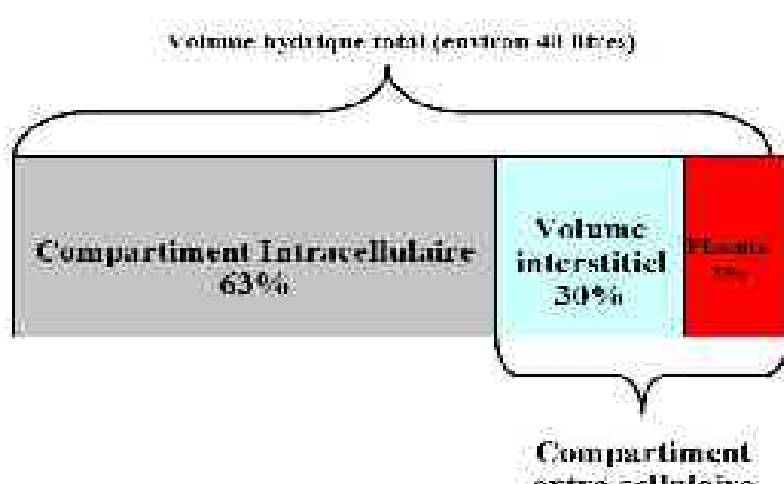
Ainsi que nous l'avons vu dans plusieurs cours, on se rappelle que les solutés diffusent selon leur gradient de concentration. Mais, si il y a gradient, il y a forcément une différence de concentration entre des différents milieux. Ces gradients sont indispensables à la vie cellulaire, et de leur équilibre et leur maintien dépend la survie de l'organisme entier, dont l'eau représente environ 60% du poids total.

I - La compartimentation hydrique.

On distingue différents types de compartiments hydriques. Le premier, venant immédiatement à l'esprit est celui contenant le sang, à savoir le compartiment extracellulaire. Mais il faut y rajouter l'eau se trouvant en milieu interstitiel, et appartenant également au compartiment extracellulaire.

Le second compartiment, est bien entendu, le compartiment intracellulaire, c'est à dire l'ensemble de l'eau et de ses solutés se trouvant à l'intérieur des cellules.

Fig. 1: Schéma représentant les compartiments hydriques de l'organisme

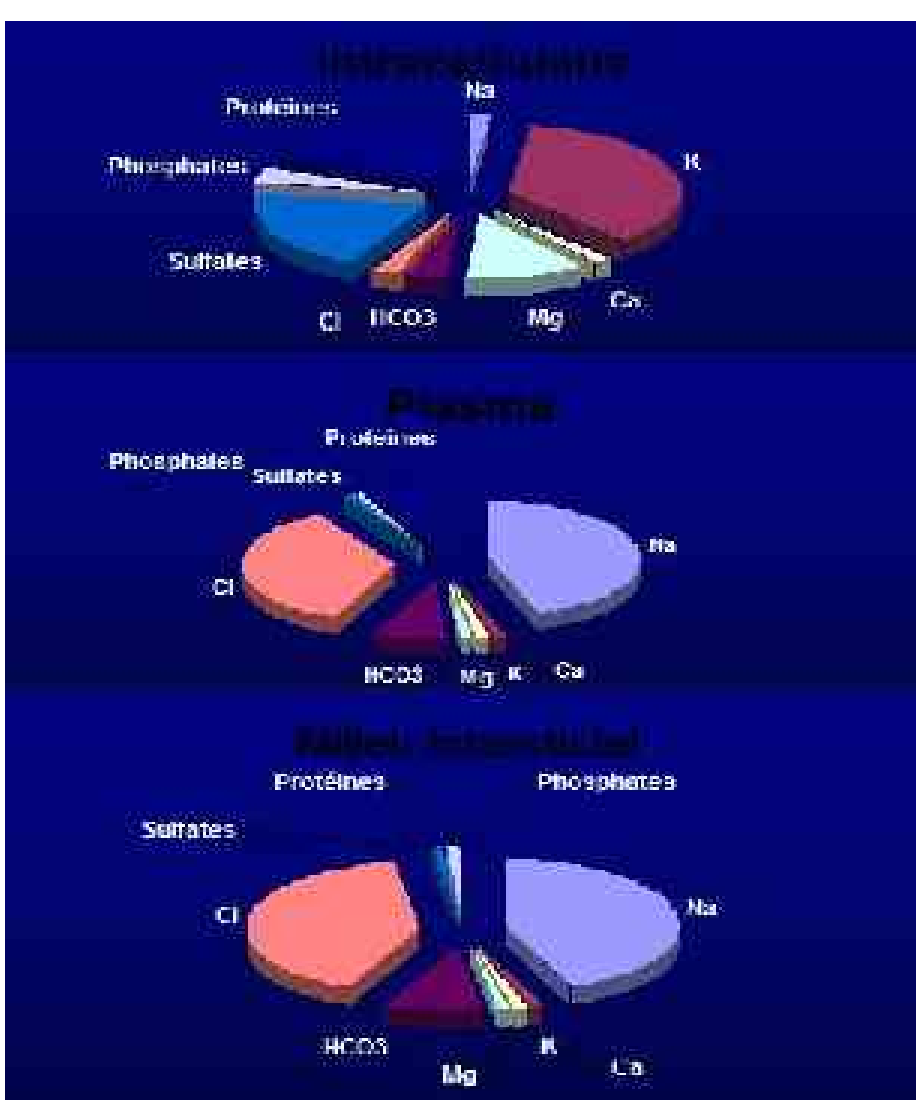


On pourrait distinguer encore d'autres sous compartimentations, comme la lymphe, le LCR, les sérosités, etc., mais on préférera les inclure dans le milieu "interstitiel" pour une plus grande facilité de compréhension.

II - Composition des liquides organiques:

On remarquera tout de suite une grande différence de concentration de certains ions entre les différents milieux:

Fig.2: Schéma de répartition des solutés dans les compartiments hydriques



En effet, le potassium, pour exemple, est beaucoup plus concentré en milieu intracellulaire, contrairement au sodium. Ces différences, allant à l'encontre de l'équilibre qui s'imposerait naturellement et passivement par les gradients de concentrations induisent un rééquilibrage actif et constant: c'est le rôle des pompes ioniques, qui seront développées plus loin.

III - L'équilibre hydrique:

Deux forces "passives" induisent des mouvements intercompartimentaux; il s'agit de la pression hydrostatique et de la pression osmotique.

Un adulte consomme en moyenne 2,5L d'eau par jour. Afin de conserver l'équilibre, il en rejette autant, la majorité par les urines (60%), par la respiration (28%), la transpiration (8%) et les matières fécales (4%).

La soif:

Les liquides organiques doivent être maintenus dans un équilibre osmolaire très étroit, de 290 à 300 mmol/kg). Quand l'osmolarité augmente, il se produit une sécheresse buccale, ainsi qu'une stimulation des centres de la soif, situés au niveau hypothalamique. L'hyperosmolarité provoque une fuite de l'eau intracellulaire de ces cellules, ce qui permet ainsi leur dépolarisation: ce sont les **osmorécepteurs**. Des récepteurs situés au niveau de la bouche et de l'appareil digestifs confirment l'absorption et exercent une rétroinhibition avant même que l'eau ait atteint le sang. Parallèlement, la libération d'ADH est activée.

- La déshydratation reflète une perte hydrique supérieure aux apports. Ils peuvent avoir plusieurs étiologies, de l'insuffisance simple de l'apport, au diabète sucré, à l'hémorragie importante ou à une diarrhée prolongée. Ses principaux symptômes sont un aspect rôti de la langue et de la cavité buccale, une soif et une oligurie. Dans un premier temps, la déshydratation se fait au niveau extracellulaire, puis, par osmose, se répercute au niveau intracellulaire. Les notions d'hyper/déshydratations intra ou extracellulaire feront l'objet d'un cours spécifique.
- L'hydratation hypotonique est, elle, une intoxication à l'eau, résultant soit d'une insuffisance rénale, ou d'une ingestion rapide et importante d'eau (potomanie). Le liquide extracellulaire s'en retrouve alors dilué, provoquant ensuite une hyponatrémie. Cette baisse se répercute par une osmose importante de l'eau dans les cellules, qui enflent alors, causant oedèmes par hyperhydratation intracellulaire, notamment au niveau cérébral, jusqu'au coma voire au décès.
- L'oedème quand à lui résulte d'une accumulation importante d'eau au sein du liquide interstitiel et entraînant un gonflement des tissus. L'insuffisance cardiaque droite, l'hypertension ou l'hypo protéinémie (par baisse de pression oncotique) en sont les principales causes.

IV - L'équilibre ionique

Un ion est un atome ou molécule qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons: ils possèdent une charge électrique non nulle. Nous les connaissons à l'état stable sous formes de sels, où ils s'associent avec un ion complémentaire, formant ainsi un couple moléculaire de charge nulle. L'exemple du sel de cuisine est le plus courant:

NaCl, ou chlorure de sodium, est une molécule de charge nulle, formée par l'accouplement d'un anion (ion négatif) Cl⁻ et d'un cation (ion positif) Na⁺.

Dilués dans les liquides organiques, leurs propriétés électriques sont indispensables à l'excitabilité membranaire des cellules.

Fig.3: principaux désordres hydroélectrolytiques

| Ion | | Etiologie | Conséquence |
|-----------|---|--|---|
| K | + | Insuffisance rénale, hypoaldostéronémie, lyse cellulaire importante, injection directe | Bradyarythmie pouvant aller à l'arrêt cardiaque |
| | - | Troubles digestifs, Cushing, inanition, hyperaldostéronémie, diurétiques | Arythmie avec arrêt cardiaque possible, alcalose, hypotonie musculaire. |
| Na | + | Rare, administration IV excessive | HTA, oedèmes, Insuff. Card. |
| | - | Brûlures importantes, Addison, vomissements, potomanie | Déshydratation, hypotension, confusion mentale, coma et décès par oedème cérébral |
| Cl | + | Apport excessif ou rétention, hyperK. | Acidose liée à une perte des ions bicar., Stupeur, Tachypnée, Inconscience |
| | - | Vomissements, hypoK, ingestion importante de substances alcalines | Alcalose par rétention des bicar |
| Mg | + | Rare, hypoaldostéronémie, ingestion importante | Troubles de la conscience, coma, dépression respiratoire. |
| | - | Exogénose, diurétiques, malnutrition | excitabilité neuromusculaire accrue, convulsions, fatigue ++ |
| Ca | + | Hyperparathyroïdie, ingestion excessive de Vitamine D, Cushing, Paget, néoplasme | Perte du capital osseux avec fractures spontanées, douleurs, lithiases calciques, troubles du rythme, respiratoires et coma |
| | - | alcalose, carence en Vit D | Tremblement, troubles tétaniques, convulsions, hypoexcitabilité cardiaque. |

A - Le Sodium:

L'ion Na est parmi l'équilibre le plus important pour le maintien de l'homéostasie. Sous toutes ses formes, il représente plus de 90% des ions extracellulaires. Ne traversant pas facilement les membranes plasmiques, son transport actif est réalisé par les pompes à Na/K.

Régulation:

Il existe trois principaux mécanismes régulateurs:

L'**aldostérone** est le principal facteur de régulation du sodium extracellulaire, bien qu'en l'absence de celui-ci, 80% des Na⁺ sont tout de même réabsorbés au niveau rénal. L'aldostérone provoque une réabsorption active du Na au niveau des tubules contournés distaux et des canaux collecteurs. L'aldostérone est produite par la zone glomérulée de la corticosurrénale (voir anatomophysiologie rénale). Sa production est activée principalement via l'appareil juxtaglomérulaire par le système rénine angiotensine. Celui-ci se met en branle lors de la diminution de la pression artérielle, ou de l'osmolarité du filtrat et inversement.

Des **barorécepteurs** situés au niveau de la crosse de l'aorte et des vaisseaux du cou "surveillent" le maintien de la volémie par la mesure de la pression artérielle. En cas de baisse volémique, des influx sont communiqués au rein via l'hypothalamus et le système nerveux sympathique, qui diminue son débit de filtration glomérulaire, réabsorbant l'eau et le Na.

Des **osmorécepteurs hypothalamiques**, enfin, détectent les variations d'osmolarité des solutés et communiquent l'information à l'hypothalamus. En réponse à ces influx, la neurohypophyse adapte sa sécrétion d'hormone antidiurétique: une augmentation du Na déclenche la **libération d'ADH**, permettant alors sa dilution et inversement.

B - Le potassium:

Le potassium est le principal cation intracellulaire. Son rôle est déterminant dans l'excitabilité et la dépolarisation des cellules, notamment nerveuses et musculaires. C'est sa répartition de part et d'autre de la membrane plasmique qui détermine le potentiel de repos.

Les ions potassium entrent aussi dans le cadre des systèmes tampons de l'organisme par compensation des variations de pH: la modification des ions H⁺ de part et d'autre de la membrane cellulaire est compensée par des mouvements opposés des K⁺. Ainsi, en cas d'acidose (augmentation des H⁺ intracellulaires), il y a parallèlement un mouvement des K⁺ vers le milieu extracellulaire et inversement, ce qui peut entraîner divers troubles, notamment nerveux et musculaires.

Régulation:

Il dépend essentiellement des reins: la variation de concentration extracellulaire est compensée par la sécrétion d'ions K⁺ par les cellules des tubules rénaux, alors d'une diminution réduit cette sécrétion. Toutefois, une légère sécrétion est constante, même en cas de déficit, pouvant, en cas de carence d'apport, entraîner une grave hypokaliémie. Les cellules de la corticosurrénale sont directement sensibles à la kaliémie, dont l'augmentation provoque une stimulation de la libération d'aldostérone: La réabsorption des Na⁺ par les tubules nécessite un échange avec un K⁺ (ou H⁺) afin de maintenir l'équilibre hydroélectrolytique.

On précisera bien évidemment que l'administration de potassium se fera avec un système de perfusion contrôlé voir en SAP et de préférence sur une voie centrale. L'injection de potassium **ne se fait jamais en intraveineux direct**

C - Le magnésium:

Le Mg²⁺ est indispensable au métabolisme des glucides et des protéines, et joue également un rôle dans la transmission neuromusculaire. Sa régulation est encore mal connue, mais on suppose qu'elle suit les mêmes mécanismes que le K⁺.

D - Le calcium:

Le calcium, Ca²⁺, est un cation indispensable à l'organisme: il sert à la coagulation, à l'activité sécrétrice des cellules, et à l'excitabilité neuromusculaire. C'est un électrolyte très précisément équilibré, principalement par deux hormones, la calcitonine et la parathormone. On le retrouve à 99% sous forme de sels dans les os.

La parathormone: c'est une hormone parathyroïdienne, stimulée par la diminution de la concentration plasmatique en Ca²⁺, agissant sur:

- Les ostéoclastes, qui s'activent sur la matrice osseuse, libérant des ions calcium et phosphate dans le sang
- L'intestin grêle, qui catabolise la vitamine D en sa forme active, permettant ainsi l'absorption du Ca au niveau intestinal.
- Les reins, en accroissant la réabsorption tubulaire des Ca²⁺

La calcitonine, hormone thyroïdienne, libérée en faveur d'une augmentation de la concentration en Ca²⁺, agissant sur:

- les ostéoblastes, qui, à l'inverse des ostéoclastes, construisent la matrice osseuse à partir du calcium plasmatique
- les reins, par inhibition de la réabsorption tubulaire