

Milieu Intérieur

I- L'eau dans l'organisme

Constituant principal de l'organisme humain, l'eau représente environ 65% du poids corporel ce qui correspond à 45litres pour une personne de 70kg.

La teneur en eau de l'organisme varie en fonction :

- De l'importance de la matière grasse
- De l'âge : plus les tissus vieillissent plus ils se déshydratent. Elle représente 75% du poids chez le nourrisson.
- Du sexe : 50% du poids de la femme

Dans l'organisme, la concentration de l'eau diffère d'un organe à l'autre : de 1% dans l'ivoire des dents à 90% dans le plasma chez l'adulte masculin

Cerveau : 76%, poumon : 78%, rein : 81%, os : 22%

1- Rôle de l'eau : En plus d'être le constituant principal des cellules ; l'eau remplit plusieurs fonctions :

- Participe aux réactions chimiques
- Assure le transit et le transport d'un certain nombre de substances :nutriments, globules, les anticorps et antigènes, hormonesetc.
- Permet l'élimination des déchets métaboliques
- Assure le maintien d'une température constante et homogène du corps.

2- Bilan de l'eau : il est déterminé à partir de la différence entre les entrées et les sorties en eau de l'organisme, autrement dit les apports et les éliminations d'eau.

- ✓ La quantité d'eau nécessaire à un adulte de taille moyenne, au repos et dans un climat tempéré est de 2,5litres/jour dont 1litre est apporté par les aliments et le reste par des boissons. Sans apport d'eau l'organisme ne peut vivre plus de 3jours.
- ✓ Cette eau est constamment éliminée par :
 - Les excréctions surtout l'urine
 - La respiration (lors de l'expiration)
 - La transpiration

Les quantités éliminées sont donc variables selon :

- Les conditions climatiques et
- L'activité physique

Plus la chaleur et/ou l'effort physique sont importants, plus la transpiration est abondante.

Toute perte d'eau par le corps doit être compensée par des apports, et la soif est le moyen par lequel l'organisme avertit qu'il est en état de déshydratation.

3- Les compartiments liquidiens de l'organisme

L'eau est répartie en deux grands compartiments :

- Compartiment extracellulaire
- Compartiment intracellulaire

A. Compartiment extracellulaire :

C'est l'eau présente à l'extérieur des cellules et qui représente 20% du poids corporel. Ce compartiment est subdivisé, à son tour en deux secteurs séparés par la paroi vasculaire :

1. *Secteur plasmatique :* C'est l'eau représentée par les liquides vasculaires correspondant à 4% du poids du corps (PC).

Le volume plasmatique chez un adulte de 70kg est en moyenne compris entre 2,8 et 3litres. Ce volume représente la 2eme composante du volume sanguin total (volémie) qui

est d'environ de 5 litres. Le volume globulaire (1ere composante) fait partie du compartiment intracellulaire.

❖ **Mesure du volume (Q) plasmatique(Qp) :**

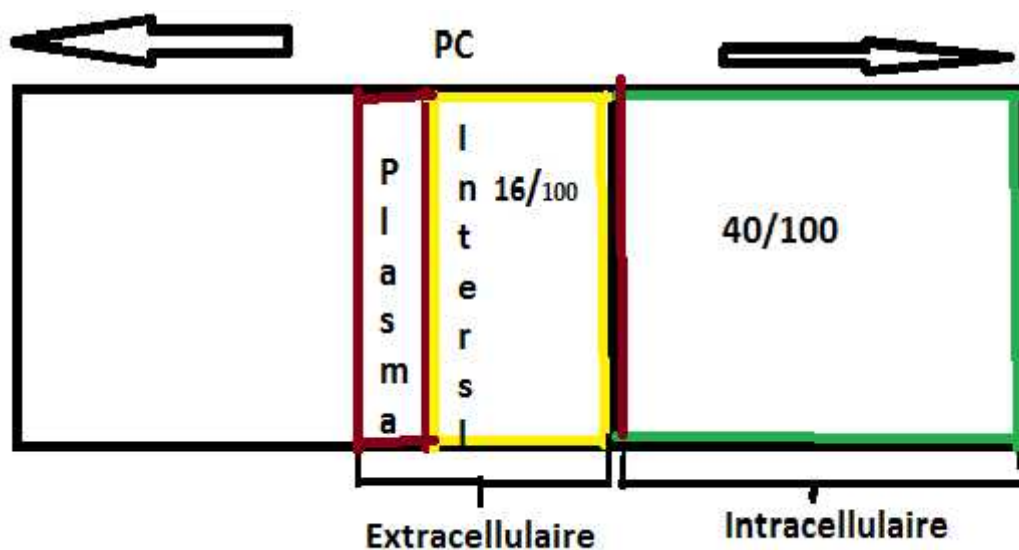
La mesure est possible grâce à la méthode de dilution (de Fick) par la dilution d'indicateurs ne franchissant pas la paroi vasculaire tel que : des colorants qui se fixent sur les protéines plasmatiques comme le bleu Evans, ou des isotopes comme le sérum albumine marqué à l'iode 131 et le technétium 99.

Le Qp peut être également calculé à partir du Q globulaire et de l'hématocrite (Ht) qui est la fraction du Q sanguin (Qsg) total occupée par les globules ; dans ce cas l'indicateur utilisé sont des globules rouges marqués au chrome 51.

$$Q_{sg} = Q_p + Q_g ; Ht = [Q_g / Q_{sg}] \times 100$$

2. *Secteur interstitiel* : C'est l'eau qui se trouve entre les cellules et les vaisseaux, autrement dit l'eau extracellulaire, extravasculaire et qui baigne toutes les cellules dont elle est séparée par la membrane plasmique. Elle représente 16% du PC et elle comprend :

- La lymphe
- Les liquides transcellulaires :
 - Sécrétions digestives
 - // endocrines
 - // exocrines
 - // séreuses
 - // muqueuses
 - Liquide céphalorachidien



B. Compartiment intracellulaire :

Correspond aux liquides contenus dans les cellules et représente 40% du PC.

Le volume de ce compartiment ne peut être mesuré directement mais il est calculé par soustraction du volume de l'eau extracellulaire de celui de l'eau total.

4- Composition électrolytique des compartiments liquidiens

L'eau plasmatique contient en solution des protéines (70g/l), des substances dissoutes non ionisées (urée, glucose, acides organiques faibles) et des électrolytes complètement dissociés. Les protéines occupent un volume relativement important : 70ml pour 1litre de plasma. Les deux électrolytes les plus importants du plasma sont les ions sodium (Na⁺) et les ions chlore (Cl⁻). Les cations et anions du plasma ont une concentration égale de 155mEq/l ce qui rend compte de l'électroneutralité du secteur.

La composition électrolytique du secteur interstitiel est très proche de celle du plasma ; avec une différence qui consiste en la faible concentration en protéines du secteur interstitiel relativement au plasma à cause de l'imperméabilité de la paroi vasculaire aux grosses molécules. Cette différence de concentration en protéines est à l'origine d'une légère modification de la répartition des électrolytes entre ces deux secteurs (équilibre de Gibbs-Donnan). Ainsi la [Na⁺] est peu plus basse (134mEq) dans l'interstitiel contre 142 dans le plasma alors que celle des bicarbonates et surtout du Cl⁻ est plus élevée.

- ❖ Si la membrane séparant deux milieux : 1 et 2 contenant tous les deux une solution de NaCl, si cette membrane est perméable à l'eau et aux électrolytes mais imperméable aux protéines (P⁻) ; les concentrations du Na⁺ et du Cl⁻ égales dans les deux milieux vont être modifiées pour atteindre un nouveau équilibre avec des concentrations différentes lorsqu'on ajoute des protéines à la solution 1 ; le nouveau équilibre s'établit de sorte que :

$$- \frac{[(\text{cations}) \times (\text{anions})]_1}{[(\text{cations}) \times (\text{anions})]_2} = \dots\dots\dots a$$

$$[\text{Na}^+]_1 / [(\text{P}^-) + (\text{Cl}^-)]_1 = [\text{Na}^+]_2 / [\text{Cl}^-]_2$$

$$- [\text{Na}^+]_1 = [(\text{P}^-) + (\text{Cl}^-)]_1 ; [\text{Na}^+]_2 = [\text{Cl}^-]_2 \dots\dots\dots \text{Electroneutralité} \dots\dots\dots b$$

Après équilibre...

$$- [\text{Na}^+]_1 \text{ est obligatoirement supérieure à } [\text{Na}^+]_2 \text{ et}$$

$$- [\text{Cl}^-]_2 // // // // (\text{Cl}^-)_1 \dots\dots\dots c$$

		EXTRACELLULAIRE		INTRACELLULAIRE
		Plasmatique	Interstitiel	
Cations	-Na ⁺	142	134	10
	-Ca ⁺	5	5	>5
	-K ⁺	4	4	160
	-Mg ⁺	3	3	40
Anions	-Cl ⁻	103	114	7
	-HCO ₃ ⁻	27	30	8
	-P ⁻	16	0	55
	-Ac.org. faibles	<2	Très faible	> 120

La composition électrolytique du compartiment intracellulaire est très différente de celle extracellulaire.

Les deux principaux électrolytiques de ce compartiment sont le potassium (K⁺) et les phosphates (HPO₄ et SO₄) dont la concentration est assez variable selon les territoires tissulaires.

5- Les échanges entre les différents compartiments :(mouvements hydro électrolytiques) :

Les transferts hydro-électrolytiques entre les différents secteurs liquidiens de l'organisme sont régis par trois forces :

- Pression hydrostatique
- Pression oncotique
- Pression osmotique

La pression hydrostatique(PH) liée aux contractions cardiaques, et la pression oncotique (POn) liée aux protéines plasmatiques règlent les mouvements hydriques et de substances dissoutes entre les secteurs plasmatique et interstitiel à travers la paroi vasculaire donc. L'eau et les substances sont poussées du milieu à haute pression vers celui à faible pression lorsque la perméabilité de la paroi le permet.

Les deux forces régissant ces échanges à travers la paroi vasculaire agissent en sens inverse : la PH agit pour extérioriser l'eau en dehors des vaisseaux alors que la POn la retienne. Le sens du mouvement surtout de l'eau est donc déterminé par la résultant des deux pressions.

Alors que la diffusion par osmose (Pos) règle les mouvements à travers la membrane plasmique entre les secteurs intracellulaire et interstitiel. L'eau diffuse toujours du milieu le moins concentré vers celui le plus concentré. La POn moyenne du plasma étant d'environ 25mmHg ; elle est contrebalancée par la PH qui n'est pas stable dans tout le réseau vasculaire, mais diminue progressivement du versant artériel du lit capillaire vers son versant veineux :

Sur le versant artériel la $PH > POn$, la résultante favorise donc la sortie de l'eau et des substances (filtration) vers l'intersticium ;

Sur le versant veineux, la PH diminue et devient inférieure à la POn, ce qui favorise des mouvements inverses c'est à dire une réabsorption vers les vaisseaux.

- ❖ *Malgré la grande perméabilité de la membrane cellulaire à l'eau, aux ions et aux substances de petit poids moléculaire, il existe une grande inégalité de répartition des ions de part et d'autre de cette membrane. Cette inégalité est due surtout à un transfert actif de ces ions grâce à la pompe à sodium qui expulse constamment le Na^+ à l'extérieur de la cellule contre du K^+ .*

Les états de déshydratation

Une déshydratation peut être : **Intracellulaire**, **Extracellulaire** ou **Globale** intéressant les deux compartiments à la fois.

Généralités : Les mouvements d'eau entre les différents compartiments de l'organisme (intra et extracellulaire) dépendent de l'osmolarité extracellulaire (plasmatique) et notamment de la **natrémie** liée aux variations du capital sodé en sodium échangeable (Na^+) :

- Un bilan de sodium positif : entrées \geq sorties = **Hyperhydratation extracellulaire**
- Un bilan de sodium négatif : entrées \leq sorties = **Déshydratation extracellulaire**

; et par conséquent l'état d'hydratation du secteur extracellulaire ne peut être jugé que sur les variations de la protidémie et de l'hématocrite indiquant une **hémodilution** ou une **hémococoncentration**.

En raison du rôle de la **natrémie** dans la détermination de l'osmolarité extracellulaire ; les perturbations du bilan hydrique ne peuvent être dissociés des troubles de l'équilibre sodique.

Ainsi en pathologie les déshydratations sont appréhendées sous l'angle d'hyper et d'hyponatrémie.

Toute augmentation de la concentration plasmatique en substances osmotiquement actives (hémococoncentration) s'accompagne d'une déshydratation intracellulaire : la natrémie (paramètre extracellulaire) renseigne sur l'état d'hydratation intracellulaire.

Le rein joue un rôle essentiel dans l'équilibre hydro-sodé par le contrôle de l'excrétion du sodium et de l'eau.

$$\text{Le Na}^+ \text{ excrété (Natriurèse)} = \text{Na}^+ \text{ Filtré} - \text{Na}^+ \text{ Réabsorbé}$$

Toute modification donc de la filtration ou de la réabsorption engendre une variation de la Natriurèse et par conséquent une perturbation du bilan hydrique.

Ce sont surtout les perturbations de la réabsorption du Na^+ par le rein qui se traduisent par une modification de la Natriurèse car la filtration influe peu cette dernière en raison de l'équilibre glomérulotubulaire adaptant la réabsorption à la filtration glomérulaire.

La natriurèse est :

- Diminuée en cas :
 - D'hypotension artérielle
 - Hypovolémie
 - Augmentation des résistances vasculaires
- Augmentée en cas :
 - Hypervolémie (proximale) avec hyperhydratation extracellulaire.
 - Insuffisance en minéralocorticoïdes (aldostérone).

- Enfin la réabsorption de l'eau libre au niveau des tubules rénaux est sous la dépendance de l'hormone antidiurétique (ADH), et l'excrétion de cette eau dépend donc de l'osmolalité :

$$\text{Natrémie} = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] / \text{eau totale}$$

A/ Déshydratation intracellulaire (DIC) : Est toujours causée par un état d'hémococoncentration avec surtout une hypernatrémie qui peut être consécutive, à son tour :

- Soit à une augmentation de la concentration plasmatique surtout en Na^+ (surcharge).
- Soit à une diminution de l'eau totale par manque d'eau global.

Dans les deux situations, l'hyperosmolalité extracellulaire (plasmatique) provoque une déshydratation intracellulaire (DIC) par déplacement d'eau vers le milieu extracellulaire (EC) plus concentré. La différence entre les deux situations est justement l'état d'hydratation du compartiment EC... ; qui est en hyperhydratation en cas d'hypernatrémie par surcharge sodée avec un bilan hydrique normal, et en déshydratation s'il s'agit d'un manque d'eau global avec bilan sodé normal.

1. Caractéristiques cliniques de la DIC :

*Hypotonie oculaire,
Sécheresse de la langue
Sensation de soif intense*

Ces signes sont spécifiques et peuvent s'associer à d'autres notamment ceux d'une déshydratation extracellulaire (DEC) en cas de déshydratation globale par manque d'eau à l'origine de l'hyperosmolalité.

2. Les causes de la DIC :

- Hémococoncentration par surcharge sodée (bilan d'eau normal) :
 - Hypernatrémies accidentelles qui surtout médicamenteuses chez l'enfant.
 - Perfusions de solutés hypertoniques et riches en NaCl ;
 - Non excrétion du Na^+ par le rein. Hypersécrétion d'aldostérone ou de l'hormone antidiurétique ADH). De même la non excrétion de Na^+ par atteinte rénale provoque une hyperosmolalité provoque une sécrétion d'ADH avec sensation de soif.
- Hémococoncentration par manque d'eau (bilan sodé normal) :
 - Insuffisances d'apports hydriques : incapacité de satisfaire les besoins (nourrisson, sujets grabataires, comateux, inconscients...)
 - Perte d'eau extrarénale : cutanée, respiratoire et surtout digestive (diarrhées).
 - Pertes hydriques rénales : diabète insipide, diabète néphrogénique, hypokaliémies et polyuries osmotiques.

Parfois il peut s'agir d'hypernatrémie neurogène par atteinte du système nerveux central avec absence de sensation de soif.

3. Traitement de la DIC :

Le principe du traitement de ces états consiste à assurer un bilan hydrique nul et un bilan sodé négatif.

B/ Déshydratation extracellulaire (DEC) : Peut être consécutive à une hémococoncentration (hypernatrémie) par manque d'eau totale dans le cadre donc d'une déshydratation globale, ou à une hyponatrémie par déplétion sodée sans trouble du bilan hydrique.

1. *Caractéristiques cliniques de la DEC : Surtout*

Pli cutanée

Hypotension artérielle

Hyperprotidémie, augmentation de l'hématocrite

Oligurie avec diminution de la Natriurèse

2. *Les causes de la DEC :* Lorsque la DEC entre dans le cadre d'une déshydratation globale, les causes sont donc ceux de cette dernière (voir DIC avec hypernatrémie par manque d'eau), mais en cas de DEC avec hyponatrémie et hyperhydratation intracellulaire (HIC). Les causes de la DEC dans ce cas sont ceux de la déplétion sodée qui peut être due à :

➤ *Hyponatrémie avec Natriurèse conservée :* L'origine dans ce cas est toujours rénale ; c'est le cas :

▪ L'insuffisance en minéralocorticoïdes (aldostérone).

▪ Néphropathies avec perte de sel.

➤ *Hyponatrémie avec diminution de la Natriurèse :* Il peut s'agir dans ce cas :

▪ *Carences par apports insuffisants en Na⁺ (rare)*

▪ *Perte de Na⁺ par voie cutanée (hypersudation : fièvre, effort)*

▪ *Surtout : Perte sodée par voie digestive : diarrhées, vomissements et aspirations gastriques.*

3. *Le traitement* de ces états de DEC doit viser à reconstituer le capital sodé extracellulaire (en cas d'hyponatrémie). On donne généralement du chlorure de sodium avec du chlorure de potassium.

C/ Hyperhydratation extracellulaire (HEC) : Dans le cas d'une inflation du compartiment extracellulaire par surcharge hydrique avec bilan sodé normal ; il y a une prise de poids (œdèmes) avec diminution de paramètres sanguins (protidémie, hématocrite....etc.)

➤ *Les causes :* Sont différents selon la conservation ou non de la Natriurèse :

○ *Si la Natriurèse est conservée :*

- Incapacité d'excréter l'eau libre (hypersécrétion d'ADH)
- Insuffisance rénale chronique
- Insuffisance en glucocorticoïdes (cortisol)

○ *Si la Natriurèse est diminuée :*

- *Hyperaldostéronisme*
- *Insuffisance cardiaque*
- *Insuffisance hépatique par cirrhose du foie notamment.*