

Dr Harbi.

Les compartiments liquidiens

Définition du milieu intérieur.

- I. Méthodes d'études des compartiments liquidiens.
 - 1-Méthodes de bilans externes.
 - 2-Méthodes de dilutions de traceurs.

- II. Volumes liquidiens.
 - 1-l'eau dans l'organisme.
 - 2- volume extra-cellulaire.
 - a- Volume plasmatique.
 - b- Volume interstitiel.
 - 3-les liquides transcellulaires.

- III. Echanges entre les compartiments.
 - 1-Echanges entre plasma et milieu extérieur.
 - 2-Echanges entre plasma et liquide interstitiel.
 - 3-Echanges entre liquide interstitiel et liquide intracellulaire.

Définition du milieu intérieur.

Chez l'homme les cellules des différents appareils sont entourées par un espace appelé espace intercellulaire, où se trouve un liquide le liquide interstitiel, il représente la voie des échanges entre les cellules dont il assure le ravitaillement en matériaux énergétiques et structuraux, d'une part et d'autre part le drainage des déchets vers les territoires d'excrétion (reins, poumons).

Les cellules ne sont pas en contact avec le milieu extérieur, elles vivent dans ce liquide l'interstitiel, ce liquide interne est propre à l'être vivant dans lequel il se trouve, et par rapport au milieu extérieur, il constitue le milieu intérieur dans lequel s'exerce toutes les activités cellulaires (Claude Bernard).

Le milieu intérieur possède 2 caractéristiques :

1. caractères physico-chimiques stables :
 - La concentration (molarité 1mol/L – molalité 1mol/kg).
 - La pression osmotique (une osmole est la PO développée par une solution contenant une mole de soluté par L de solution osmolarité).
 - Le PH : potentiel acide.
 - La température.
 - La charge électrique.
2. caractères dynamiques : renouvellement permanent de son homogénéité

Ces deux caractères dépendent de deux systèmes :

- Système lymphatique.
- Un réseau capillaire.

I. Méthodes d'études des compartiments liquidiens :

- 1- Méthodes de bilans externes.
 - Nuls - Positifs - Négatifs

2- Méthodes de dilution de traceurs.

- Traceur repartis dans des volumes liquidien.
 - Définition d'un compartiment.
 - Mesure du volume d'un compartiment.
- Traceurs repartis dans les masses d'électrolytes :
On calcul la masse, ou capital échangeable de l'ion en 24 heure :

II. Volumes liquidiens :

1- L'eau dans l'organisme 60% du poids corporel.

L'eau contenant les substances minérales dissoutes, est le constituant le plus abondant de l'organisme. Il est repartie en compartiment ou secteur ou volume liquidiens. Le volume, la composition en solutés, et les propriétés physicochimiques des différents compartiments sont stables.

Cette stabilité constitue l'équilibre hydro-electrolytique.

Différents mécanismes (nerveux et hormonaux) sont responsables de cet équilibre en assurant l'égalité des entrées et des sorties en eau et en électrolytes : cette stabilité et ces mécanismes constituent **l'homéostasie.**

**Exemple : Homéostasie de l'eau.
Homéostasie du sodium.
Homéostasie phospho-calcique.**

Volume plasmatique.	}	Volume extracellulaire
Volume interstitiel.		
Volume intracellulaire.		

Le capital hydrique est :

- mesuré aux traceurs.
- pratique médicale : courbe de poids. (Age, sexe)
- Teneur en eau dans l'organisme est le résultat d'équilibre du bilan de l'eau.
Régulation : centre de la soif (hypothalamus).
ADH – Aldostérone – ANF – cortisol.

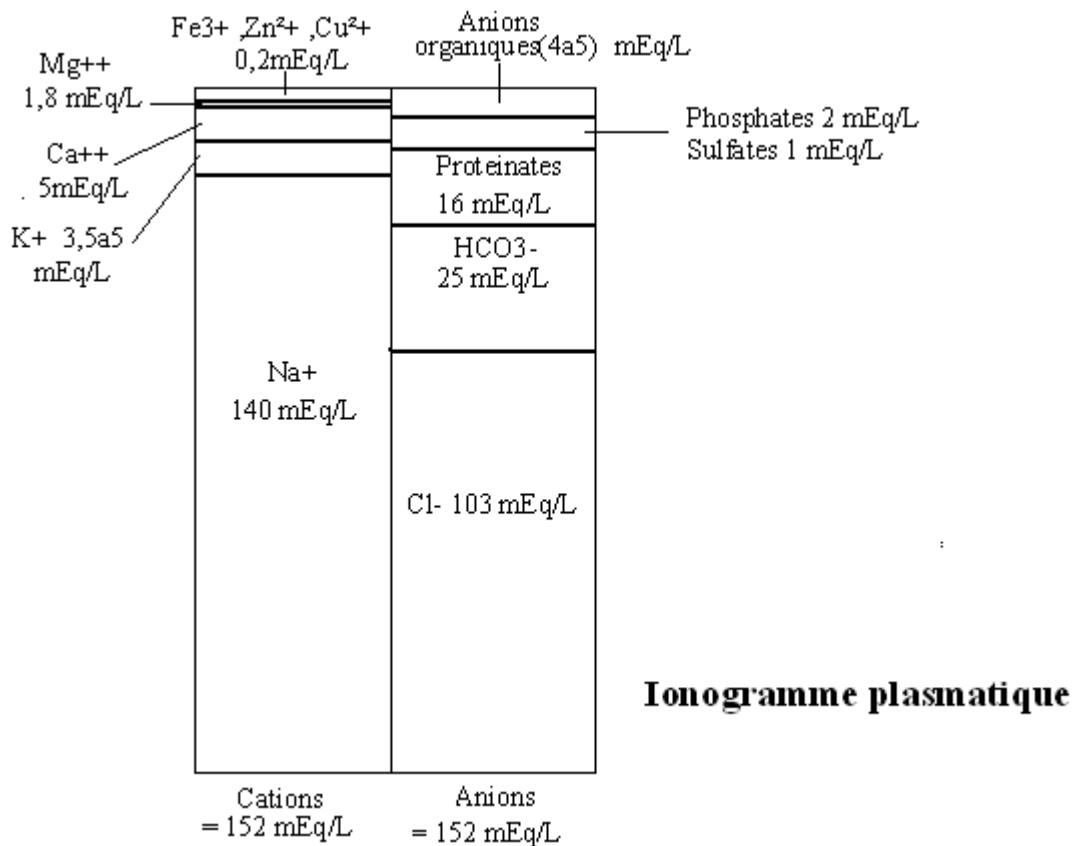
2- volume extracellulaire : compose de 2 volumes.

- volume du plasma.
 - volume interstitiel.
- a.** Il est mesuré à l'aide de traceurs traversant la paroi des capillaires mais non les membranes cellulaires (inuline, mannitol, thiocyanate de Na, brome 82).20% du poids corporel.
- Composition du plasma sanguin :
Le plasma sanguin est obtenu après centrifugation de sang, constitué de
 - eau 92%
 - de protéines 70 à 72g/l
 - de substances organiques non protéiques (azotées, glucidiques, lipidiques)

-de constituants minéraux. : La composition minérale est exprimée en charges anioniques et cationiques, constitue l'ionogramme plasmatique.
 Le plasma sanguin est électroneutre il contient autant d'anions que de cations.
 On parle normo, hypo ou hyper pour qualifier les concentrations ioniques.

Ionogramme plasmatique: chlorures et bicarbonates représentent des anions d'accompagnement, on considère que la quantité de sodium détermine le volume du plasma et globalement des liquides extracellulaires.

On dose la natrémie, la kaliémie, la calcémie (tous les cations.) La bicarbonatémie, la chlorémie et les protéines en g/l. il reste des anions indosés =Na+ - (CHL- + HCO3-) la différence inférieure à 12 meq/l, quand la différence dépasse cette valeur on parle de trou anionique.



- Pression osmotique plasmatique :

En pratique une valeur de la pression osmotique totale est obtenue par la formule :

$$POT = 2 \times \text{natrémie} + \text{azotémie} + \text{glycémie en mmol/l}$$

$$= 2 \times 140 \text{ mmol/l} + 5 \text{ mmol/l} + 5,5 \text{ mmol/l} = 290 \text{ mOsm/kg.}$$

Le glucose et l'urée sont très diffusibles dont les variations ne sont pas à l'origine de gradients osmotiques entre les compartiments PO = 2 x natrémie 280 mOsm/kg donc la seule valeur de la natrémie renseigne sur l'état osmotique du plasma et globalement des liquides extracellulaires.

b. Volume interstitiel :

- **La Mesure du V I** est indirect par la différence entre le volume extracellulaire et le volume plasmatique le V I représente 16 % du poids corporel.

Comprend 2 fractions inégales :

-le liquide interstitiel proprement dit : véritable milieu intérieur compris entre les capillaires de la grande circulation et les cellules.

-la lymphe canalisée.

- Composition du V I difficile à déterminer, structure d'un gel relativement déshydraté : l'eau (peu), les solutés .Il peut être considéré comme un ultra-filtrat plasmatique presque dépourvu de protéine.

La pression hydrostatique Pi est négative par rapport à la pression atmosphérique environ (-3mmHg)

Sa composition électrolytique est proche de celle du plasma avec de faibles différences dues à l'équilibre de Gibbs-Donnan.

Equilibre de Gibbs-Donnan.

10 prot-	15 Cl-
5Cl-	15 Na+
15 Na+	

a

10 prot-	12Cl-
8Cl-	12Na+
18 Na+	

b

Equilibre de G D à travers une membrane perméable aux électrolytes et imperméable aux Pr- :

--a situation initiale

--b établissement de l'équilibre de G D :

- Passage de 3 ions chl-
- Passage de 3 ions Na+

Du cote des protéines le produit des concentrations des ions diffusibles de signes opposés est le même de chaque côté de la membrane.

$$(18 \text{ Na}^+ \times 8 \text{ CHL}^-) = (12 \text{ Na}^+ \times 12 \text{ CHL}^-) = 144$$

La pression oncotique du plasma sanguin est la conséquence non seulement de la pression osmotique des colloïdes eux même, mais aussi de l'excès d'ions diffusibles, présents du côté des protéines équilibre de G D.

- Pression osmotique :

La pression oncotique ou pression colloïde osmotique due π_c des protéines plasmatiques représente 1,5mOsm/kg ou (25mmHg) , la pression oncotique π_i des protéines interstitielles représente 4mmHg. cette différence joue un rôle dans le mécanisme des échanges capillaires.

- La lymphe canalisée :

Des canaux lymphatiques drainent le liquide interstitiel lentement, ces canaux se réunissent et donnent les troncs lymphatiques qui rejoignent le sang veineux. La lymphe à la même composition que le liquide interstitiel, mais contient 20 à 30 g/l de protéines en moyenne. La circulation lymphatique draine les protéines interstitielles, une basse concentration protéique du milieu intérieur.

3- Le volume intracellulaire

C'est le volume liquidien enfermé dans les membranes plasmiques des cellules. Sa mesure est indirecte, par différence entre l'eau totale et le volume extracellulaire. Il représente 40 % du poids corporel d'un adulte.

La proportion d'eau est différente selon le type de cellule :

- hépatocyte 70% d'eau.
- l'adipocyte 10 % d'eau.

Cations		Anions	
Divers	Na ⁺ : 12 à 13 mEq/L	Divers	Ac.orga
	Mg ⁺⁺ : 40mEq/L		SO ₄ ⁻ : 20mEq/L
	K ⁺ : 135 à 150 mEq/L		Pr:55
			HPO ₄ ⁻ : 100mEq/L
	200mEq/L		200mEq/L

- La composition électrolytique est variable d'une cellule à une autre on a
 - les anions principaux : les phosphates, les protéinates.
 - les cations principaux : le potassium, et le magnésium

Les liquides transcellulaires : Comprend le liquide céphalorachidien, liquides de l'œil, de l'oreille, des séreuses (pleurale, péritonéale), des néphrons, et du tube digestif.

III. Echanges entre les compartiments :

Les compartiments liquidien ne sont pas des volumes statiques, il y a échange en permanence entre eux et avec le milieu extérieur, l'équilibre hydro électrolytique est dynamique.

1-Echanges entre plasma et milieu extérieur :

Par les 4 organes d'échanges l'homme prélève et rejette de l'eau du sodium le potassium le calcium le phosphore, le bilan de ces échanges est normalement nul (les différentes balances sont en équilibres.)

2-Echanges entre plasma et liquide interstitiel :

Deux voies :

- à travers la paroi des capillaires.
- par le drainage lymphatique : le drainage lymphatique ramène lentement 2 à 4 L de lymphe canalisée par 24 h des espaces interstitiels vers la circulation systémique, la lymphe a la même composition que le liquide interstitiel mais contient 20 à 30 g/L de protéines, la circulation lymphatique draine les protéines interstitielles et entretient la très basse concentration protéique du milieu intérieur.

- Echanges transcapillaires :

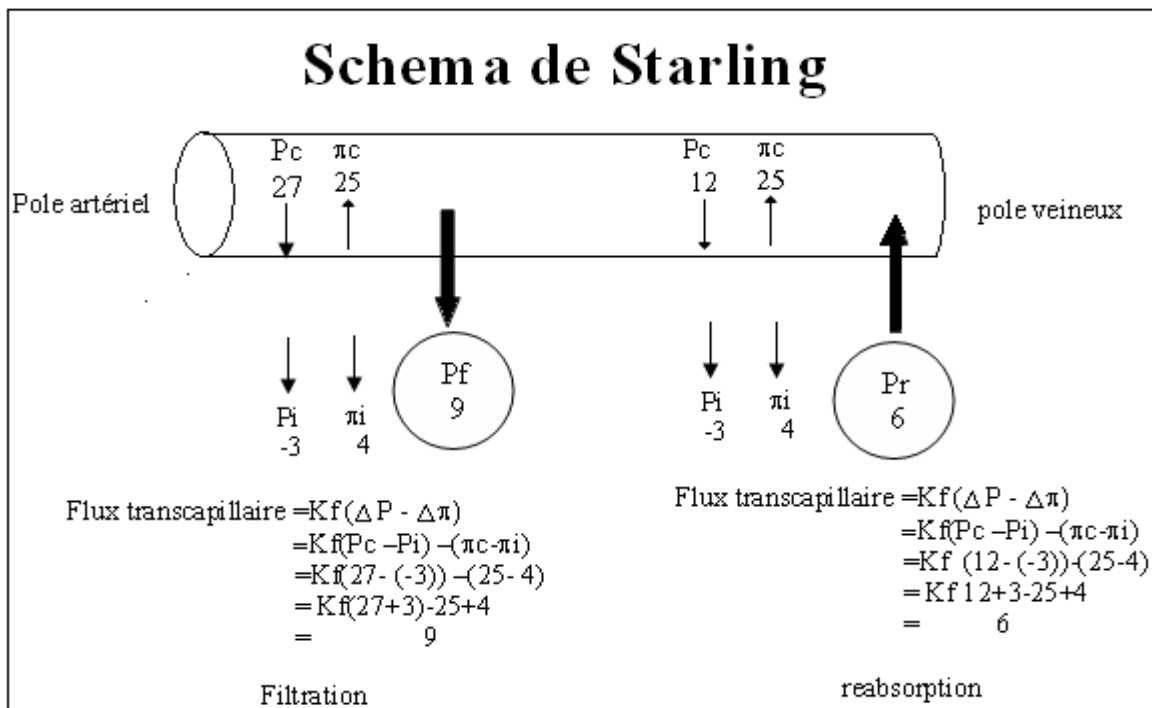
Les capillaires représentent une structure semi-perméable et une grande surface de 300 à 1000 m² étendue entre plasma et interstitium.

-Echanges par diffusion :

Ils sont permanents, 60 l/mn bidirectionnels et égaux. L'échange hydrique entraîne les gaz respiratoires et les petites molécules.

-Echanges par filtration réabsorption :

Ce sont les échanges principaux car ils peuvent varier et modifier les deux volumes concernés, ils sont régis par la relation inégale entre les pressions hydrostatiques capillaires et interstitielles (P_c , P_i) et les pressions oncotiques capillaires et interstitielles (π_c , π_i) selon le schéma de Starling.



K_f est le coefficient d'ultrafiltration de la paroi capillaire.

Le rapport change le long des capillaires systémiques en raison de la diminution progressive de P_c (pression hydrostatique capillaire) due à la résistance à l'écoulement du sang. Au pôle artériel des capillaires, la résultante de ces forces est une pression de filtration P_f de 9 mmHg et au pôle veineux, une pression de réabsorption P_r de 6 mmHg.

Le résultat est une sortie des capillaires d'environ 15 ml/min d'eau et de substances dissoutes plasmatiques, suivie de la réabsorption de 13,5ml de ce volume filtré donc le volume non réabsorbé est de 1,5 ml/min, il est repris par les vaisseaux lymphatiques dans l'interstitium.

3) échanges entre liquide interstitiel et liquide intracellulaire :

- **Transferts passifs par diffusion :**

- les ions diffusent en fonction du gradient de concentration ou électrique.
- La diffusion simple a lieu à travers la membrane plasmique pour les gaz respiratoires et quelques molécules.
- La diffusion des ions se produit à travers des canaux sélectifs.
- La diffusion facilitée utilise des transporteurs protéiques membranaires.

- **Transports actifs : transfert contre des gradients de concentration ou électrique, par des pompes ioniques ATP asiques qui maintiennent des compositions électrolytiques différentes à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule, ces pompes utilisent l'énergie libérée par hydrolyse de l'ATP exemple Na/K ATPase.**

Transferts passifs de l'eau par osmose : ils sont régis par des gradients de pression osmotique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule l'eau se déplace vers le compartiment dont la PO est plus élevée.