



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

**Corso di Laurea Triennale in
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la
Natura**

***8-Omeostasi – Regolazione
osmotica, escrezione e
termoregolazione***

Antonio Terlizzi
Laboratorio di Zoologia e Biologia Marina
aterlizzi@units.it

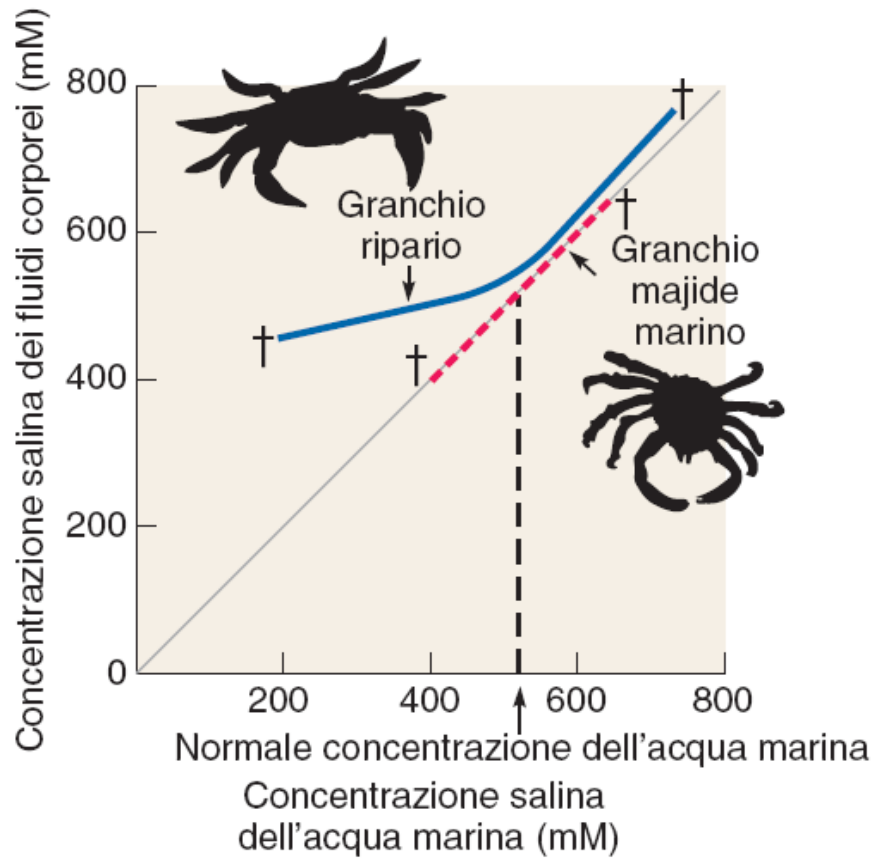
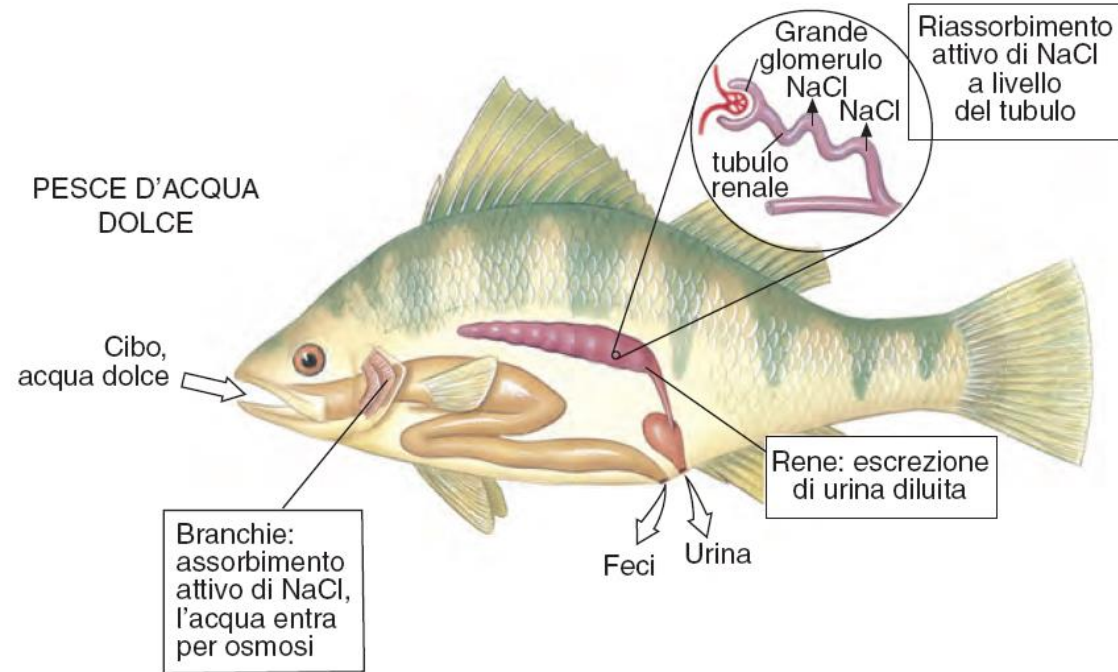
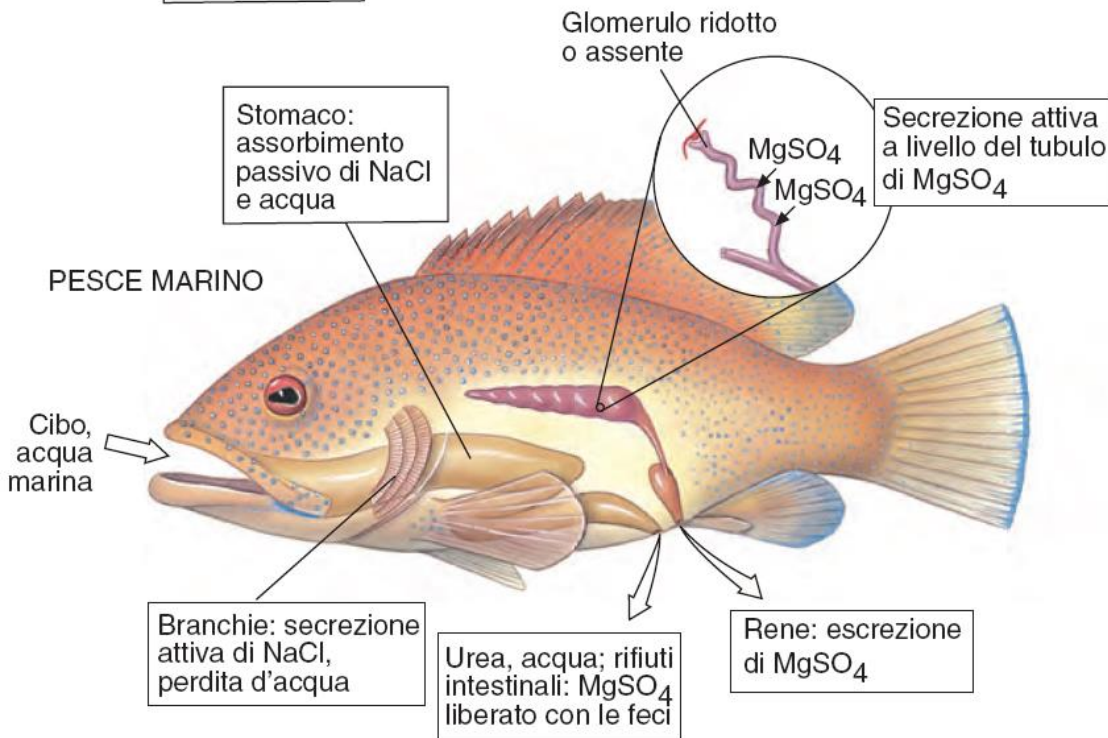


Figura 5.1 Concentrazione salina dei liquidi corporei di due granchi e sue variazioni al variare della concentrazione dell'acqua di mare. La linea a 45° rappresenta la situazione di uguale concentrazione tra i liquidi corporei e l'acqua di mare. Dato che il granchio marino non può regolare la concentrazione salina dei propri liquidi corporei, deve uniformarsi a qualunque cambiamento avvenga nell'ambiente esterno. Il granchio ripario di acqua salmastra, invece, può regolare, fino a un certo livello, la concentrazione osmotica dei propri liquidi corporei, poiché in acqua marina diluita esso può mantenere tale concentrazione a livelli superiori a quelli dell'acqua di mare. Per esempio, se la concentrazione dell'acqua di mare è 200 mM (millimolare), la concentrazione dei fluidi corporei del granchio d'acqua salmastra è circa 430 mM. Le crocette all'estremità delle linee indicano i limiti di tolleranza per ogni specie, al di là dei quali queste moriranno.

PESCE D'ACQUA DOLCE



PESCE MARINO

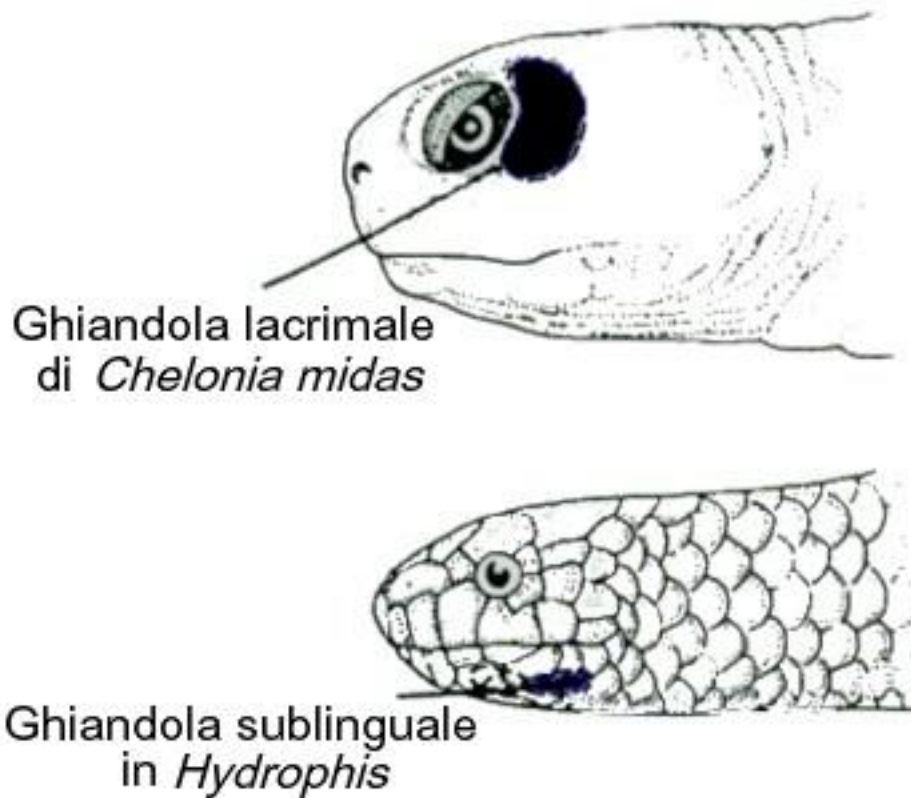


Il pesce d'acqua dolce è un regolatore iperosmotico. Assorbe attivamente i sali dalle branchie ed elimina l'eccesso d'acqua producendo urina diluita e riassorbendo NaCl attraverso il glomerulo renale.

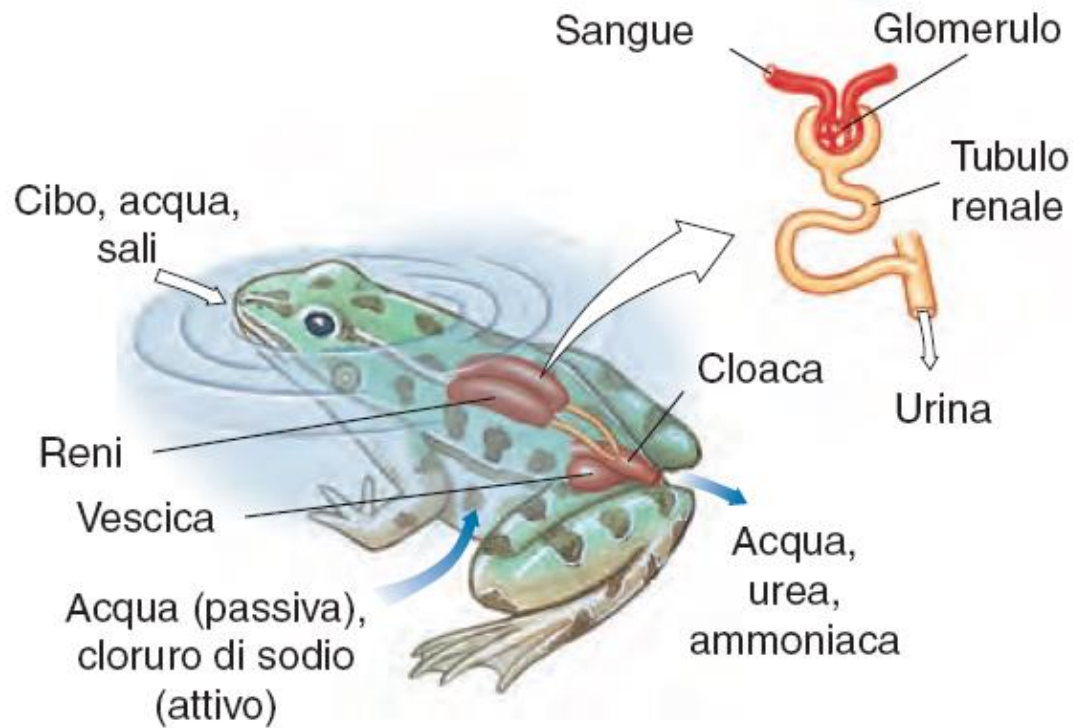
Il pesce marino è un regolatore iposmotico. Beve acqua di mare per sostituire l'acqua persa osmoticamente. L'NaCl in eccesso viene espulso attraverso secrezioni branchiali mentre altri sali quali l'MgSO₄ viene eliminato con le feci e secreto attivamente a livello del tubulo renale. I glomeruli sono ridotti o assenti.

L'eccesso di sale introdotto con la dieta viene eliminato dalla **ghiandola del sale**.

Viene secreta una soluzione molto concentrata di NaCl. Negli uccelli marini tale secrezione fuoriesce dalle narici, sauri e tartarughe marine espellono lacrime salate. Adattamento per far fronte ad una ridotta capacità del rene di produrre urina concentrata



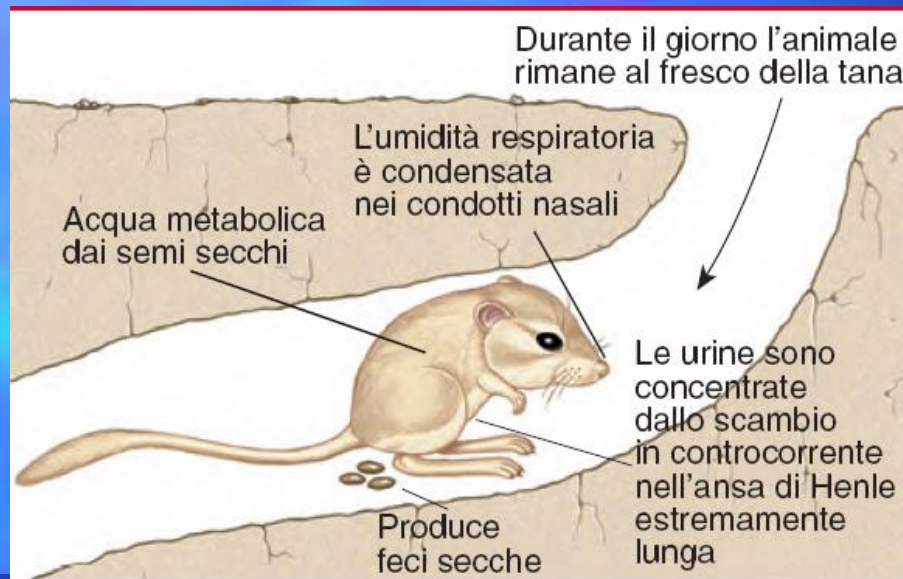
Scambio di acqua e di soluti nella Rana



L'acqua penetra attraverso la pelle viene escreta dai reni. La pelle trasporta attivamente NaCl dall'ambiente. Il rene forma una urina diluita per riassorbimento di NaCl.

L'urina fluisce nella vescica urinaria dove l'NaCl rimanente viene rimossa ed inviata di nuovo nel sangue

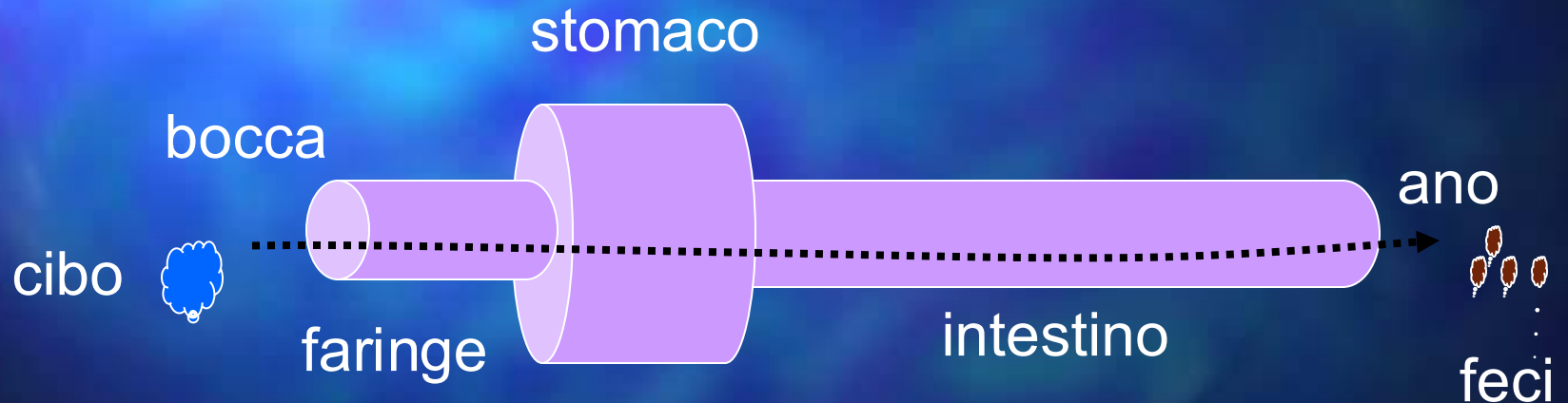
Ambiente e bilancio idrico in mammiferi terrestri



	Uomo (%)	Ratto canguro (%)
<i>Guadagni</i>		
Bevande	48	0
Acqua disponibile nel cibo	40	10
Acqua metabolica	12	90
<i>Perdite</i>		
Urina	60	25
Evaporazione (polmoni e pelle)	34	70
Feci	6	5

- Eliminazione ed escrezione sono due processi distinti

Eliminazione: si riferisce al materiale indigerito che transita per l'intestino e viene espulso dall'ano



- Eliminazione ed escrezione sono due processi distinti

Escrezione: si riferisce alle scorie del metabolismo cellulare (residui azotati) che si accumulano inizialmente nel liquido interstiziale (tra le cellule) e che vengono poi trasportate fuori dall'organismo attraverso organi escretori specializzati



L'apparato escretore regola l'equilibrio idrico-salino

E' costituito da organi che concorrono a regolare il **potenziale osmotico**, il **volume** e la **composizione** dei fluidi extracellulari.

Nel liquido interstiziale le cellule riversano le scorie del metabolismo (composti azotati). Per evitare il raggiungimento di concentrazioni tossiche, queste scorie vengono escrete sotto forme alternative:

ammoniaca

urea

acido urico

Tre categorie

Perdita di **acqua**
molto alta

Invertebrati acquatici,
Pesci ossei, Coccodrilli

Ammoniotelici

Mammiferi, Anfibi, Pesci
cartilaginei

Ureotelici

Invertebrati terrestri

Uricotelici

Perdita di **acqua**
molto ridotta



Tre categorie

Perdita di **acqua**
molto alta

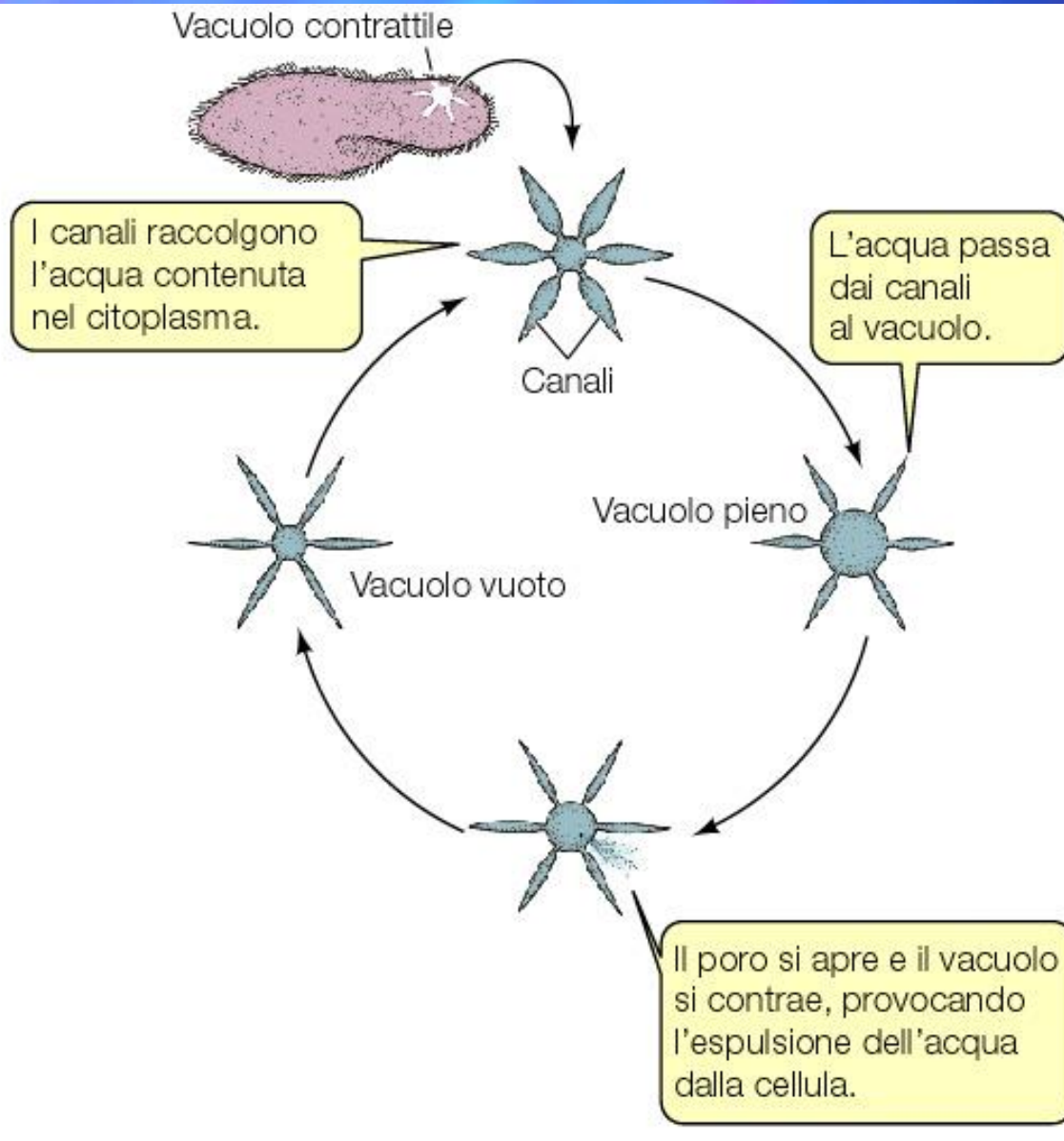
Ammoniotelici : espellono ammoniaca dalle branchie con facilità in quanto l'acqua abbondante ne favorisce la diluizione

Ureotelici: Producono sostanze come l'urea che vengono diluite in una scorta d'acqua immagazzinata in una vescica

Uricotelici: convertono l'ammoniaca in acido urico, insolubile limitando la perdita d'acqua. Ruolo fondamentale negli ovipari

Perdita di **acqua**
molto ridotta

Escrezione e osmoregolazione



Nei protozoi d'acqua dolce, i **vacuoli contrattili** servono ad eliminare l'acqua in eccesso, che entra continuamente per osmosi

Tre processi

Ultrafiltrazione di sangue o liquido interstiziale

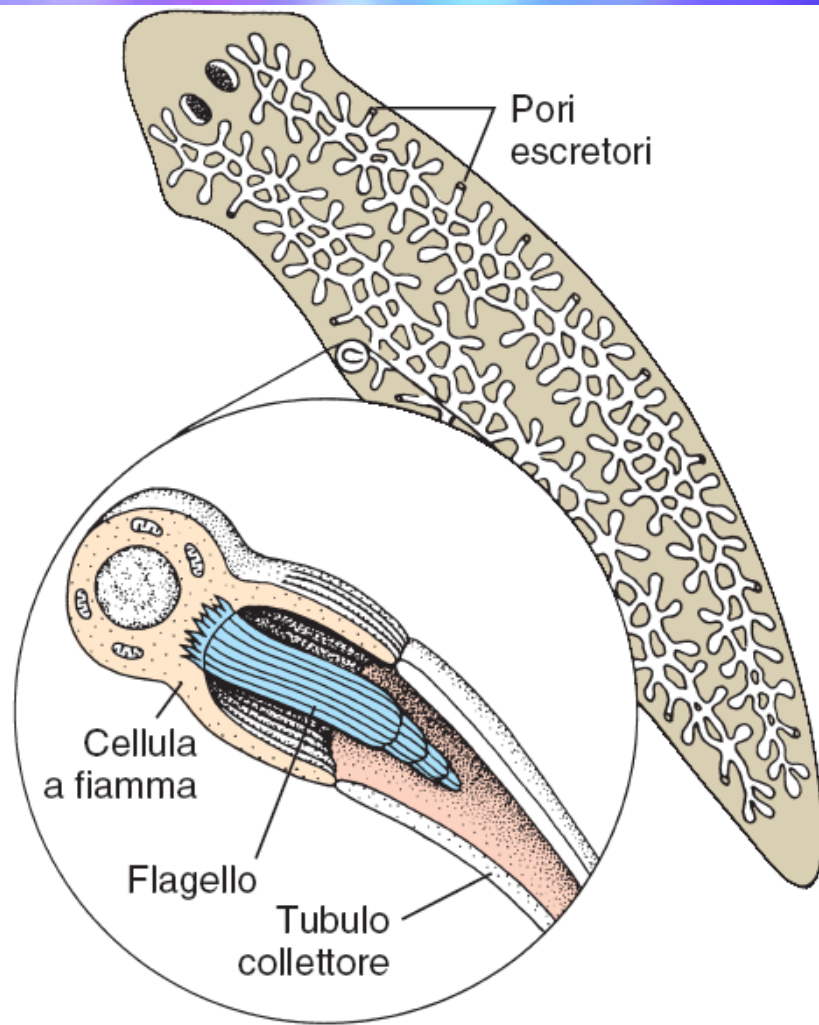
Riassorbimento ai molecole utili

Trasporto all'esterno di cataboliti nocivi

Protonefridi

Presenti soprattutto in organismi di piccole dimensioni acelomati e pseudocelomati. Presenti anche nelle larve di alcuni celomati

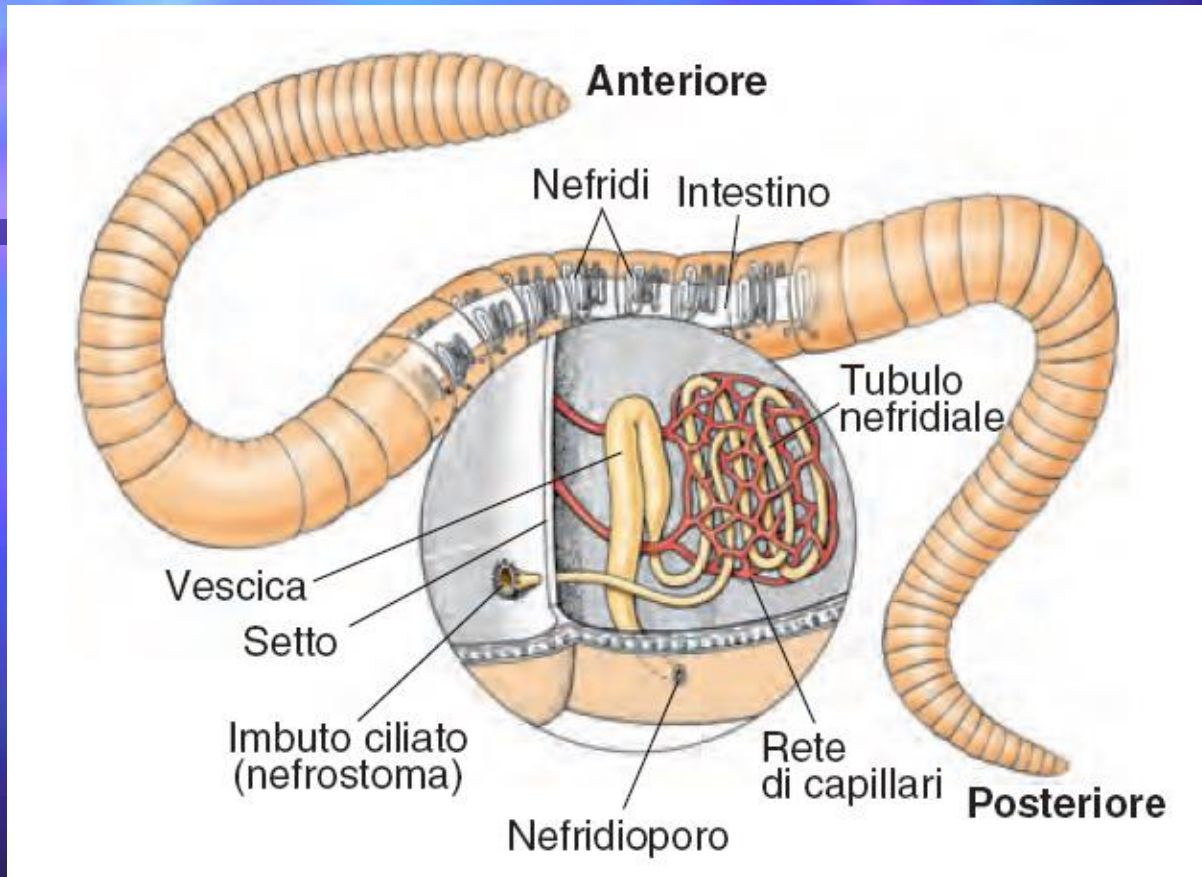
Funzione principale:
OSMOREGOLAZIONE



I liquidi organici penetrano nel comparto delimitato dalla cellula a fiamma e vengono mobilitati verso l'esterno della superficie corporea dal battito delle sue ciglia

L'escrezione di composti azotati avviene soprattutto attraverso la superficie corporea per diffusione o attraverso la cavità gastrovascolare

Metanefridi



Pseudocelomati
Celomati

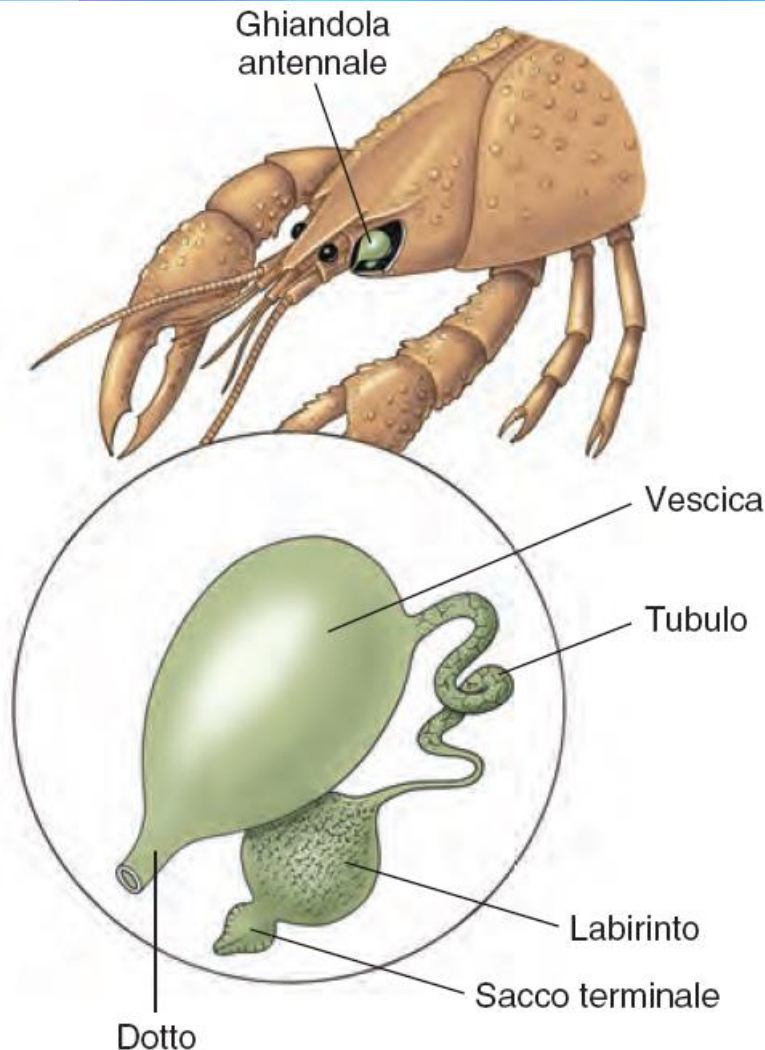
**OSMOREGOLAZIONE
ESCREZIONE**

Maggior volume
di liquido filtrato

1. Il liquido celomatico entra nel metanefridio attraverso il nefrostoma
2. Le cellule del tubulo del metanefridio modificano la composizione del liquido celomatico
3. Si produce un'urina che viene eliminata attraverso il nefridioporo

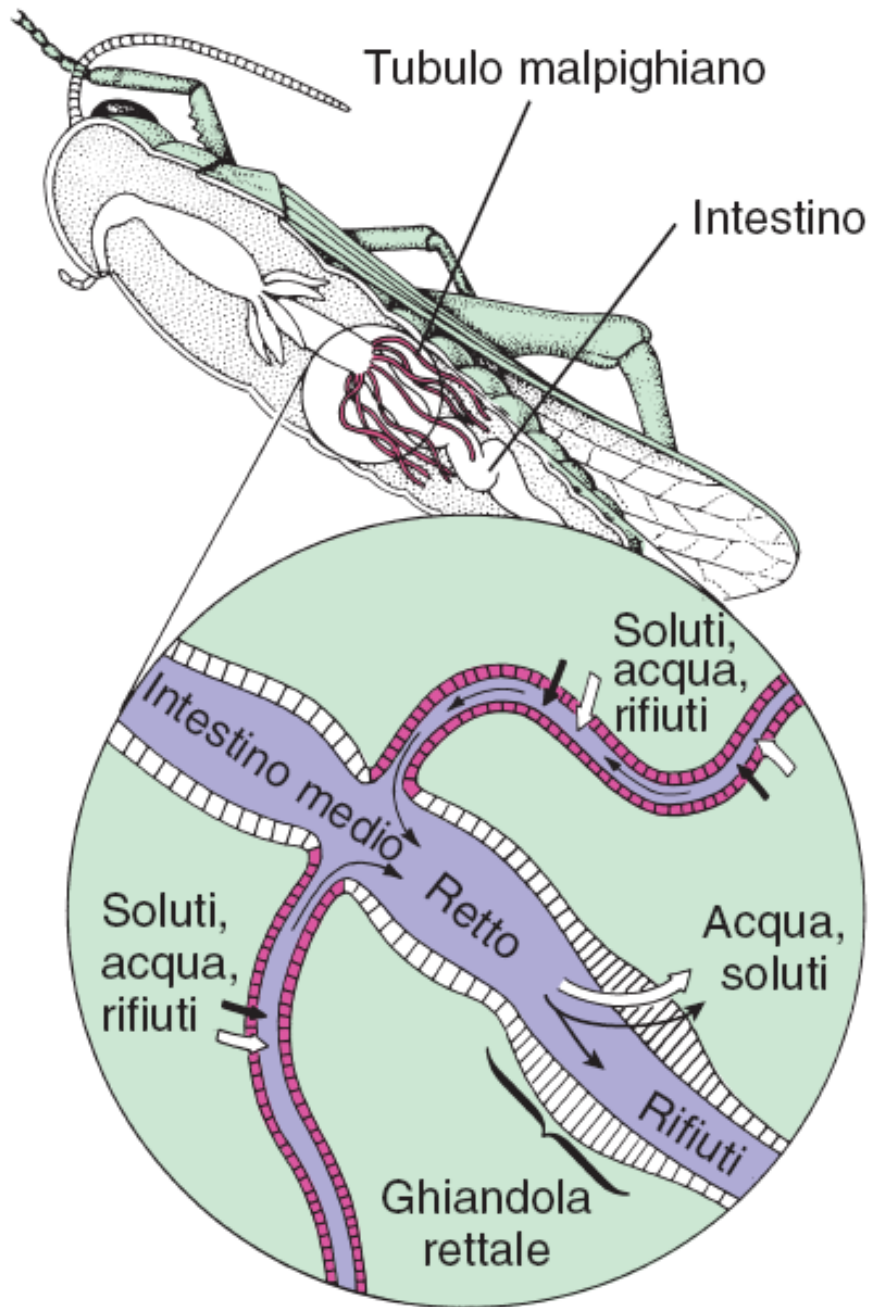
Riassorbimento

I reni degli artropodi: crostacei – La ghiandola antennale



Funziona con la stessa sequenza di eventi che porta alla formazione di urina.

Nel sacco terminale viene a formarsi un filtrato dell'emolinfa che è convertito in urina mentre scende nel tubulo verso la vescica

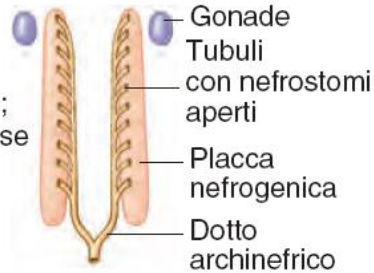


I reni degli artropodi: Insetti e Ragni – I tubuli Malpighiani

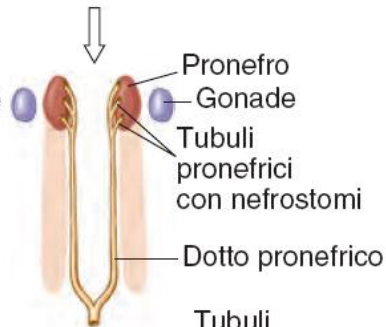
Dall'emocele gli ioni Na^+ e H^+ vengono secreti attivamente nei tubuli creando un gradiente osmotico che attira acqua, zuccheri ed amminoacidi costituendo l'urina primaria.

L'urina si riversa nel retto e l'acqua, insieme ai sali di Sodio e Potassio e ad alcuni amminoacidi viene riassorbita. L'acido urico, insolubile, viene espulso con le feci

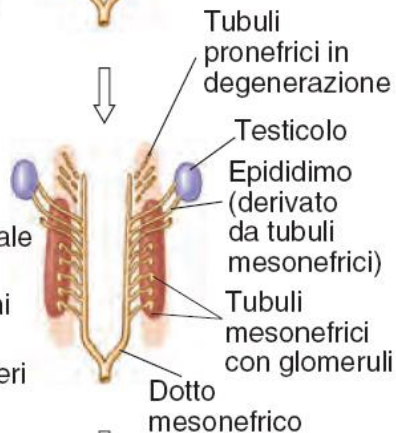
Archinefro: rene trovato nell'embrione di missinoidi; si suppone che questa fosse la condizione ancestrale del rene di vertebrato



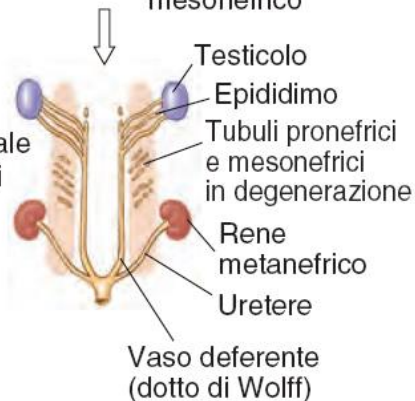
Pronefro: rene funzionale dell'adulto nei missinoidi e dell'embrione di pesci e anfibi; può essere presente transitoriamente anche nell'embrione di rettili, uccelli e mammiferi



Mesonefro: rene funzionale dell'adulto in lamprede, pesci e anfibi; con funzioni transitorie nell'embrione di rettili, uccelli e mammiferi



Metanefro: rene funzionale dell'adulto di rettili, uccelli e mammiferi



L'evoluzione del rene nei vertebrati

Il metanefro È la forma renale più evoluta e si sviluppa nella regione più caudale (posteriore) del mesoderma.

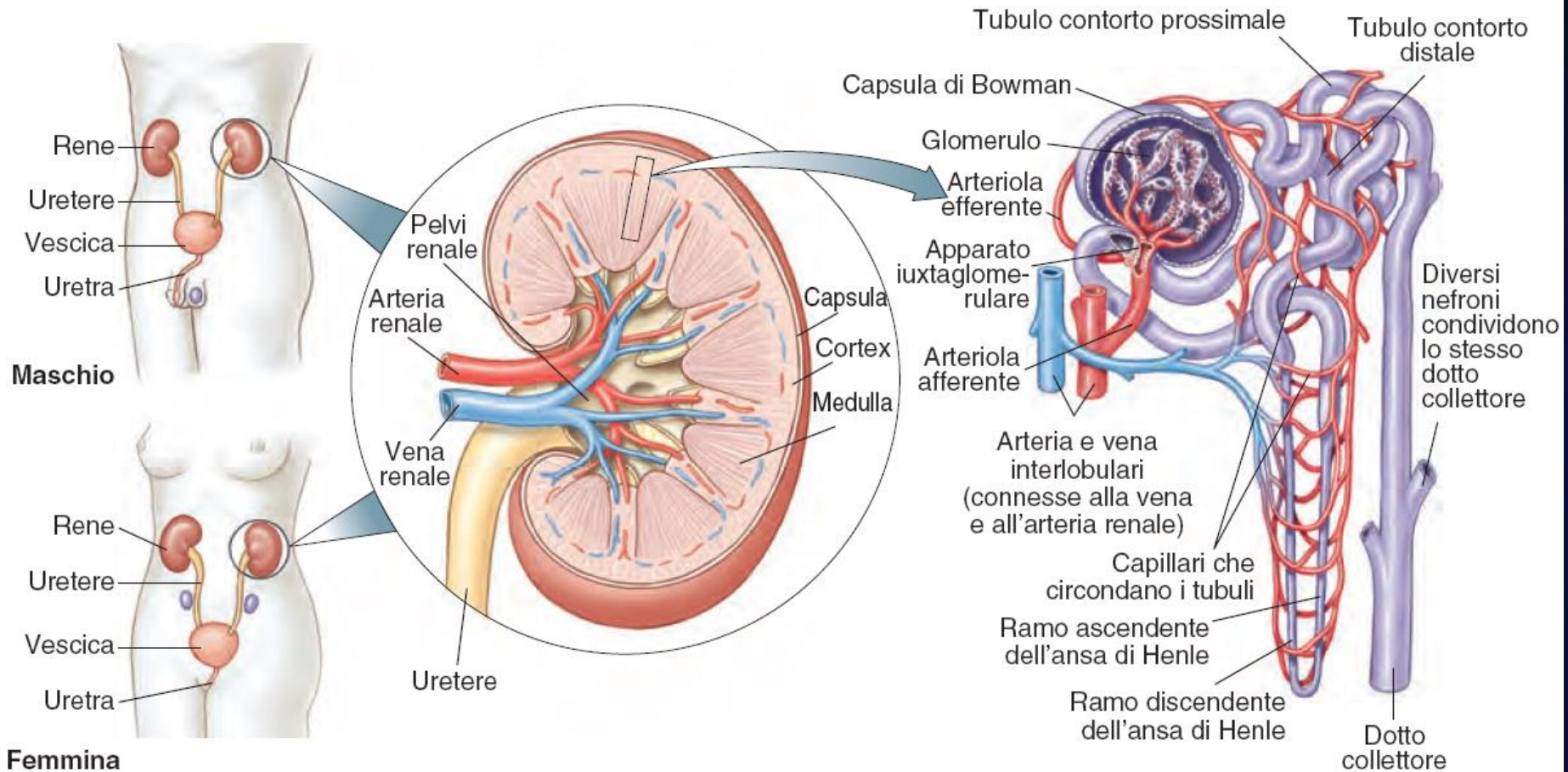
È il rene definitivo e permanente negli adulti di tutti i Vertebrati Amnioti (rettili, uccelli e mammiferi).

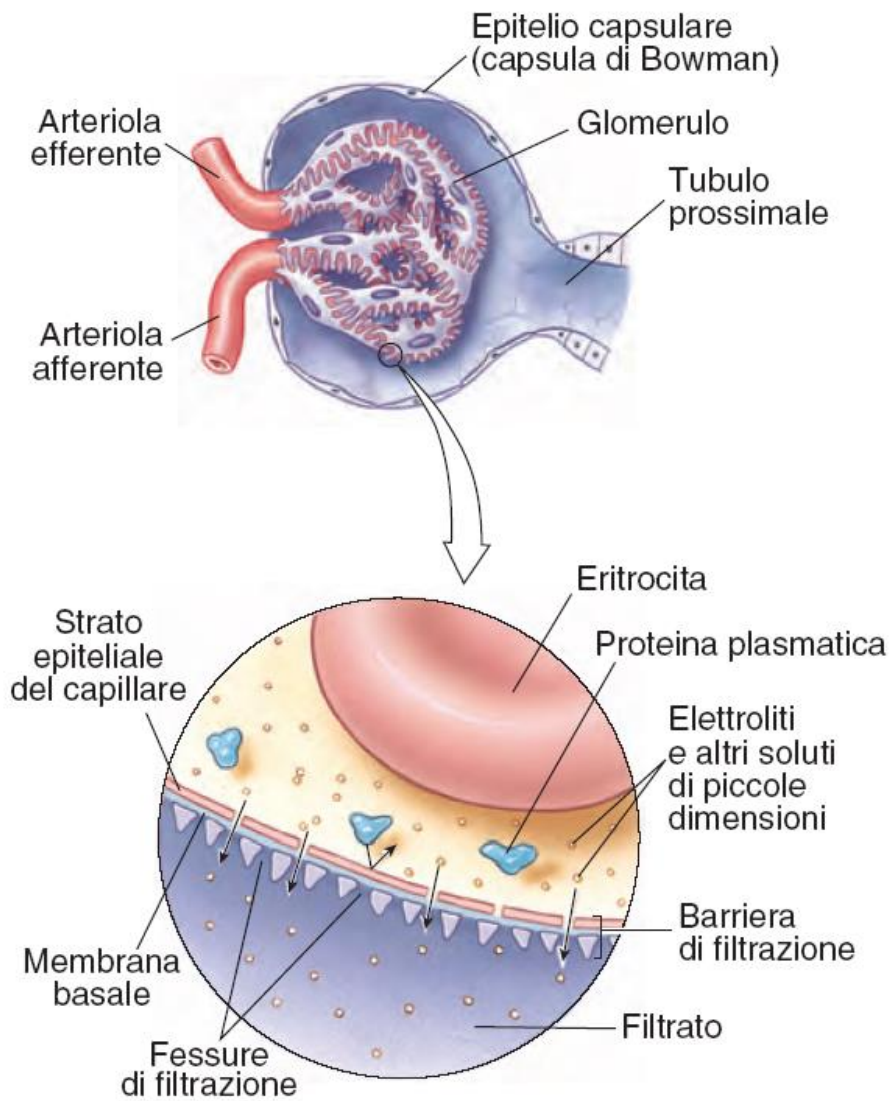
A differenza del pronefro e del mesonefro, che mostrano una certa metameria (segmentazione ripetitiva) nei loro tubuli renali, il metanefro è un organo più compatto e complesso.

Adattamenti e Specializzazioni

I mammiferi e alcuni uccelli hanno sviluppato l'ansa di Henle, una struttura specializzata del nefrone che permette il riassorbimento efficiente dell'acqua e la produzione di urine concentrate, un adattamento cruciale per la vita in ambienti terrestri con scarsa disponibilità idrica

Macro e microanatomia del rene e del nefrone





Il filtrato glomerulare è aproteico

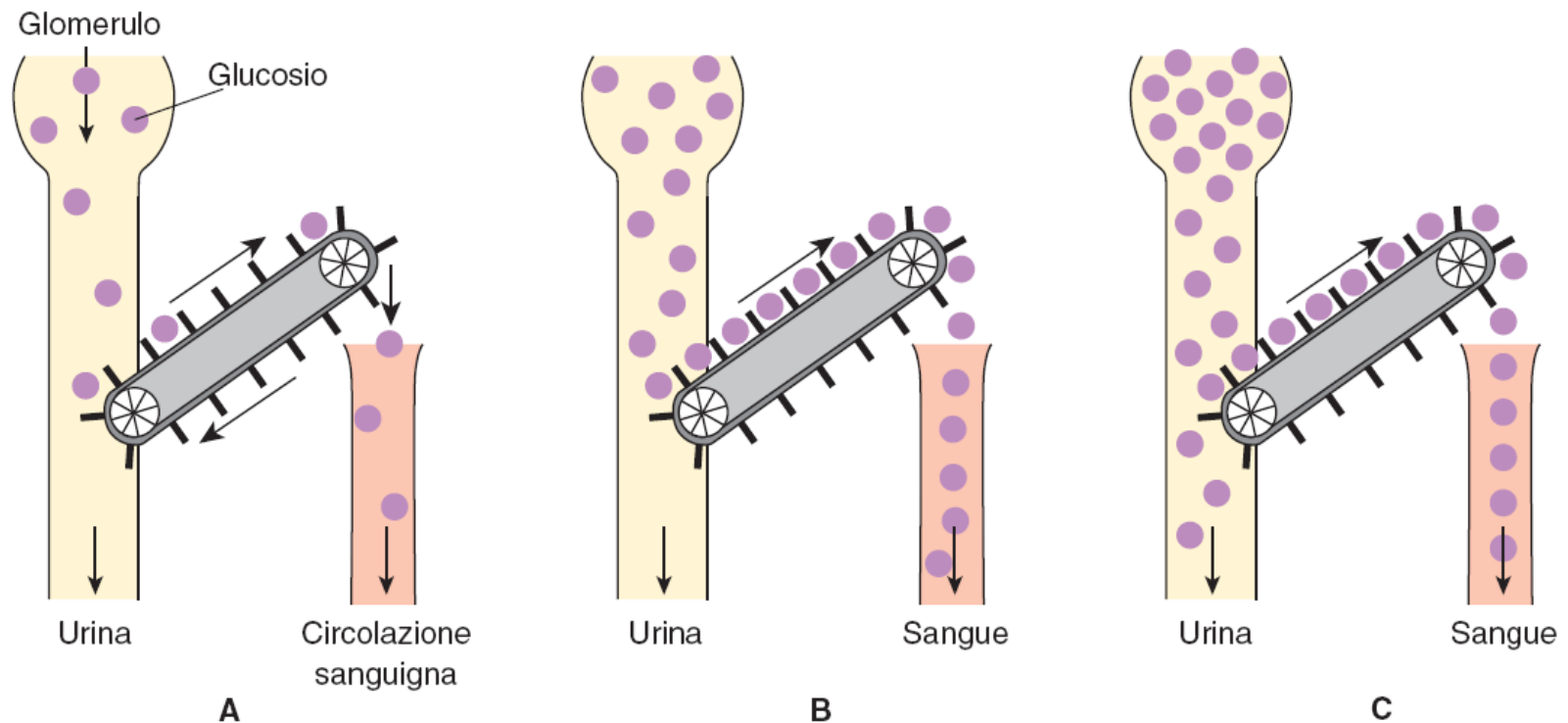
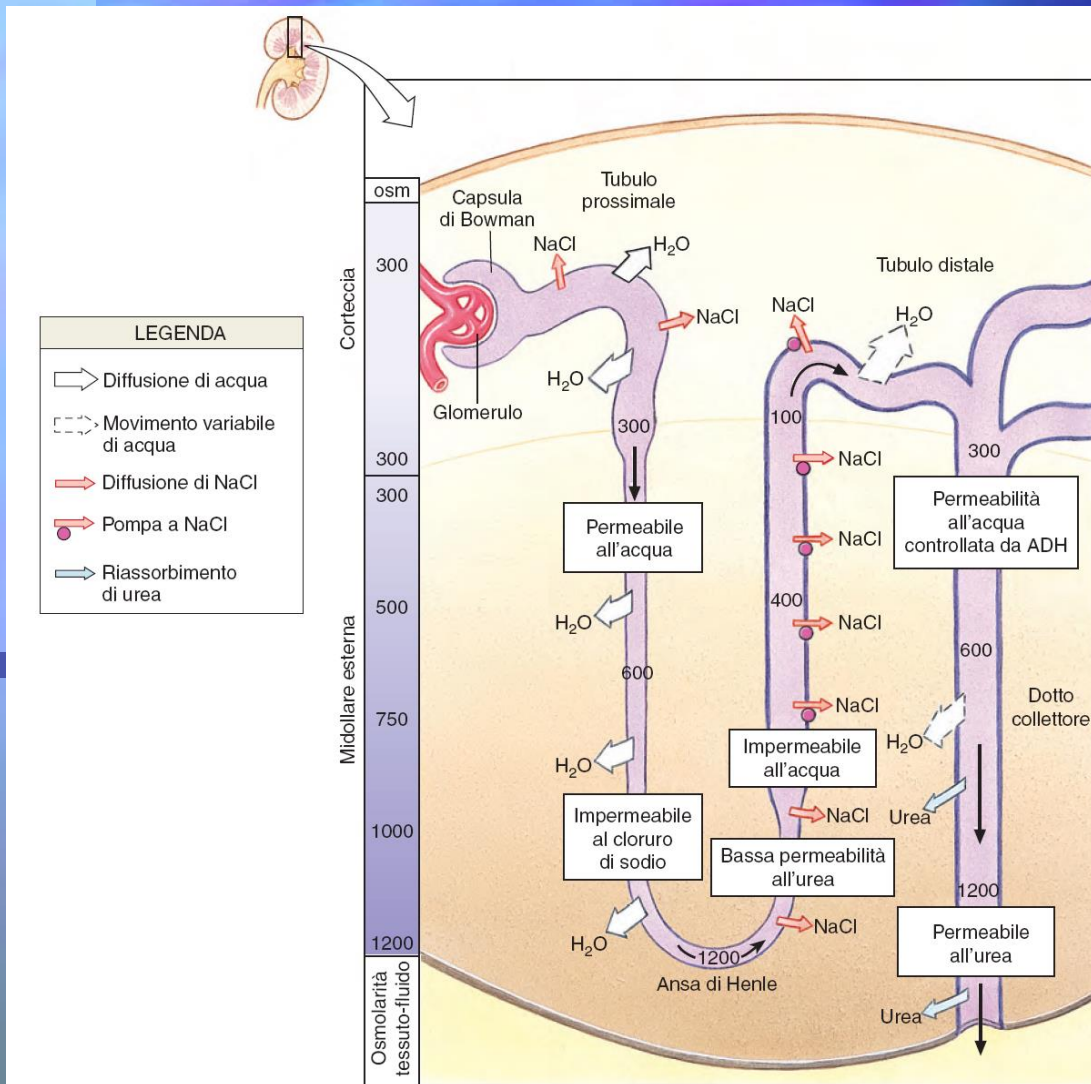


Figura 5.12 Il meccanismo per il riassorbimento tubulare di glucosio può essere paragonato a un nastro trasportatore, che scorre a velocità costante. **A**, quando la concentrazione del glucosio nel filtrato è bassa, esso viene completamente riassorbito. **B**, quando la concentrazione del glucosio nel filtrato ha raggiunto il trasporto massimo, tutti i siti di trasporto per il glucosio sono occupati. Se la concentrazione del glucosio aumenta ulteriormente, **C**, come nel diabete mellito, una parte sfugge alle molecole del trasportatore e compare nelle urine.

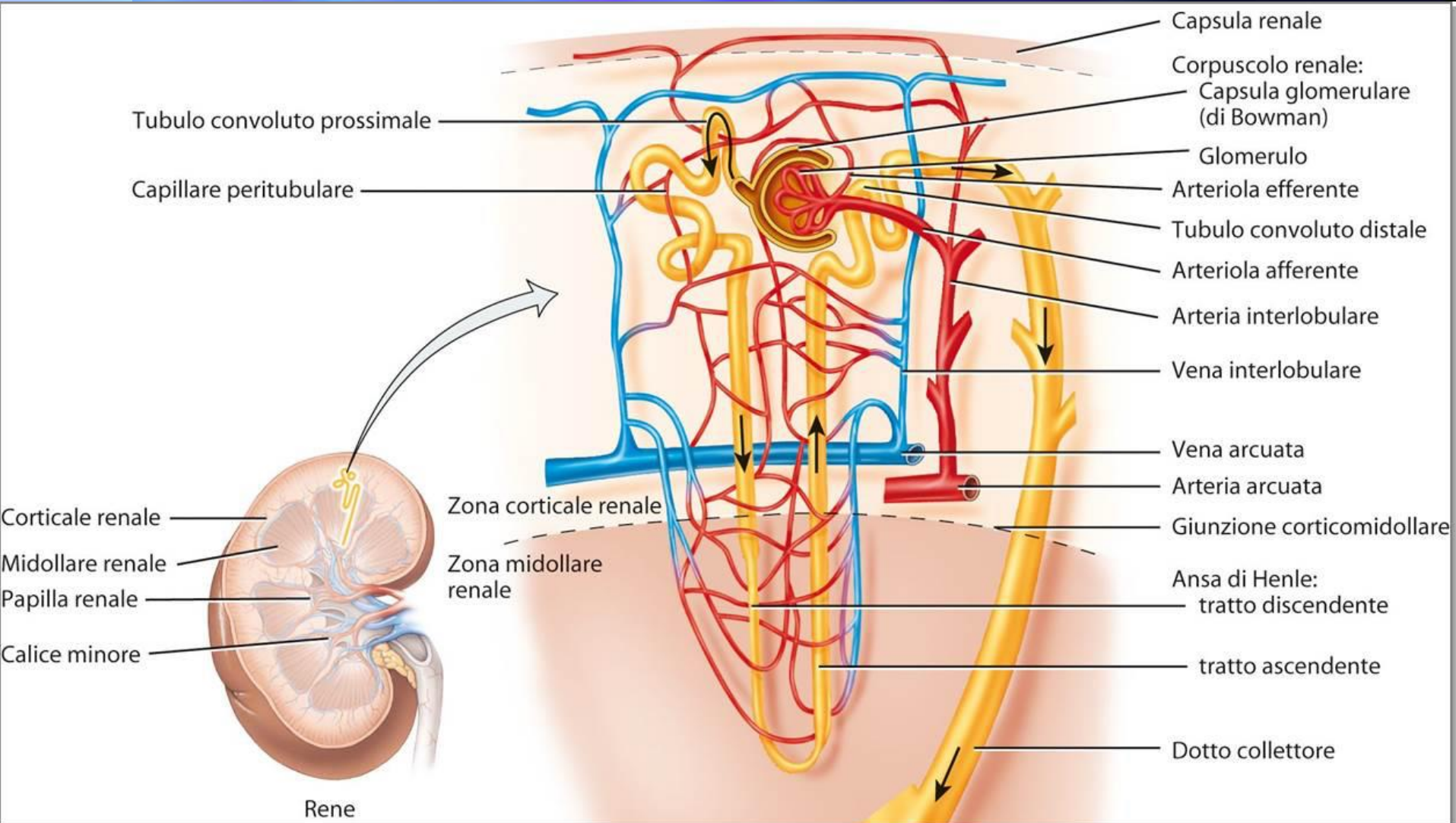
I tre processi: Filtrazione, Riassorbimento, Secrezione



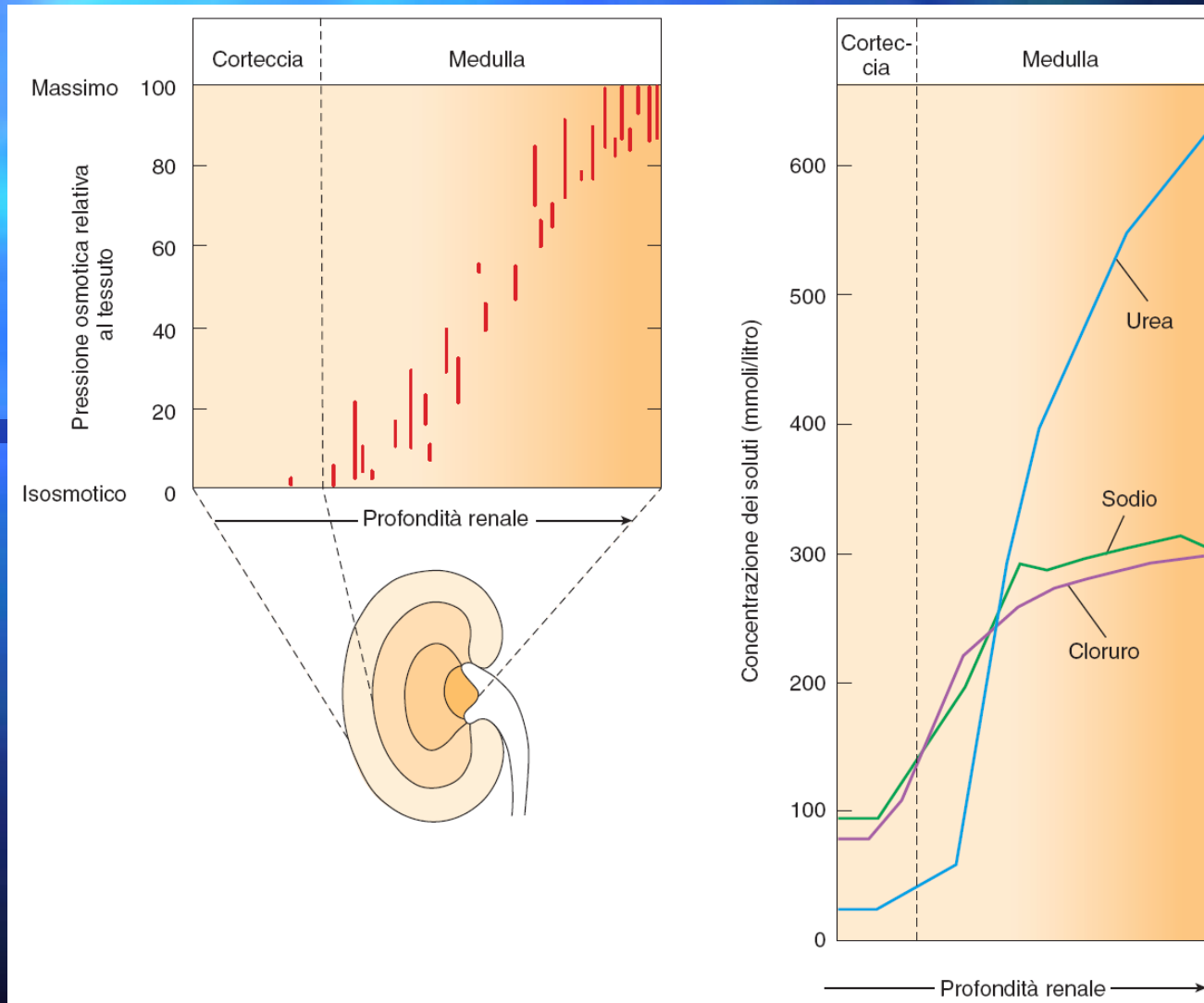
Nel tubulo prossimale si ha il riassorbimento di più dell'80% di acqua, sodio, cloro, di tutto il glucosio, della maggior parte del calcio, del magnesio, delle vitamine e di parte dei fosfati. Nell'ansa di Henle viene riassorbita parte di acqua e Sali.

Nel tubulo distale viene riassorbita parte di acqua e di fosfati e la rimanente parte di Sodio non assorbita nei segmenti precedenti

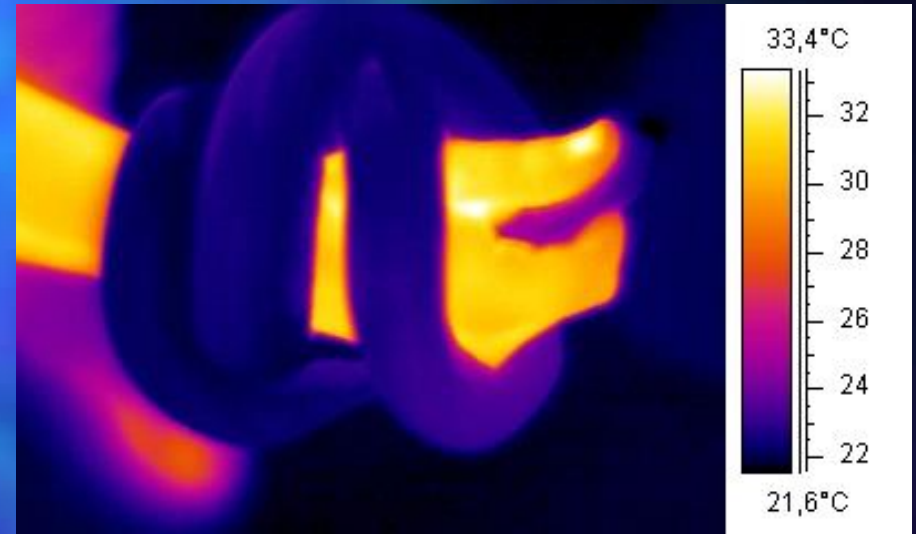
L'acqua tubulare residua con le sostanze in essa converge attraverso l'Uretere verso la vescica



Il liquido tissutale è isosmotico nella regione corticale. La concentrazione osmotica aumenta nella regione midollare raggiungendo il massimo nella papilla, dove le urine sfociano nell'uretere



Termoregolazione



Q_{10} e metabolismo

La velocità (e l'efficienza) della maggior parte dei processi fisiologici e delle reazioni biochimiche dipendono dalla temperatura

Q_{10} Esprime la **dipendenza** di un processo o di una reazione **dalla temperatura**

$$Q_{10} = \frac{R_t}{R_{t-10}}$$

R_t = velocità della reazione alla $T = t^{\circ} \text{ C}$

R_{t-10} = velocità della reazione alla $T = t-10^{\circ} \text{ C}$

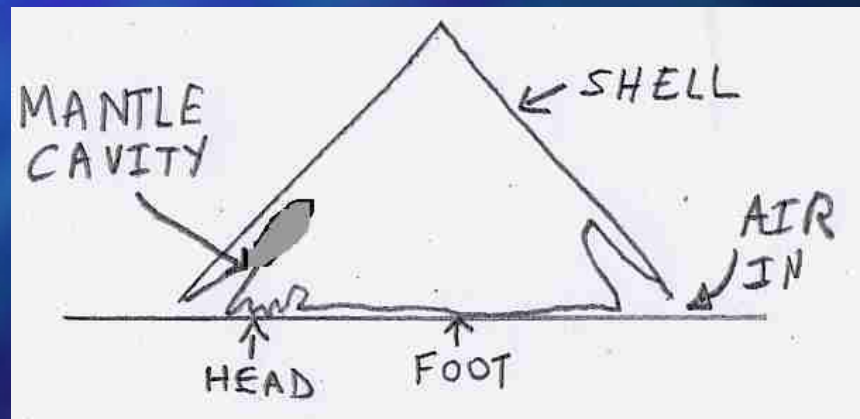
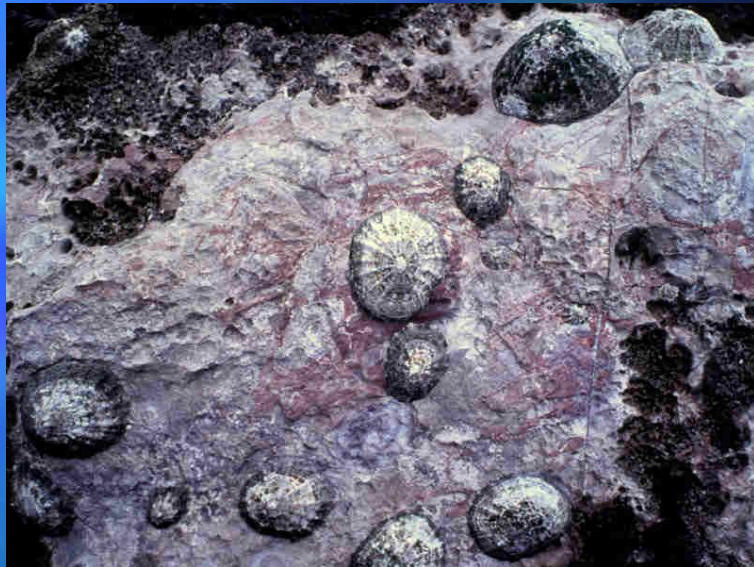
Acclimatazione e adattamento

L'acclimatazione permette la compensazione metabolica

Acclimatazione: **differenti gruppi di enzimi operano in maniera ottimale a differenti temperature** mantenendo costante l'efficienza metabolica

L'adattamento si realizza grazie alla **selezione genetica** delle strategie che favoriscono la sopravvivenza

Adattamento all'esposizione all'aria nelle patelle nel piano intertidale



Termoregolazione

???

Animali a sangue caldo

???

Animali a sangue freddo



OMEOTERMI

(temperatura costante)

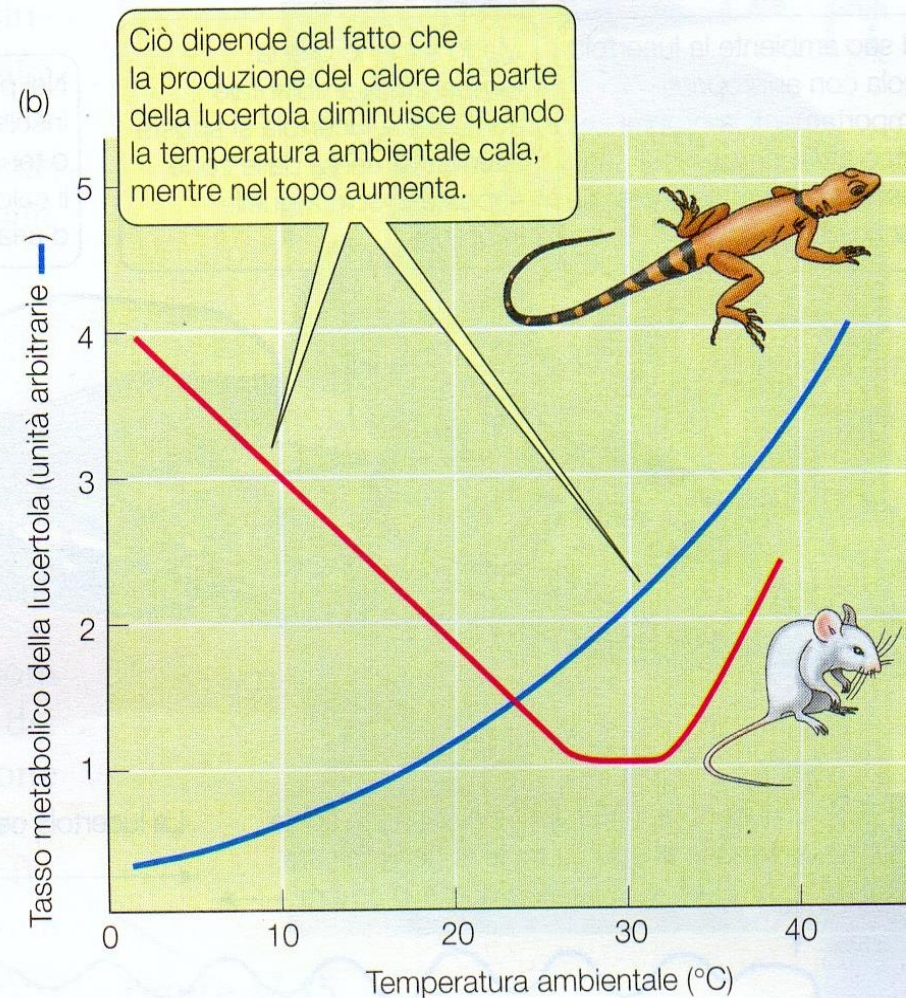
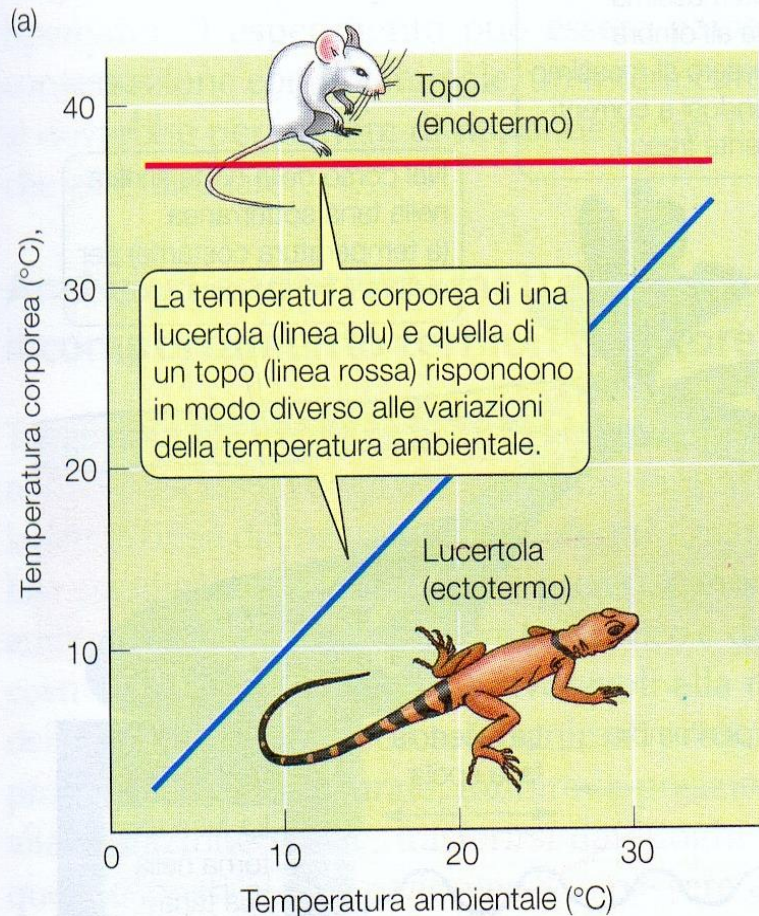
PECILOTERMI

(temperatura variabile)

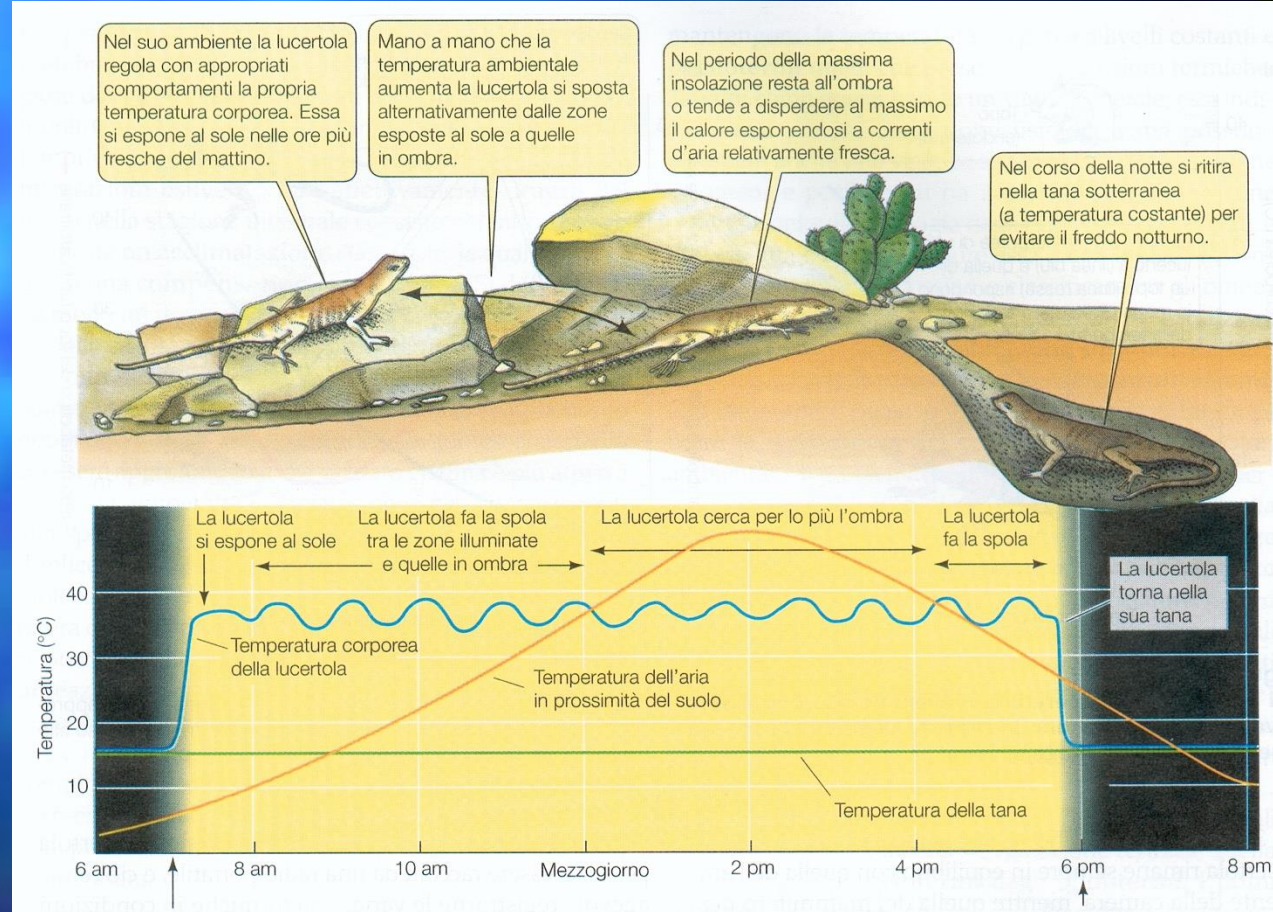
ETEROTERMI

temperatura costante in alcune fasi della
vita,
temperatura variabile in altre fasi

Ectotermi ed endotermi



Adattamenti comportamentali per il controllo della temperatura



La circolazione del sangue contribuisce alla termoregolazione

Vasocostrizione superficiale = riduzione del flusso ematico verso la superficie corporea → Minore dispersione termica

Vasodilatazione superficiale = aumento del flusso ematico verso la superficie corporea → Maggiore dispersione termica

La modulazione della frequenza cardiaca può agevolare la termoregolazione (es.: iguane delle Galapagos)

Meccanismi omeostatici negli endotermi

Metabolismo basale (a riposo) 6 volte superiore agli ectotermi



Produzione di calore più efficace

Contrazione muscolatura scheletrica senza movimento = BRIVIDO

Conversione di ATP in ADP con liberazione di calore

Grasso bruno = tessuto adiposo specializzato adipociti con molti mitocondri e riccamente vascolarizzato (solo mammiferi)

TERMOGENINA → Calore senza ATP

Dispersione del calore



Rivestimenti
cutanei

Iperpnea

Sudorazione

Ipotermia e ibernazione

Ipotermia regolativa= torpore giornaliero (ritmo circadiano)

Abbassamento metabolismo basale, Comune negli uccelli
abbassamento temperatura corporea

Ibernazione = ipotermia e rallentamento metabolico prolungati
(letargo) (ritmo circannuale)

Riparo dal sole di mezzogiorno

La temperatura variabile
del corpo riduce
l'evaporazione d'acqua

Pelliccia
isolante

Colori chiari
che riflettono
il calore

Grasso concentrato
nella gobba

Urina
concentrata
e feci secche

Respiro lento e profondo
che riduce la perdita
d'acqua nella respirazione

Scelta di cibo
succulento

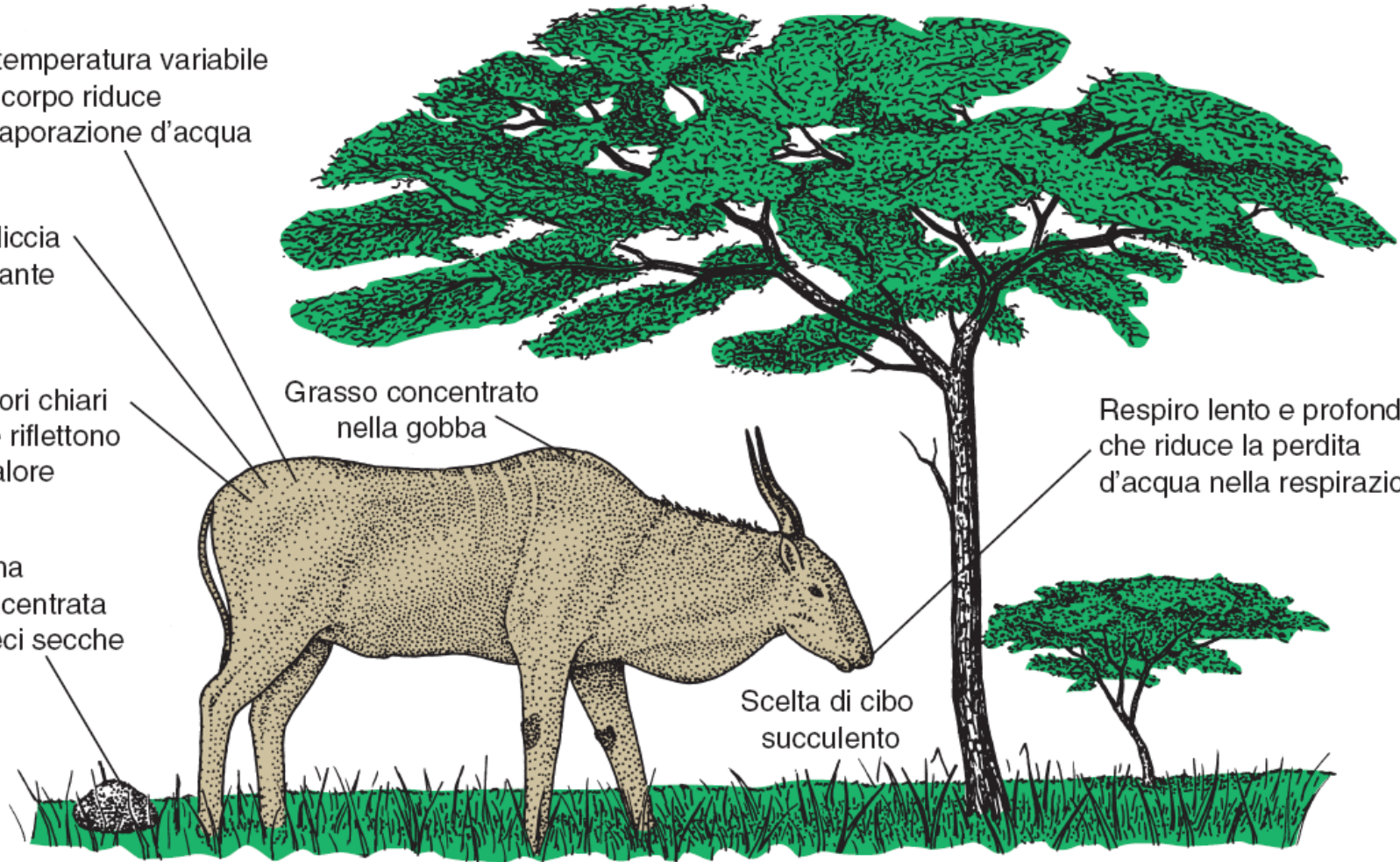


Figura 5.17 Adattamenti fisiologici e comportamentali del taurotragò (o elano) per mantenere il bilancio termico nella calda e arida savana dell'Africa centrale.

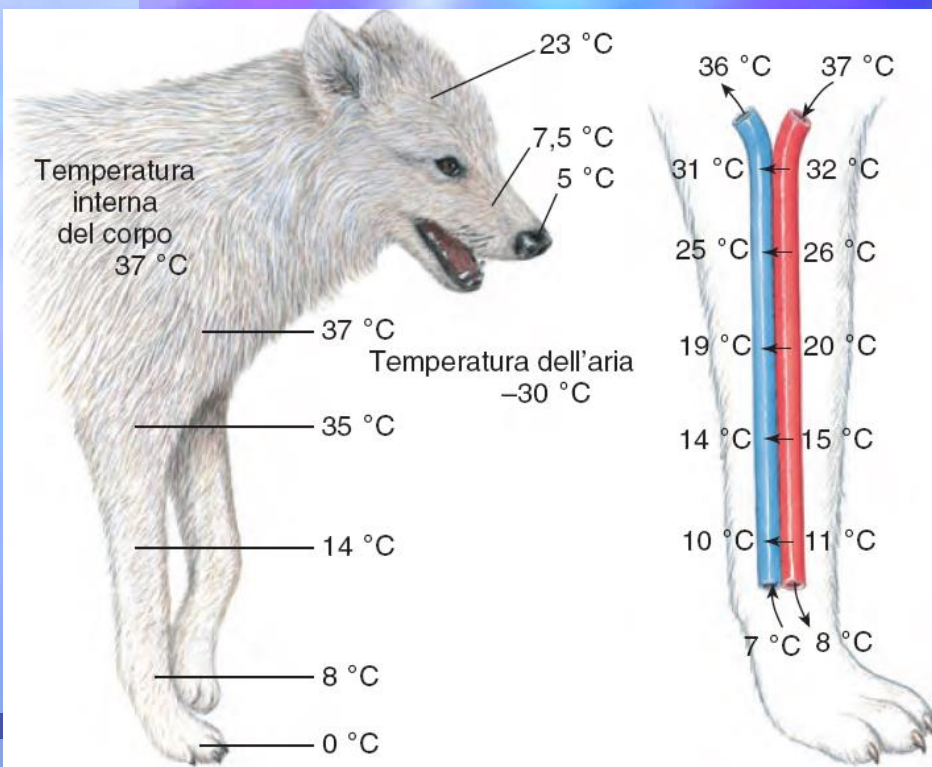


Figura 5.18 Scambio di calore contro-corrente nella zampa di un lupo artico. Il disegno a sinistra mostra come le estremità dell'animale si raffreddino, quando questo si trova esposto a basse temperature dell'aria. Il disegno a destra mostra una porzione delle arterie e delle vene della zampa anteriore e come il calore venga scambiato tra il sangue arterioso, che scorre verso l'esterno, e quello venoso, che scorre verso l'interno. Il calore è, così, deviato e conservato all'interno del corpo.



Figura 5.16 Scambi di calore fra un animale e il suo ambiente in un giorno caldo. Le frecce blu indicano le fonti di guadagno netto di calore da parte dell'animale (tutta radiazione); le frecce nere sono le vie di perdita netta di calore (raffreddamento per evaporazione, conduzione attraverso il terreno, radiazioni ad alta lunghezza d'onda nello spazio e convezione forzata da parte del vento). Se le temperature dell'aria e del terreno fossero superiori a quelle dell'animale, le frecce per la convezione forzata, la conduzione e la radiazione sarebbero rivolte nella direzione opposta. In tal caso, l'animale potrebbe perdere calore solo per evaporazione.

