

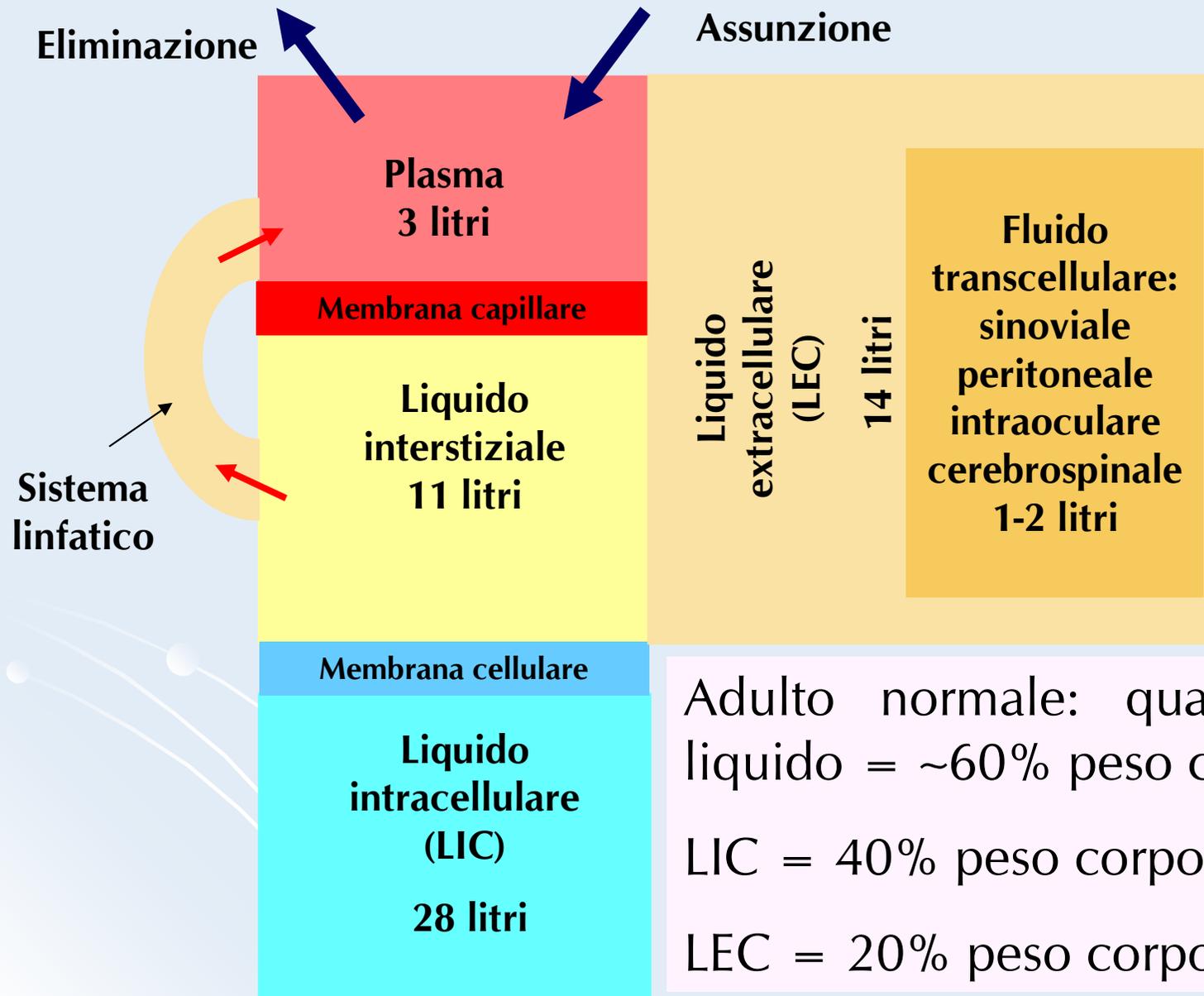
Bilancio idrico



I compartimenti liquidi corporei

- Mantenere costanti volume ed osmolarità dei liquidi corporei è essenziale per l'omeostasi.
 - Questo è possibile solo se assunzione ed eliminazione di H_2O e $NaCl$ sono bilanciati.
 - I reni giocano un ruolo fondamentale nel mantenimento del volume e della osmolarità dei liquidi corporei, regolando l'escrezione di H_2O e $NaCl$.
- 

Distribuzione liquidi corporei



Adulto normale: quantità totale liquido = ~60% peso corporeo:

LIC = 40% peso corporeo

LEC = 20% peso corporeo

Assunzione Acqua

Perdita Acqua

2.1 l/dì

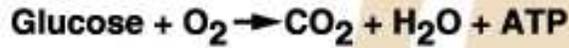


Cibo + Bevande

0.3 l/dì



Metabolismo



Polmone

0.350 l/dì

Pelle

0.350 l/dì

0.1-5 l/dì

Urine

1.5 l/dì

Feci

0.1 l/dì

Perspiratio insensibilis

0.7 l/dì

Sudore

Dipendente da:

- attività fisica
- T esterna

Regolabile

Introduzione
2.1 l/min

+

Metabolismo
0.3 l/min

-

Uscite
0.8 + 1.5 + 0.1

= 0

L'acqua corporea è controllata da:

- **Assunzione di acqua**, dipendente dai fattori che determinano la sete.
 - **Escrezione renale di acqua**, dipendente dai fattori che influiscono sulla **VFG** e sul **riassorbimento tubulare**.
- 

Volume H₂O
introdotto

Volume H₂O perso (cute, polmone, feci)

Regolazione
VFG

Nefrone

VFG

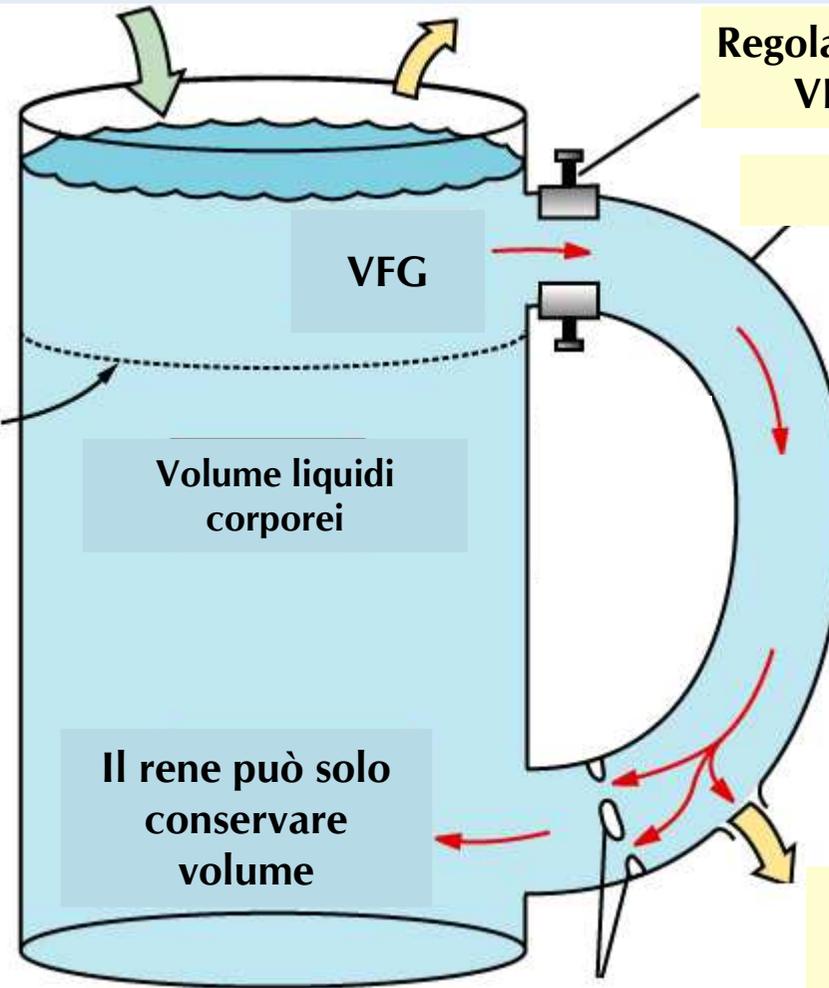
Se il volume
diminuisce troppo la
VFG si arresta

Volume liquidi
corporei

Il rene può solo
conservare
volume

Volume H₂O
escreto con
urine

Regolazione
riassorbimento H₂O
(ADH)

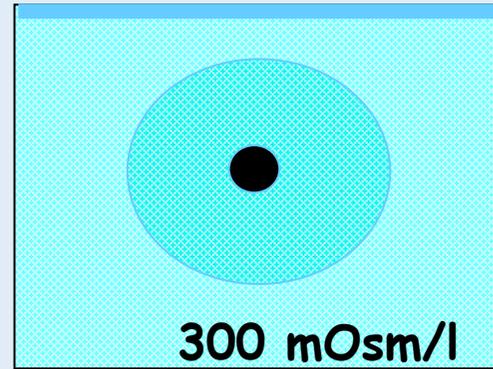
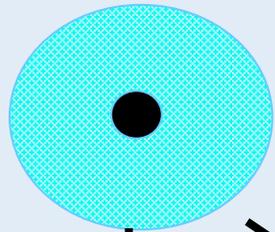


- L'acqua si muove facilmente e rapidamente tra i diversi compartimenti idrici dell'organismo.
- Il movimento di acqua attraverso la parete capillare dipende dalle forze di Starling (pressioni idrostatiche e pressioni colloido-osmotiche).
- Il movimento di acqua attraverso le membrane cellulari dipende dalla differenza di osmolarità tra LIC e LEC.
- Poiché le membrane cellulari sono molto permeabili all'acqua, una variazione di osmolarità del LEC o del LIC, comporta movimento rapido di acqua tra i due compartimenti che, con l'eccezione di brevi periodi transitori, permette l'equilibrio osmotico tra LEC e LIC.

Mantenimento dell'equilibrio osmotico tra LEC e LIC

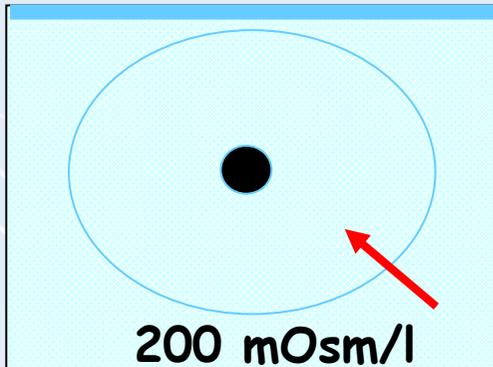
- L'osmolarità in ciascun compartimento è 280 mOsm/l
- Nel LEC (liquido interstiziale e plasma), l'osmolarità è determinata per l'80% da ioni Na^+ e Cl^-
- Nel LIC, l'osmolarità è determinata per il 50% da ioni K^+ e per il resto da altre sostanze presenti nelle cellule
- Soluzioni con osmolarità uguale a quella dei liquidi corporei sono dette **iso-osmotiche (iso-toniche)**

Effetto di soluzioni iso-, ipo- ed iper-toniche sul volume cellulare

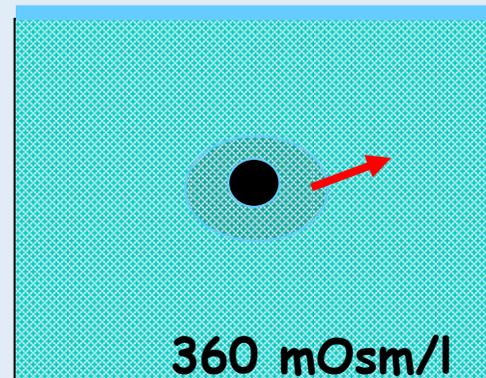


Iso-tonica:
Nessuna variazione

Sono
isotoniche
soluzioni di:
NaCl 0.9%
Glucosio 5%



Ipo-tonica:
Rigonfiamento cellula



Iper-tonica:
Raggrinzimento cellula

- Tutti gli scambi di acqua con l'ambiente esterno (infusione endovenosa, assunzione e perdita attraverso l'apparato gastroenterico) avvengono attraverso il LEC.
- L'introduzione di soluzioni iso-, ipo- o iper-osmotiche comporta solo variazioni di volume del LIC e del LEC, perché l'eventuale differenza di osmolarità tra LIC e LEC viene bilanciata rapidamente da un movimento di acqua, (la membrana cellulare è molto permeabile all'acqua e quasi totalmente impermeabile a molti soluti).
- Le variazioni di volume del LIC sono sempre secondarie a movimenti di acqua: LIC \rightarrow LEC o LEC \rightarrow LIC, che si verificano solo in seguito a modificazioni di osmolarità del LEC.

Metodo per la valutazione delle variazioni di volume (LEC e LIC)

$$(V = Q/C, C = Q/V)$$

- 1) Valutare la **quantità totale** delle osmoli presenti (Q) (**LEC + LIC**) ed il volume totale (V).
- 2) Valutare **osmolarità globale** (C) = osmoli totali (Q)/volume totale (V).
- 3) **Dividere** quantità osmoli presenti (Q) in ciascun compartimento, per l'osmolarità globale (C).

Distribuzione normale

	V (l)	Osm/l	mOsm
LEC	14	280	3920
LIC	28	280	7480
Totale	42	280	11760

AGGIUNTA SOLUZIONE ISO-OSMOTICA

	Vol (l)	mOsm/l	mOsm
	4	200	800
LEC	2	200	400
	4	200	800
LIC	4	200	800
	8	200	1600
Totale	6	200	1200
Iso-osmotica	+ 2	200	400

AGGIUNTA SOLUZIONE IPO-OSMOTICA

	Vol (l)	mOsm / l	mOsm
	3	160	480
LEC ↑	2	200	400
LIC ↑	5	160	800
	4	200	800
Totale	6	200	1200
Ipo-osmotica +	2	40	80

Diagram illustrating the addition of a hypotonic solution to a mixture. The table shows the volume (Vol), concentration (mOsm/l), and total osmolarity (mOsm) for various components and the final mixture. Red arrows indicate the flow of values between columns, and blue arrows indicate the addition of LEC and LIC.

AGGIUNTA SOLUZIONE IPER-OSMOTICA

	Vol (l)	mOsm /l	mOsm
LEC	4,8	250	1200
LIC	3,2	250	800
Totale	8	250	2000
Iper-osmotica	+ 2	400	800

Additional values from the diagram:

- Initial LIC volume: 4 l, mOsm/l: 200, mOsm: 800
- Initial LEC volume: 2 l, mOsm/l: 200, mOsm: 400
- Initial Totale volume: 6 l, mOsm/l: 200, mOsm: 1200

Come correggere una condizione di iper-osmolarità

Normale

	V (l)	Osm/l	mOsm
LEC	14	280	3920
LIC	28	280	7480
Totale	42	280	11760

Iperosmolarità

	V (l)	Osm/l	mOsm
LEC	14	320	4480
LIC	28	320	8960
Totale	42	320	13440

Calcolare il
volume =
(Q/C)

Valutare
l'osmolarità

Per avere osmolarità normale
occorrono:

$$13440 \text{ mOsm} / 280 \text{ mOsm/l} = 48 \text{ Litri}$$

$$48 - 42 = \mathbf{6 \text{ litri}}$$

Volume da
introdurre

	V (l)	Osm/l	mOsm
LEC	16	280	4480
LIC	32	280	8960
Totale	48	280	13440

Alterazioni del bilancio idrico sono in genere conseguenza di squilibri nell'introduzione ed escrezione di acqua ed elettroliti.

Disfunzione	Causa	Alterazione	Effetti
Disidratazione isotonica	↑Perdita acqua + NaCl (sudorazione intensa, vomito, diarrea, uso diuretici, alterazioni patologiche della funzione renale)	↓LEC	↓volemia collasso cardio-circolatorio
Disidratazione ipertonica	↑Perdita acqua (aumento perspirazio insensibilis nella febbre, ipertermia, iperventilazione)	↓LIC	
Disidratazione ipotonica	↑Perdita NaCl	↑LIC	conseguenza più grave edema cerebrale
Iperidratazione isotonica	↑Assunzione acqua + NaCl ↓ Diuresi	↑LEC	↑volemia edema
Iperidratazione ipertonica	↑Assunzione NaCl ingestione acqua di mare	↓LIC e ↑LEC	↑diuresi → ↓volemia collasso cardio-circolatorio
Iperidratazione ipotonica	↑Assunzione acqua	↑LIC	conseguenza più grave edema cerebrale