

## Væskebalance (kap 10-11)

1 osmol (osm) = 1 mol ( $6,02 \cdot 10^{23}$ ) af solutpartikler

- Et udtryk for antallet af osmotisk aktive partikler I en opløsning

### Osmotisk tryk:

- Det tryk, som netop forhindrer den osmotiske betingede vandtransport
- Et indirekte mål for opløsningens vand- og solutkonc.
- Øget osmotisk tryk => Øget solutkonc. Og nedsat vandkonc.

### Kolloidosmotisk tryk:

- Det osmotiske tryk, der skabes ved tilstedeværelsen af makromolekyler I en opløsning

### Osmolaritet:

- Beskriver partikelkonc. Som antal mol osmotisk aktive partikler per liter færdig opløsning f.eks. I mosm/L

### Isoton:

- To væsker, som har samme konc. Af effektive osmolytter ift. Ekstracellulærvæsken

### Hypoton:

- En væske med lavere konc. Af effektive osmolytter ift. Ekstracellulærvæsken
- Omvendt for hypertont

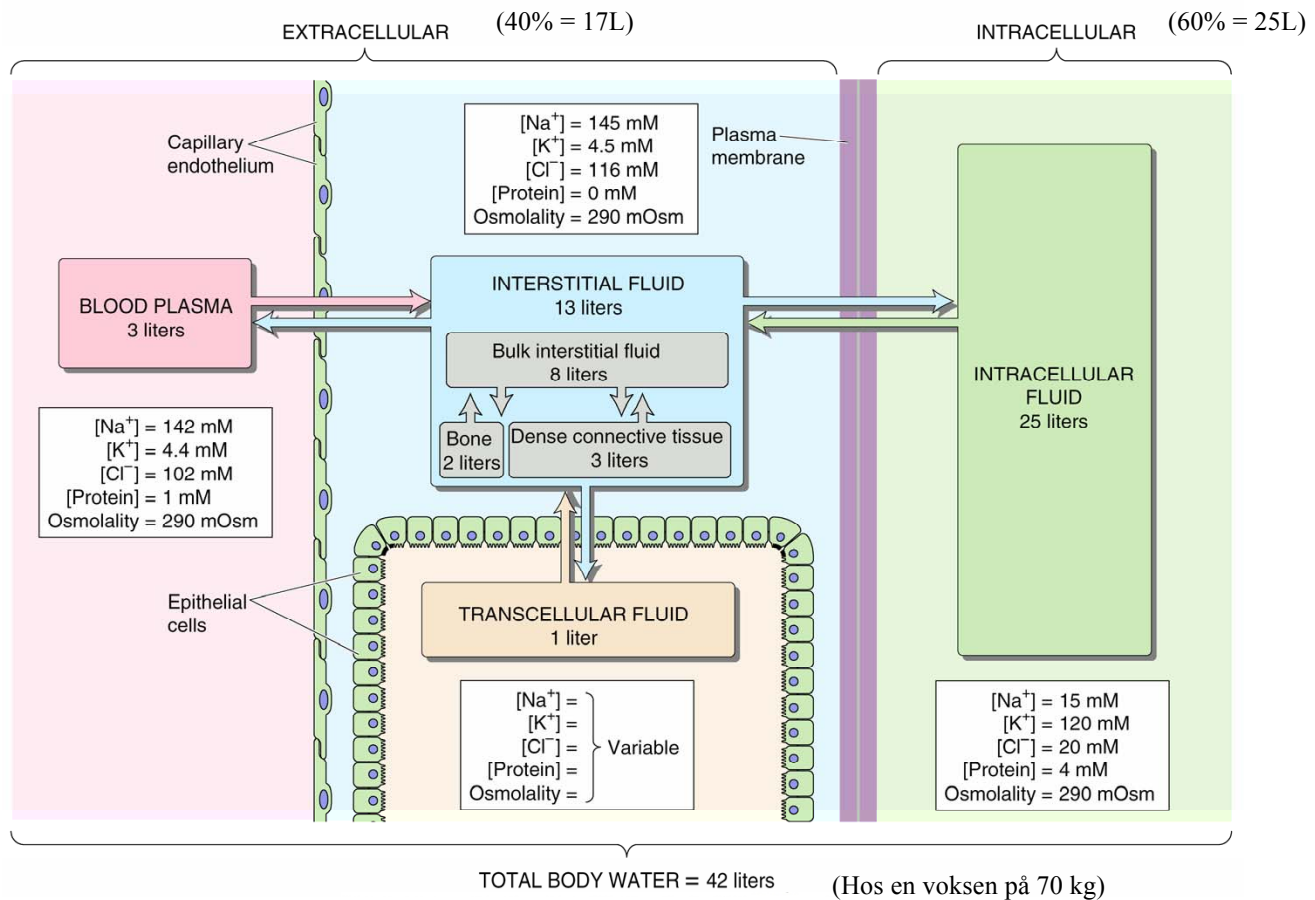
**Den effektive osmolaritet** =  $2 \cdot \text{plasma-}[\text{Na}^+] + \text{plasma-}[\text{glukose}] = 2 \cdot 142 \text{ mM} + 5 \text{ mM} = 289 \text{ mM/L}$

Ionsammensætningen i plasma og interstitiel fasen er stort set identisk pga. den store udskiftning af vand (plasma indeholder dog betydelig mere protein).

### Inulin:

- En indikator som kun fordeles (jævnt) i hele den ekstracellulære fase
- Passerer ikke i nævneværdigt omfang cellemembranen
- Binder ikke til (plasma)proteiner
- Kan derfor bruges til bestemmelse af ECV

## Kroppens væskefaser



### Total Body Water:

- Hos Mænd: 60 % af legemsvæsken udgøres af vand
- Hos Kvinder: 55 %

**Ekstracellulær væske:** Udgøres af plasmavolumen, interstitiel væskefase, transcellulær væskefase

### Transcellulær fase:

- Cerebrospinalvæske, øjets kammervæske, synovialvæske, æsken i peritoneal og perikardielle hulrum.
- Afgrænset ved epithelmembraner

1 liter plasma indeholder 0,94 liter vand. Koncentrationerne af stoffer er derfor ~6% højere hvis man beregner koncentrationerne per liter vand.

### Forskydninger af væske mellem intra- og ekstracellulærrummet

- Væskefordeling bestemmes af de små solutters effekt over membranen
- Cellemembranet er fleksibelt. Ingen hydrostatisk trykforskel over cellemembranet.
- Cellemembranet er vandpermeabelt. Ingen osmolalitätsforskel over cellemembranet. Ekvilibrering indenfor sekunder.
- Cellemembranet har lav permeabilitet for hovedparten af solutter (Na, K, Cl, Ca, osv).
- Stoffer som urea (og glukose) ækvilibrerer hurtigt over cellemembranen.
- Fordeling af vand er osmotisk bestemt, altså er de små solutters osmotiske effekt over membranen afgørende for vandtransport og vandfordeling.

### Vandbalance:

+ 1,8 L: Væske og føde	
+ 0,3 L: Forbrændingsvand ved metabolisme af indtagne organiske stoffer	
- 0,5 L: Perspiration insensibilis	(ikke reguleret)
- 0,1 L: Sved	(ikke reguleret)
- 0,13 L: Fæces	(ikke reguleret)
+ 1,37 L: Urin (fra 0,5 til 30 L)	(stramt reguleret)

Lign. tabel s. 226 i BN

	Volumen (liter)	Osmolaritet (mOsm/l)	Totale Osmol (mOsm)
Extracellulær væske	16,8	300	5040
Intracellulær væske	25,2	300	7560
Total body water	42	300	12600

$V * C = n$

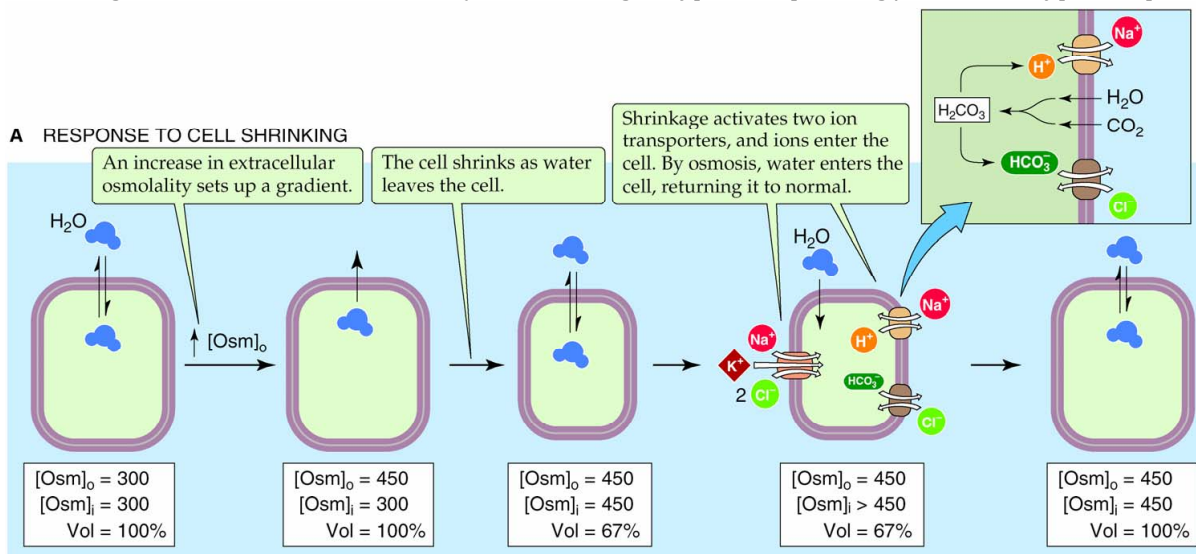
Princip for beregning af væskeforskyldning se s. 226-227 i BN

**Ændringer:**

- Al udveksling af vand med omgivelserne sker gn. ekstracellulærfasen.
- Ændringerne i ICV kan kun finde sted sekundært til en passiv vandtransport ml. ECV og ICV.
- Dehydrering – tab af eks. 4,2 L vand
  - o Osmolariteten stiger fra 300 mOsm/l til 333 mOsm/l
- NaCl underskud – tab af eks. **600 mmol NaCl  $\approx$  1200 mOsm**
  - o Osmolariteten falder fra 300 mOsm/l til 271 mOsm/l
- Tab af sved – tab af eks. **2 l vand og 100 mmol NaCl**
  - o Osmolariteten stiger fra 300 mOsm/l til 310 mOsm/l

**Celle volumen regulering – hypertont medie (RVI)**

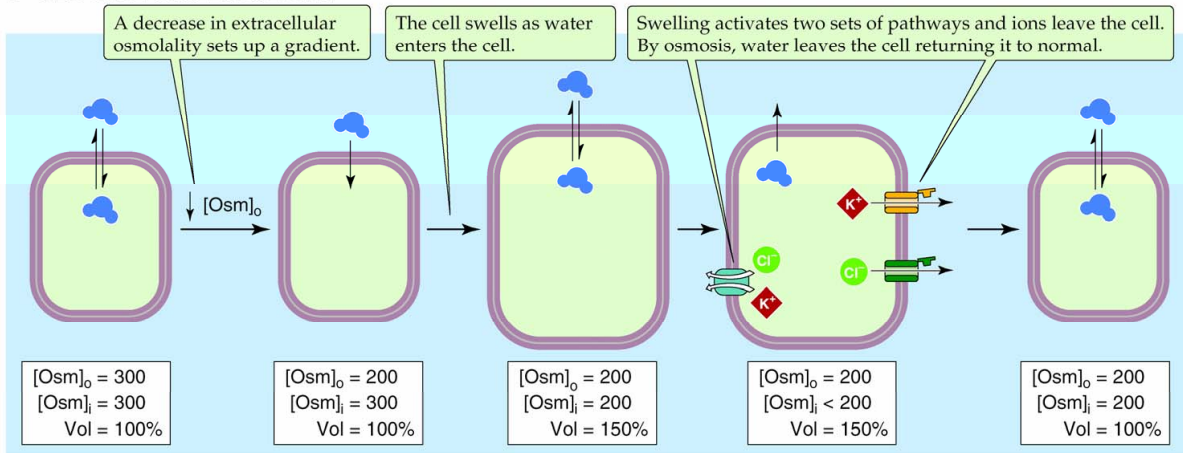
- Ved øget ekstracellulær osmolaritet (eks. tilsætning af hyperton opløsning / ved tab af hypoton opløsning)



**Celle volumen regulering – hyperton medie (RVD)**

- Ved nedsat ekstracellulær osmolaritet (eks. ved tilsætning af hypoton opløsning / ved tab af hyperton opløsning)

**B RESPONSE TO CELL SWELLING**



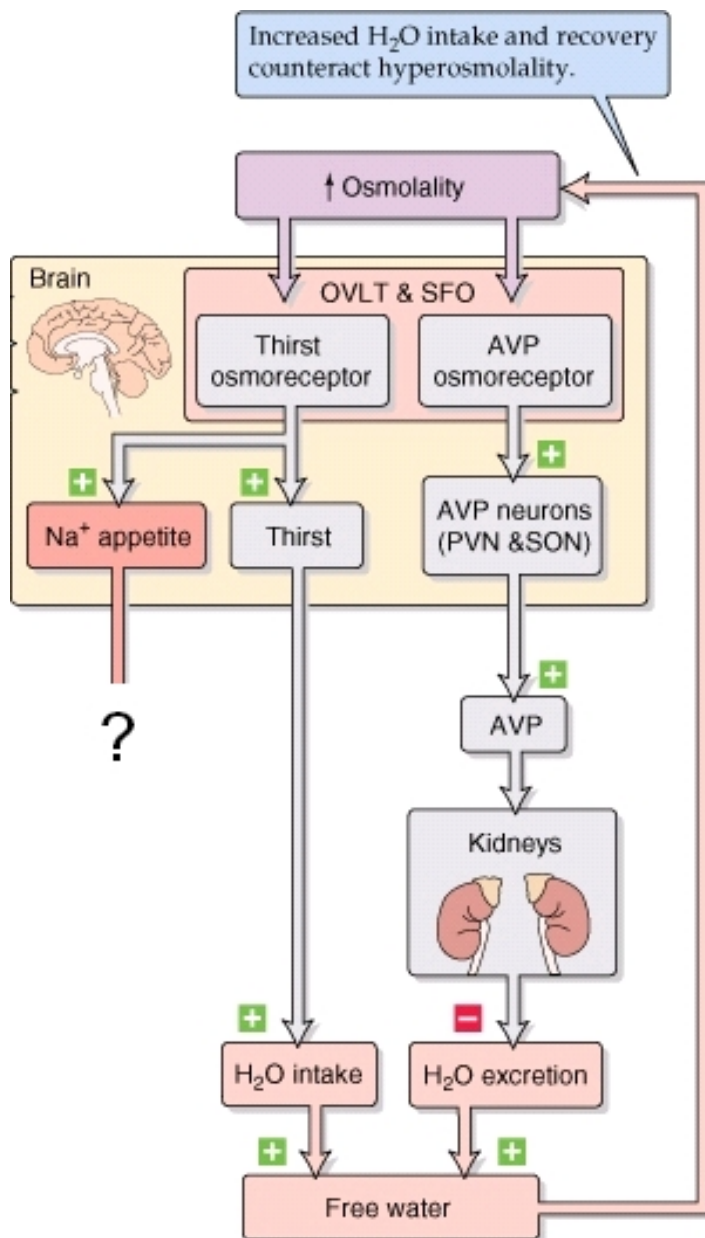
**Forskydning af væske mellem plasma- og interstitielvolumenet (Starling-kræfter)**

- Kapillærmembranen er permeabel for alle små solutter (Na, K, Ca, glukose, osv) og vand.
- Kapillærmembranen er impermeabel over for plasma proteinerne, hvorfor kun disse udøver en osmotisk effekt over membranen (kolloidosmotisk tryk).

# Osmolalitäts- og volumen regulering

	Osmoregulation	Volume regulation
What is being sensed	Plasma osmolality	Effective circulating volume
Sensors	Hypothalamic osmoreceptors	Carotid sinus Afferent arteriole Atria
Effectors	Antidiuretic hormone Thirst	Renin-angiotensin-aldosterone Sympathetic nervous system Atrial natriuretic peptide Pressure natriuresis Antidiuretic hormone
What is affected	Urine osmolality and via thirst water intake	Urine sodium excretion

## Osmolaritet og regulering: Salt- og vandindtagelse (s. 234 i BN)



En ændring i blodets osmolaritet vil pga. den osmotiske ligevægt forplante sig til cerebrospinalvæsken og hjernens interstitielvæske og påvirke de osmofølsomme neuroner.

### Fremkaldelse af tørst:

- Hyperosmolaritet (ved ændring på 1-3%)
- Plasmaosmolaritet over 295 mosm/L
- Fald i det ekstracellulære volumen
- Fald i BT (10-15% arterielt)
- Blodtab (ved tab på 10-15%)

### ADH sekretion:

- Fald i blodvolumen på 5-10%
- Fald i MAP
- Morfin og nikotin
- Kvalme/opkast, smerte, fysisk aktivitet, stress og akut hyperglykæmi
- Plasmaosmolaritet tærskelværdi ved 280 mosm/L
  - o Igangsættes før tørst

### De 4 vigtigste kontrolsystemer, der regulerer ECV – og dermed Na<sup>+</sup>-balancen:

- 1) Renin-angiotensin-aldosteron systemet
  - Aktiveres ved reduceret blodvolumen/tryk => antinatriurese
- 2) Det sympatiske nervesystem
  - Aktiveres ved reduceret blodvolumen/tryk => antinatriurese
- 3) De natriuretiske peptider
  - Aktiveres ved øget blodvolumen/tryk => øget Na<sup>+</sup>-udskillelse
- 4) Tryknatriuresen
  - Aktiveres ved øget blodvolumen/tryk => øget Na<sup>+</sup>-udskillelse
  - Tryknatriurese: Ved øget arterielt BT => Nedsat proximal Na<sup>+</sup>-reabsorption

#### De 4 Starlingkræfter, der afgør den kapillære filtration:

- **Starling**-kræfterne består af forskellen mellem det interstielle tryk og trykket i plasma/kapillæret.

$$F = K_{Fc} \cdot [(P_c - P_i) - \sigma(\pi_p^e - \pi_i^e)]$$

- - o F: Flow af væske fra kapillær til interstits
  - o Hydrostatiske trykforskel
    - Det hydrostatiske tryk aftager med højden af en væskesøjle. Tyngdekraften på væsken balanceres af en modsatrettet kraft fra trykfeltet.
    - Kapillærtrykket:  $P_c$ 
      - Presser væske ud af karbanen
      - Kapillærtrykket er ca. 20-30 mmHg
      - Øges når benene hænger nedad => giver øget F og øget væske interstits
    - Interstitieltrykket:  $P_i$ 
      - Presser væske ind i karbanen
      - Interstitieltrykket er 0 mmHg
  - o Kolloidosmotiske forskel  $(\pi)$ 
    - Plasmas kolloidosmotiske tryk:  $\pi_p^e$ 
      - Suger væske ind i karbanen ved osmose
      - Dette er defineret, som det osmotiske tryk fra plasmaproteiner i kapillæret.
      - Ligger på ca. 25 mmHg (ca. 3,6 kPa)
    - Intestielle kolloidosmotiske tryk:  $\pi_i^e$ 
      - Suger væske ud fra karbanen ved osmose.
      - Defineret som det osmotiske tryk fra proteiner i interstitset
      - Ligger på ca. 4 mmHg (ca. 0,5 kPa)
  - o  $\sigma$ : Reflektionskoefficienten
    - Fraktionen af plasma protein molekyler, der reflekteres på kapillærvæggen følgende kollisioner
  - o  $K_{Fc}$ : Kapillære filtrationskapacitet / Filtrationskoefficienten
    - Korresponderer til permeabiliteten og måles i enheden: ml væske pr min
      - Per kPa i 100 g væv (ml/min·kPa·100 g væv)
    - Afhænger af vævstypen etc.:
      - I benene vil værdien være 0.075

Kolloid: meget små partikler i en væske

Osmose: Diffusion af opløsningsmiddel gn. en semipermeabel membran

