

Les Compartiments liquidiens Body fluids



Plan

- * Introduction
- * Mesure du volume d'un compartiment liquidien
- * Composition des différents compartiments ou volumes

- * Les échanges entre les différents compartiments
- * Conclusion

Introduction

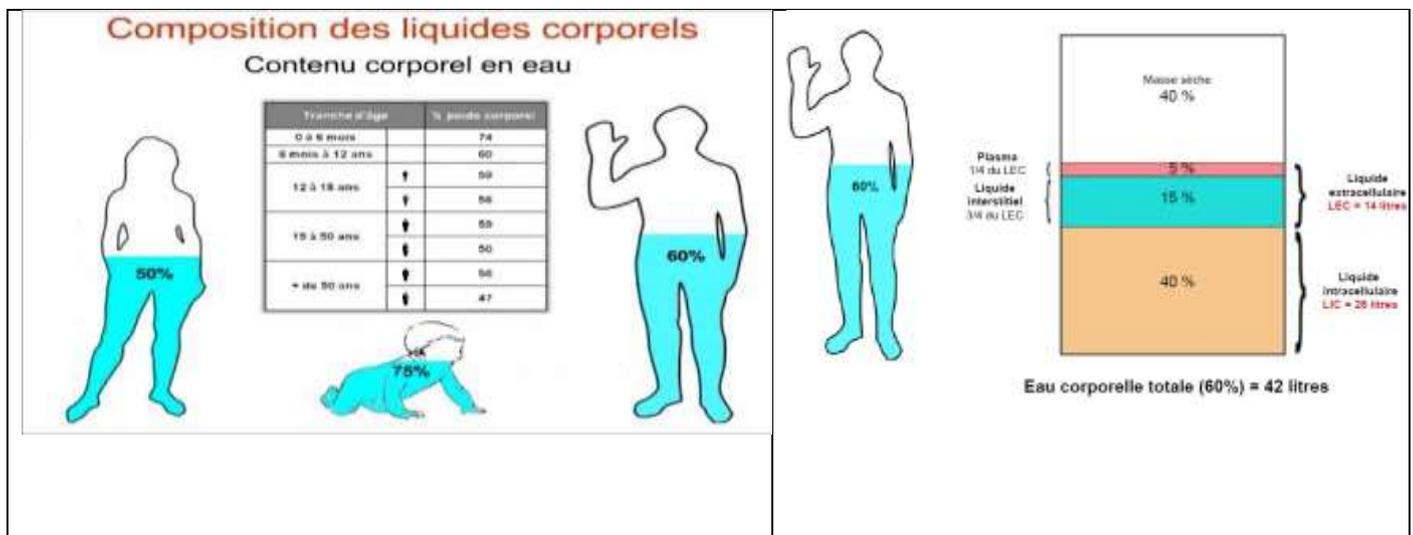
Le constituant le plus abondant de l'organisme c'est l'eau contenant des substances minérales

Teneur en eau du corps et variations

Chez l'adulte l'eau représente environ 2/3 du poids corporel ; soit 60 % du poids (70 kg = 42 L).

La teneur en eau varie Selon :

- * l'âge : plus d'eau chez le nourrisson (75 %) (les besoins et les risques de perturbations sont plus grandes); moins chez le vieillard (environs 50%).
- * le sexe : moins d'eau chez la femme (50%) par rapport à l'homme.
- * la nature du tissu : le tissu graisseux contient moins d'eau (20%) que le tissu maigre qui en contient environ 73%.



Répartition de l'eau dans l'organisme (adulte)

Cette eau est répartie dans deux compartiments (C) principaux ou secteurs ou volumes liquidiens:

- * Extracellulaire CEC 20 % qui comprend le compartiment vasculaire 05% et le compartiment interstitiel 15% du poids corporel.
- * Intracellulaire CIC: 40 % du poids corporel total.

Mesure du volume d'un compartiment liquidien

Méthode de dilution

Méthode estimative : Impédancemétrie bioélectrique

Méthode de dilution

Dilution d'un traceur ou marqueur se répartissant uniformément dans le compartiment à mesurer.

a) Critères : Le traceur doit être :

- atoxique, • facile à doser. • non métabolisé et lentement éliminé par le rein
- diffuser rapidement, uniformément, et uniquement dans le compartiment étudié et ne pas sortir de ce compartiment.
- Peut être isotopique ou non isotopique

b) Principe :

On injecte en intraveineuse une quantité (M) d'un traceur (isotopique ou non). Des prélèvements pour mesurer ses concentrations (C) par rapport au temps. Il en résulte une courbe semi logarithmique linéaire avec deux phases :

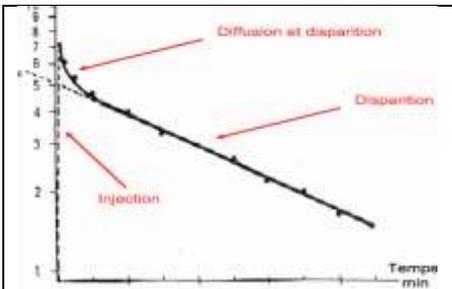
- * diffusion plasmatique : rapide de décroissance linéaire très pointue.
- * élimination rénale : lente de décroissance linéaire à pente faible.

Lorsque sa concentration est stable et homogène on prélève pour mesurer la concentration virtuelle théorique équivalente du traceur (C).

Le volume (V) du compartiment est donné par la relation :

$$C = M / V \quad \text{ou} \quad V = M / C$$

Le volume(V) est exprimé en litres.



Courbe de dilution

Les Traceurs utilisés pour la mesure des compartiments liquidiens de l'organisme.

Compartiments	Traceurs non isotopique	Traceurs isotopique
Eau corporelle totale ECT	Antipyrine Ethanol Urée	Eau tritiée D ₂ O Deutérum
CEC	Inuline Manitol	Sodium 24 chlore 36
C plasmatique	Bleu d'évans	Albumine marquée iode 131
CIC	Calculée : CIC = ECT - CEC	
C interstitiel	Calculé: CEC - C plasmatique	

Dr Boukoufa, A. MA physiologie clinique
métabolique et nutrition

Estimation par impédancemétrie bioélectrique

En imposant un courant alternatif de faible intensité entre 04 électrodes de l'appareil posées sur les poignets et les chevilles.

La mesure est fondée sur :

- * la capacité des tissus (l'eau) à conduire l'électricité,
- * le fait que les courants à basse fréquence ne pénètrent pas dans le secteur intracellulaire (= pour estimer le CEC) ; Contrairement aux courants à haute fréquence qui traversent la membrane plasmique (= pour estimer l'eau corporel total ECT).

(CIC = ECT – CEC).



Composition des différents compartiments ou volumes

Unités utilisées pour la mesure des composants :

Une solution = un solvant + un ou plusieurs solutés.

Une concentration (est le rapport) = quantité d'un soluté / solvant ; peut s'exprimer en Concentration :

1) pondérale des solutés : g/l, mg/l.

2) molaire : exprimée de deux façons :

*molarité : Nombre de mmoles/litre de solution.

*molalité : Nombre de mmoles/kilogramme de solvant.

- Le nombre de moles d'un soluté (millimoles, moles) =

$$\text{Concentration du soluté (mg/l, g/l)} / \text{masse atomique (masse moléculaire)}$$

3) osmolaire : 02 expressions :

*Osmolarité : Nombre de mosmoles de solutés/litre de solution

*Osmolalité : Nombre de mosmoles de solutés /kg de solvant

Substances non dissociées : 01 mmole donne 01 mosmole (glucose)

Substances dissociées : (ex. NaCl) 01 mmole de NaCl donne 02 mosmoles car 01 mmole de NaCl donne par dissociation 01 mmole de Na + 01 mmole de Cl.

4) Électrolytique (ions) : on utilise le milli Équivalent (mEq/l) de solution

$$\text{mEq/l} = \left(\text{concentration en mg/l} / \text{masse atomique} \right) \times \text{valence} = \text{mmol/l} \times \text{valence}$$

Valence : nombre de charge positif ou négative+ ou -

Exemples :

1) La natrémie en mmol est = 140 mmol/l pour le Na⁺ (sa valence = 01) donc la natrémie en mEq est :

$$140 \times 01 = 140 \text{ mEq/l}$$

2) La calcémie totale= 100 mg/l, (valence de Ca⁺⁺ = 2, masse atomique du Ca est 40 mg/mmol) donc :

$$\text{La calcémie en mEq est} = (100/40) \times 2 = 2.5 \times 2 = 05 \text{ mEq/l.}$$

Le Ca ionisé n'est pas 5 mais 2.5 mEq/l car 50% du Ca est liée aux protéines.

3) Une solution contient 22.2 g de chlorure de calcium CaCl₂ /L d'eau :

* Masse atomique moléculaire = Cl = 35.5 g/mol ;

$$\text{Ca}^{++} = 40 \text{ g/mol donc } 40 + 2 \times 35.5 = 111 \text{ mg/mmol}$$

* Molarité : $22200 \text{ mg} / 111 = 200 \text{ mmol/l}$ (22,2g = 22200 mg)

* Osmolarité : $(22200/111) \times 03 = 600 \text{ mOsm/l}$

(Nombre de particules de CaCl₂: 01 Ca + 02 Cl = 03)

* Concentration équivalente : $(22200 \text{ mg}/111) \times 04 = 800 \text{ mEq/l}$.

$$\text{Ca}^{++} = 02 ; 02 \text{ Cl} = 01 \times 02.$$

Compartiment extracellulaire ou CEC

Composition du CEC :

Il Représente 20 % du poids corporel total. C'est l'addition du **volume plasmatique VP ou CP** et du **volume interstitiel VI ou CI**.

Le compartiment plasmatique ou VP:

C'est le volume le plus intéressant car aisément prélevé et il fournit des informations indirectes sur l'état des autres volumes.

Plasma = c'est le surnageant obtenu par centrifugation de sang anti coagulé (le sérum est dépourvue de fibrinogène et est obtenu après coagulation spontanée)

VP représente 4 à 5 % du poids total, il est composé de : **Eau plasmatique 93 % + substances dissoutes**

Mesure du VP

Directement à l'aide de traceurs (bleu d'Evans ou albumine marquée à iode 131) ou bien **Indirectement** par l'hématocrite (Hte).

(L' Hte : c'est le rapport du volume globulaire (Vg) au volume sanguin VS ou bien c'est le volume occupé par les cellules (globules) exprimé en pourcentage du volume sanguin VS. On le mesure après centrifugation d'un faible volume sanguin 6µl dans un tube capillaire en verre anticoagulé.

Il est normalement compris entre 40 et 45% le plasma représente donc 55 à 60 % du volume sanguin.

Le volume sanguin est composé de volume globulaire et de volume plasmatique) donc :

Le VS = Vg + VP = représente 8% du poids total

$$\text{Hte} = \text{Vg}/\text{VS} = \text{Vg} / (\text{Vg} + \text{VP})$$

$$\text{VP} = \text{Vg} \times (100 - \text{Hte}) / \text{Hte}$$

Ou par l'appréciation de la volémie efficace (pratique médicale)

En mesurant la pression intra vasculaire sanguine artérielle mais surtout veineuse centrale PVC à l'aide de cathéters.

Ou grâce à **la protidémie et l'Hte** qui augmentent sensiblement = hémococoncentration quand le VP diminue et s'abaissent quand il augmente.

Par contre, lorsque les variations de l'Hte et de la protidémie divergent, on ne peut pas conclure.

Une perte de sang total s'accompagne d'une diminution de l'Hte.

Composition du CP OU Substances dissoutes

Ce sont les substances :

* **Organiques :**

** **protéiques : les protéines plasmatiques.**

** **non protéiques : azotées et non azotées**

* **Électrolytiques (cations et anions)**

Les substances organiques protidiques ou protéines plasmatiques :

Se comportent comme **des anions**.

En moyenne **la protidémie est : 60-75g/l** se répartissant en :

* Albumine : 35-45 g

*Globulines : 25-30 g/l = alpha1 G, alpha 2 G, bêta G, et gamma G

*le fibrinogène : 2-4 g/l.

Les substances organiques non protidiques :

- **les substances azotées** : représentées par :

- l'urée : 0,1-0,5 g/l. ; • la créatinine : 7-13 mg/l ; • l'acide urique : 25-70 mg/l. ;
- la bilirubine : 3-10 mg/l

- **les substances non azotées :**

- Glucose : glycémie à jeun : 0,7-1,1 g ; •Triglycerides: 0,5-1,5 g/l ; •Cholesterol: 1,5 -2,3 g/l

- Les électrolytes ou ionogramme sanguin :

Les électrolytes ou ionogramme sanguin:

<i>Cations</i> mEq/l		<i>Anions</i> mEq/l	
•Na ⁺ :	140 (140 mmol/L)	•Cl ⁻ :	103 (103 mmol/L)
•K ⁺ :	3.5 à 5 (3,5-5 mmol/L)	•HCO ₃ ⁻ :	25 (25 mmol/L)
•Ca ²⁺ :	5 (2,5 mmol/L)	•SO ₄ ²⁻ :	1
•Mg ²⁺ :	2 (0,9 mmol/L)	•PO ₄ ²⁻ :	2
		•Protéines:	16 (= 72 g/L)
		•Acides organiques R-COO:	5
Total	152	total	152
<p>*Trou anionique = {Na⁺} - {Cl⁻ + HCO₃⁻} = 12 ± 4 mmol/l * PH plasmatique : 7,40 (7,38-7,42) *le plasma est électro neutre : la somme des cations est égale à celle des anions. Attention : si les hématies sont abimées (lysées ou détruites), elles peuvent relarguer du potassium et ainsi augmenter artificiellement la kaliémie.</p>			

Dr Boukoufa.A.MA physiologie clinique
métabolique et nutrition sa

Le compartiment interstitiel Cl

*15-16 % du poids corporel total.

*comprend tous les espaces entourant les cellules et les tissus conjonctifs, l'eau intercellulaire et la lymphe.

C'est le véritable milieu intérieur.

Ce volume est calculé :

$$\text{Volume interstitiel} = \text{VEC} - \text{VP}$$

Composition du Cl:

Il contient 3/4 d'eau du CEC (15 % du poids corps)

- c'est un ultrafiltrat du plasma.
- composition voisine du plasma mais très pauvre en protéines.
- la concentration en ions Cl⁻ et HCO₃⁻: est légèrement plus élevée par rapport au VP. **Équilibre Gibbs Donnan**
- la concentration en ions Na⁺ : est légèrement moins élevée par rapport au VP.
- La Pression Osmotique est légèrement inférieure à celle du plasma

Milieu intérieur

Ce concept a été élaboré par Claude Bernard à la fin du 19^{ème} siècle. L'existence de l'être se passe, non pas dans le milieu extérieur, mais dans le milieu liquide intérieur circulant qui entoure et où baignent toutes les cellules ; c'est la lymphe ou le plasma, qui pénètrent les tissus et constituent l'ensemble de tous les liquides interstitiels.

La fixité (constance) du milieu intérieur est la condition essentielle de la vie libre et indépendante

Le compartiment intracellulaire ou CIC

Volume liquidien enfermé dans les membranes plasmiques des cellules.

Il représente 40 % du poids corporel total d'un adulte.

Ce volume est calculé à partir du volume de l'eau corporelle totale V_{H_2O} ou ECT mesurée grâce aux traceurs et du compartiment extracellulaire.

$$\text{CIC} = \text{ECT} - \text{CEC}$$

Composition du CIC :

Elle varie selon le type cellulaire mais en moyenne :

- L'ion K^+ 140 mEq/l représente le cation essentiel du milieu intracellulaire et à un moindre degré le Mg^{++} 35 mEq/l.
- L'ion Na^+ y est en faibles quantités 10 mEq/l.
- Les anions prédominants sont: les phosphates (HPO_4^{2-}) 120meq/l et les protéinates .
- Très riche en protéines 55 mEq/l. Pauvre en Cl^- 02 mEq/l et bicarbonates.
- **Son osmolarité est égale à celle du CEC : 290 mosmol/l**

Un autre compartiment est : **Le compartiment transcellulaire :**

- * C'est l'eau séparé du secteur plasmatique par un épithélium et non par un endothélium.
- * Représenté par : les sucs digestifs, le liquide céphalorachidien (LCR), le liquide des séreuses (plèvre, péritoine, synoviale), de l'œil et de l'oreille et des néphrons.
- * Négligeable à l'état physiologique (1 à 2% du poids corporel total) mais qui peut augmenter énormément en pathologie (ascite: épanchement intrapéritonéal, pleurésie..) 3ième secteur ou volume ou compartiment.

Au total :

Le milieu interstitiel contient très peu de protéines plus de Cl^- et de HCO_3^- et un peu moins de Na^+ que **le plasma**.

- . Le Na^+ : principal cation **du CEC**.
- . Le Cl^- : principale anion **du CEC**.

Le CIC : contient plus de protéines

- . Le K^+ : principal cation **du CIC**.
- . Le phosphate : principale anion **du CIC**.

La différence de répartition des ions entre **CIC et CEC** est due à la pompe Na-K.

Malgré cela **le CIC possède la même Osmolarité que le CEC**, c'est-à-dire la même concentration en substances dissoutes totale.

Toute différence d'Osmolarité transitoire entre ces deux secteurs induit un flux d'eau qui tend à rétablir l'équilibre de concentration entre Osmolarité intra et extracellulaire.

L'osmolarité plasmatique :

- C'est la somme des effets osmotiques des substances qui y sont présentes en solution ; les ions Na⁺, K⁺, Cl⁻ et HCO₃⁻ sont responsables de (95 %) de ces effets.

- La part des protéines est très faible mais joue un rôle important dans les échanges hydriques.

- La pression osmotique (Po) est donnée par la loi de Vant Hoff : $Po = K \times T \times (C / M)$

- K : constante des gaz parfaits : 8,314 J.K-1.osm-1 ; - T : température absolue en Kelvin (O absolu en Kelvins = - 273° C). ; - C : concentration en g/l ; - M : poids moléculaire ou poids molaire. ; - Unités de : mosmoles (01 mosmole = 17 mm Hg ; 01 osmole = 17024 mm Hg).

La PO est donc proportionnelle à l'osmolarité de la substance en solution.

Mesure de l'osmolarité plasmatique :

Se fait par la méthode de **cryoscopie** (congélation) ou delta cryoscopique : l'abaissement du point de congélation d'une solution est proportionnel à l'osmolarité de la solution.

Le Point de congélation :

*de l'eau : 0 °C.

*d'une solution de 1osm/kg d'eau= -1,86 °C.

*du plasma normal = - 0,54 °C (soit environ 290 mosm/kg).

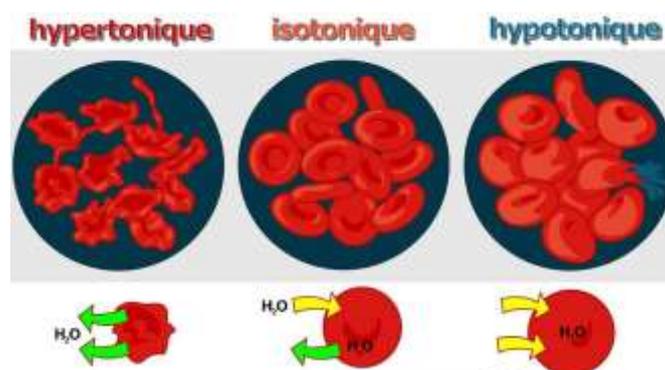
Calcul de la pression osmotique plasmatique:

En pratique médicale une valeur à approchée de **la PO totale** est obtenue par la formule :

$$PO. T = 2 \times [Na^+] + [urée] + [glucose] = 2 \times 140 \text{ mmol/l} + 5 \text{ mmol/l} + 5.5 \text{ mmol/l} = 290 \text{ mosm/l}$$

L'urée et le glucose sont osmotiquement inefficaces, (sauf dans les situations pathologiques : diabète, insuffisance rénale) donc on tient compte de la **PO Efficace** ou **tonicité** : $PO. E = 2 \times [Na^+] = 280 \text{ mOsm/l}$.

La natrémie renseigne sur l'état osmotique du plasma et détermine la PO du plasma et globalement du CEC et les mouvements d'eau.



Tonicité : effet de l'osmolarité d'une solution sur le volume cellulaire = reflet de l'hydratation intracellulaire

Si PO > 280 mOsm (CEC hypertonique) = mouvements d'eau de la cellule vers le plasma.

Si PO < 280 (CEC hypotonique) = mouvements d'eau du plasma vers la cellule,

Les échanges entre les différents compartiments

Les compartiments liquidiens ne sont **pas des volumes statiques** ils sont constamment renouvelés.

Ils échangent en permanence entre eux et avec le milieu extérieur (apport : tube digestif élimination : rénale....).

Donc : L'équilibre hydro électrolytique est dynamique.

Échanges entre plasma et secteur interstitiel :

Trans-capillaires (300 à 1000 m²) par diffusion et surtout par filtration réabsorption

Et drainage lymphatique qui se jette dans la circulation sanguine (veines sous-clavières)

À la différence du V interstitiel la lymphe contient plus de protéines. 20 à 30 g/l

Les échanges d'eau

Se font à travers les pores des capillaires, sous l'effet de différences de 4 pressions (forces de STARLING) :

• **hydrostatique capillaire** (PHC). 35 mm Hg à l'entrée du capillaire et 25 mm Hg à sa sortie.

• **hydrostatique interstitiel** (PHI). 5 mm hg.

*la différence entre les deux c'est la **pression transmurale** : PHC – PHI (favorise la sortie de l'eau hors des capillaires):

• à l'entrée : $35 - 5 = 30$ mm Hg.

• à sa sortie : $25 - 5 = 20$ mm Hg

• **colloïde capillaire (pression oncotique)** (POC) : due aux protéines du plasma (albumine). 26 mm Hg.

• **colloïde interstitiel** : POI = 1 mm Hg (pauvre en protéines).

*la différence entre les deux c'est la pression oncotique efficace favorise la réabsorption de l'eau du milieu interstitiel vers le capillaire : **POC – POI : $26 - 1 = 25$ mm Hg.**

-La force résultante F responsable du flux d'eau est égale à : **$F = K ((PHC - PHI) - (POC - POI))$.**

Deux situations sont à envisager :

* **Du côté artériel du capillaire (entrée) :**

• la transmurale 30 mm Hg – l'oncotique efficace 25 mm Hg.

==> la résultante F = **+5**mm Hg

• c'est une force qui favorise le passage de l'eau des capillaires vers le milieu interstitiel : c'est le processus de **filtration**.

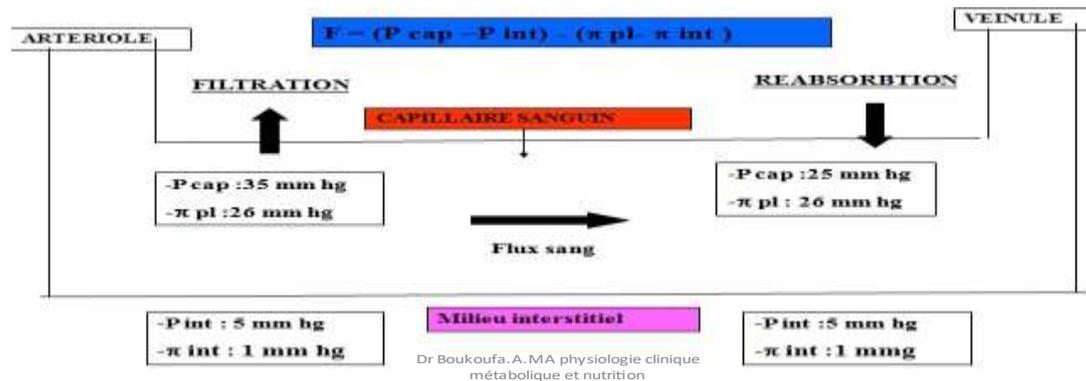
* **Du côté veineux du capillaire (sortie) :**

• la transmurale 20 mm Hg – l'oncotique efficace 25 mm Hg.

==> la résultante F = **-5** mm Hg.

• c'est une force de sens opposé à la première. L'eau va passer alors du milieu interstitiel vers le capillaire : c'est le processus de **réabsorption**.

**ECHANGES D'EAU ENTRE SECTEUR PLASMATIQUE ET INTERSTITIEL:
SCHEMA DE STARLING**



Drainage lymphatique

La réabsorption ne reprend que les 9/10ème du liquide ayant filtré, le 1/10ème restant est repris par la circulation lymphatique.

Ainsi, sur 20 litres de liquide échangés quotidiennement, 2 à 4 litres sont repris par la circulation lymphatique.

Échanges de solutés :

Se font dans les deux sens et par un processus passif Selon **deux mécanismes** :

- **par le flux d'eau** : phénomène du solvant drag; le bilan est nul car les molécules filtrées seront réabsorbées.
- **par processus de diffusion** : c'est le mécanisme essentiel de transfert en rapport avec l'existence de gradient de concentration ou électrique de part et d'autre de la paroi capillaire.

Le passage se fait de la zone de forte concentration vers celle de basse concentration.

Le glucose, les déchets métaboliques de même que l'O₂ et le CO₂ **diffusent librement**.

Échange entre C interstitiel et CIC :

Échanges liquidiens :

- La membrane cellulaire est librement perméable à l'eau par phénomènes osmotiques (osmose) passif et à travers des canaux membranaires aquaporines.
- A l'état normal, les deux (CEC et CIC) sont en équilibre osmotique.
- Toute variation de la tension osmotique (osmolarité ou POE) d'un secteur (surtout CEC) entraîne un mouvement d'eau du secteur hypotonique (région riche en eau) vers le secteur hypertonique (région pauvre en eau) jusqu'à l'équilibre.

En réalité les cellules luttent en permanence contre un flux entrant d'eau.

Échanges de solutés :

- La membrane plasmique a une perméabilité sélective pour les substances dissoutes.

Il existe deux principaux mécanismes de transport des solutés :

a) passif : se fait :

***soit par diffusion simple** : selon un gradient chimique (de concentration), ou électrique : le cas des acides gras, l'o₂ et du co₂.

***soit par diffusion facilitée** : passif selon un gradient chimique facilité par un transporteur membranaire spécifique : glucose, acides aminés et électrolytes et l'urée.

b) Actif

1) Primaire : contre un gradient chimique ou électrique on cite :

La pompe à Na-K ATPase : rejette 3 Na⁺ et récupère 2 K⁺ avec ou sans l'apparition d'une différence de potentiel transmembranaire.

La pompe H⁺ ATPase

2) secondaire : il y'a un transport actif primaire d'une substance x qui facilite le transport d'une 2ème substance y.

Nb : caractéristiques du transport actif : Il est :

-spécifique : chaque type concerne une substance précise.

-saturable.

-nécessite un apport d'énergie (hydrolyse de l'ATP).

Échanges entre le plasma et le milieu extérieur :

Représentent la différence entre l'entrée et la sortie d'une substance de l'organisme le bilan de ces échanges est normalement nul.

Le tube digestif est la principale voie d'entrée naturelle des substances, alors que plusieurs voies de sortie sont possibles tube digestif, peau, poumon et rein.

Seuls les reins ont la possibilité de maintenir l'équilibre entre les entrées et les sorties et donc de préserver la stabilité du milieu intérieur.

Bilan hydroélectrolytique

A l'état normal, il est stable d'où la notion d'homéostasie qui est la constance dans la composition et le volume des compartiments.

Bilan de l'eau :

Les entrées ou gains sont constituées :

*- **D'apport obligatoire endogène** : l'eau d'oxydation, catabolisme des nutriments ; relativement fixe : 500 ml /24 h.

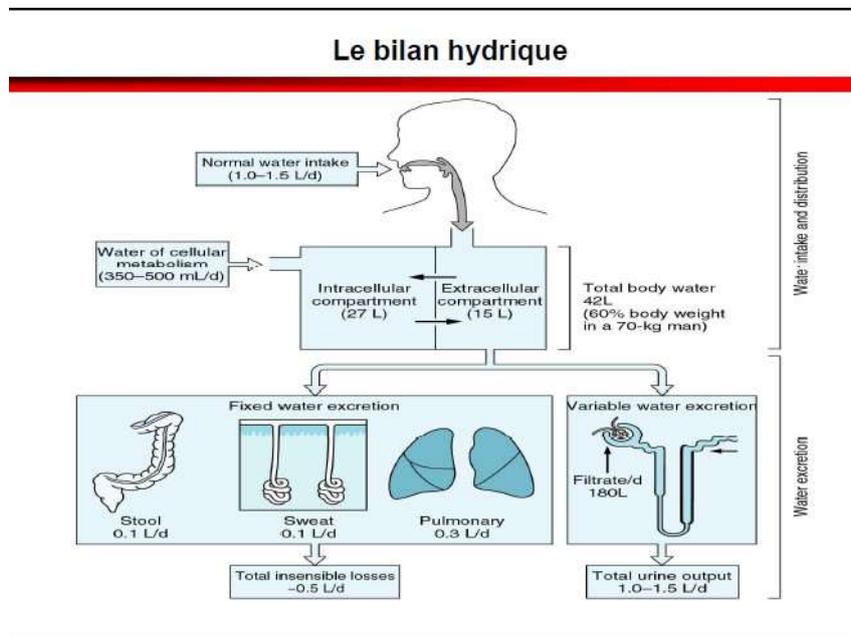
*- **D'apports exogène** : l'eau de boisson et l'hydratation des aliments. Varient entre 01 à 03 l selon les sujets et sont régulés par la sensation de soif. Chez le nourrisson les entrées sont de 150 à 100 ml/kg/24h.

Les sorties ou pertes extrarénales sont faibles d'environ 500 ml /j et sont peu régulées.

Les sorties hydriques rénales sont la cible majeure de la régulation, sous contrôle de l'hormone antidiurétique ADH.

À l'état stable la diurèse est égale à l'apport exogène 01 à 03 litres.

Le rein ajuste donc la sortie d'eau aux entrées et le bilan d'eau est constant.



Bilan de sodium :

Les gains ou apports sont de 100 à 200 mmol /24h = 06 à 12 g/de NaCl (01g de NaCl = 17 mmol de Na+)

Chez le nourrisson : 02 à 04 mEq/24h.

50% de sel de cuisine + 50 % sel naturellement présent dans les aliments ou ajouté lors de leurs fabrications.

Les pertes extrarénales sont négligeables et non régulées.

Les pertes rénales sont importantes et ajustables ou régulées.

Les reins ont la capacité d'ajuster la natriurèse (pertes rénales du sodium) aux entrées alimentaires de sodium et permette un bilan constant de sodium : **Les entrés = les sorties.**

Les déséquilibres hydroélectrolytiques

==>toute perturbation au niveau du CEC peut retentir sur le CIC.

La perturbation peut :

- Porter sur l'eau et le Na dans des proportions égales ET elles sont dite **iso-osmotique**. L'osmolarité plasmatique n'est pas modifiée.

- prédominer sur l'eau **OU** sur le Na :

L'osmolarité plasmatique est donc modifiée (augmente ou diminue).

Lorsque la concentration de sodium [Na+] extracellulaire augmente, la **Pression Osmotique augmente** donc **il y a passage d'eau du CIC vers le CEC.**

Lorsque [Na+] extracellulaire diminue, la **Pression osmotique diminue** donc il y a **passage d'eau du CEC vers le CIC.**

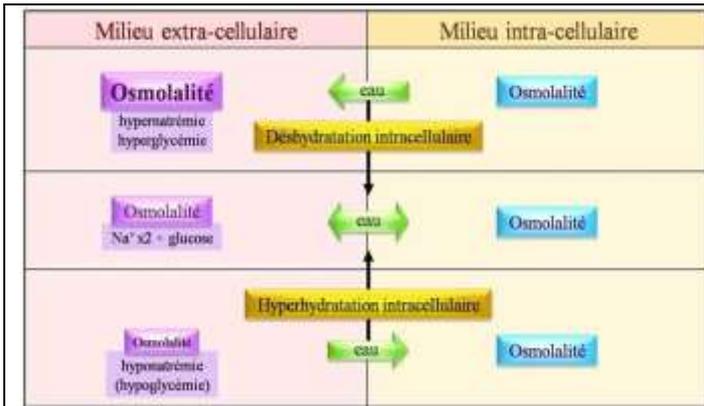
- intéresser :

Un seul compartiment isolément : dite **pure**

Ou les 2 compartiments à la fois : dite **mixte ou globale.**

Une augmentation du **Volume ou compartiment interstitiel** entraîne **des œdèmes**.

Une **obstruction lymphatique** entraîne en amont des **lymphœdèmes**.



La **natrémie** est le seul indicateur du CIC.

Dr Boukoufa A.MA physiologie clinique
métabolique et nutrition



Conclusion

L'eau et les substances minérales sont réparties dans l'organisme de façon non homogène en volume ou compartiment ou secteurs.

Le volume du liquide de chaque compartiment reste stable.

Cette stabilité constitue l'équilibre hydro électrolytique ou plusieurs facteurs concourent à cet équilibre en assurant l'annulation des bilans journaliers de l'eau et des électrolytes.