

## PARLIAMO DI EVOLUZIONE

## L'escrezione e il controllo idrosalino negli animali

Per quanto riguarda l'eliminazione dei cataboliti azotati, gli animali si possono distinguere in tre grandi gruppi (►figura A): ammoniotelici, ureotelici e uricotelici.

Gli animali **ammoniotelici** eliminano ammoniaca; questi animali infatti non rielaborano i propri rifiuti azotati, ma devono diluire l'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), un composto altamente tossico, in grandi quantità di acqua. È il caso dei pesci ossei di acqua dolce che assorbono continuamente acqua dall'ambiente per osmosi. Anche le forme larvali di molti anfibi (girini) sono ammonioteliche, ma gli adulti sono in genere ureotelici, a conferma della loro natura di animali adattati a due ambienti (acquatico e terrestre).

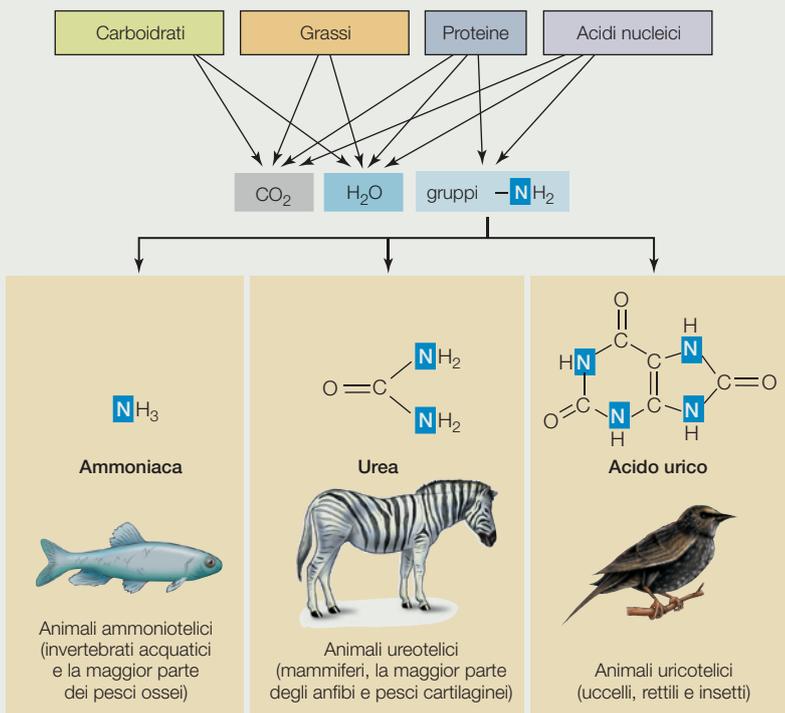
Gli animali **ureotelici**, tra cui gli esseri umani, si liberano dell'azoto sotto forma di urea, un composto che può es-

sere eliminato in soluzioni concentrate consentendo un importante risparmio di acqua. Questo è molto utile per gli animali che vivono in zone aride, come il topo delle piramidi. I pesci cartilaginei (razze e squali) sono un caso a parte, perché usano l'urea che accumulano nel loro sangue, per mantenersi in equilibrio osmotico con l'acqua di mare.

Gli animali **uricotelici** eliminano i rifiuti azotati sotto forma di acido urico, un composto che si ottiene attraverso trasformazioni metaboliche laboriose ma che può essere eliminato in forma semisolida, con un ulteriore risparmio di acqua. Appartengono a questo gruppo alcuni tra i primi animali che, nella storia della vita, sono usciti dall'ambiente acquatico, come gli insetti e i rettili. Anche gli uccelli mantengono questa caratteristica.

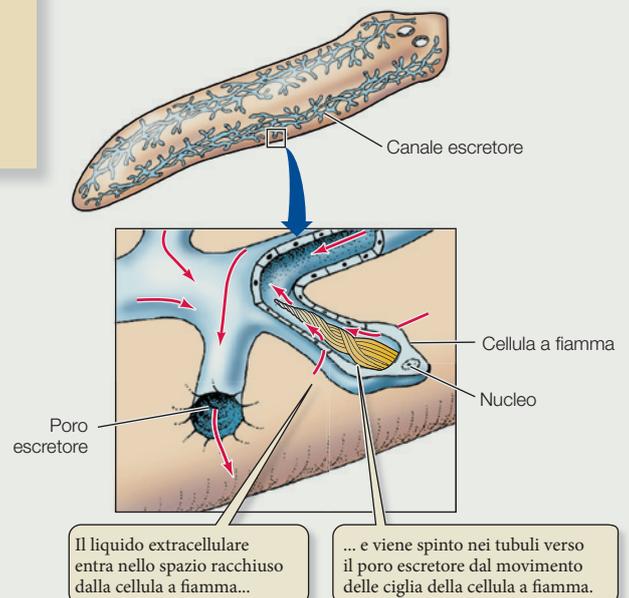
Le diverse modalità di escrezione, oltre che all'eliminazione dei cataboliti azotati, sono legate anche al mantenimento di un equilibrio osmotico interno. Alcuni animali si mantengono sempre in equilibrio con l'ambiente esterno (*osmoconformi*), altri invece mantengono costante il loro ambiente interno (*osmoregolatori*), il che può comportare un dispendio di energia, ma garantisce una maggiore stabilità interna.

Tra gli animali osmoregolatori troviamo i pesci ossei marini, che vivono immersi in una soluzione più concentrata dei loro fluidi interni; per evitare di perdere acqua per osmosi, questi animali eliminano quantità ridottissime di urine e riescono a espellere attraverso le branchie il sale in eccesso.



## Figura A I prodotti di scarto del metabolismo

Il metabolismo delle proteine e degli acidi nucleici produce scarti azotati. La maggior parte degli animali acquatici, compresa gran parte dei pesci, espelle gli scarti azotati sotto forma di ammoniaca, mentre la maggior parte degli animali terrestri espelle urea o acido urico. L'urea è più solubile in acqua ed è il principale scarto azotato eliminato dai mammiferi, dagli anfibi e da alcuni pesci. L'acido urico non è molto idrosolubile ed è il principale scarto azotato eliminato da uccelli, rettili e insetti.



**Figura B L'apparato escretore dei platelminti** I protonefridi del platelminto *Planaria* consistono di tubuli che terminano in cellule a fiamma. Le cellule tubulari modificano la composizione del liquido che le attraversa.

## L'evoluzione dell'apparato urinario

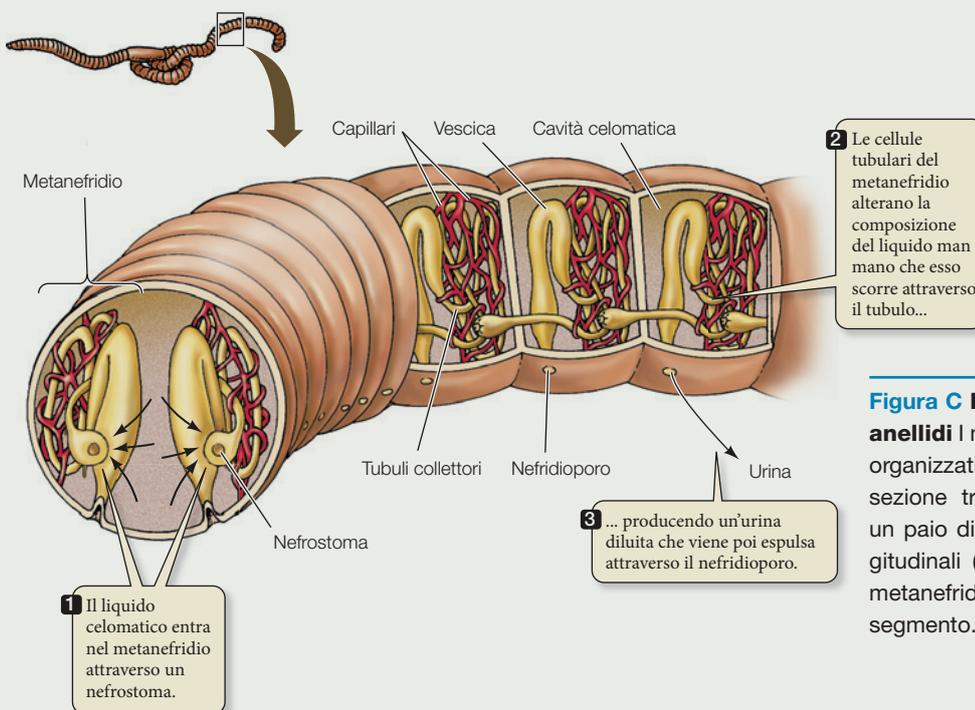
Nel corso dell'evoluzione gli apparati destinati all'escrezione si sono fatti progressivamente più complessi ed efficienti. Molti **platelminti** possiedono un sistema di tubuli diffuso in tutto il corpo, con cellule ciliate che generano una corrente grazie alla quale le sostanze di rifiuto filtrate dai **protonefridi** vengono espulse (►figura B).

Negli **annelidi**, come il lombrico, ogni segmento corporeo è dotato di una coppia di **metanefridi**, che filtrano i liquidi corporei contenuti nella cavità interna (*celoma*) ed eliminano le sostanze di rifiuto attraverso i nefridiopori (►figura C).

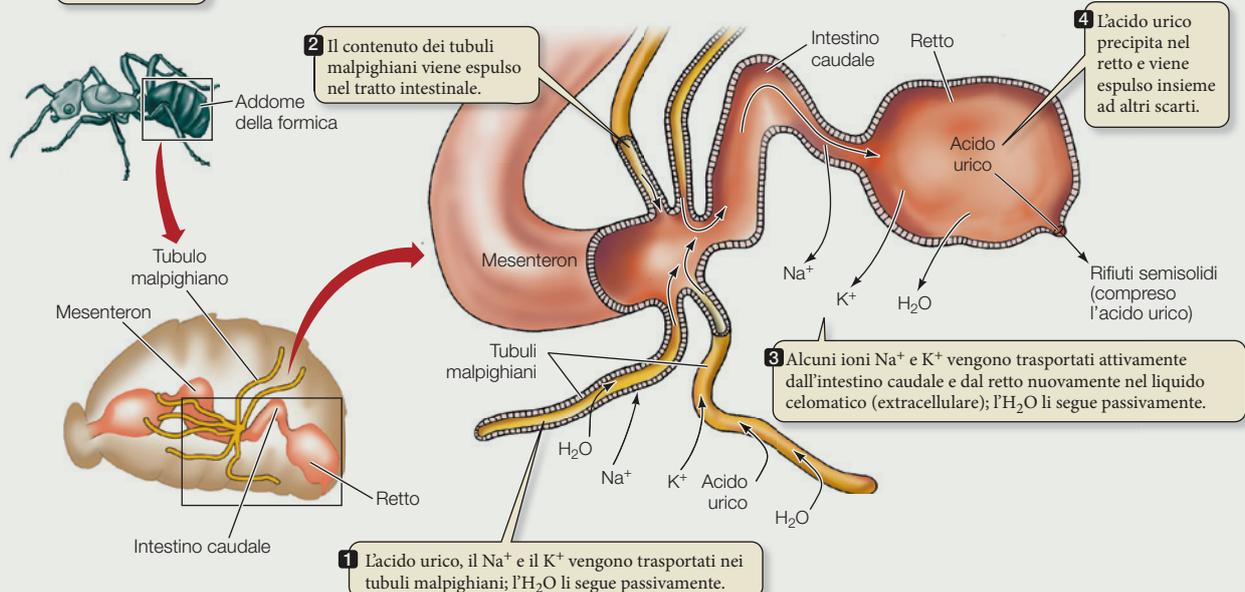
Gli **insetti** hanno bisogno di risparmiare acqua quanto più possibile. Per questa ragione il loro apparato escretore, formato dai cosiddetti **tubuli malpighiani**, pesca nella cavità corporea e sfocia poi nell'intestino, che provvede a recuperare quasi tutta l'acqua eliminando le scorie azotate insieme alle feci, in forma semisolida (►figura D).

I **vertebrati** possiedono tutti un apparato escretore che, nello schema generale, può essere assimilato a quello umano, ma con un'importante distinzione: i mammiferi e gli uccelli sono gli unici che possono produrre urina più concentrata del sangue grazie agli speciali adattamenti dei loro reni (anse di Henle). Questo importante adattamento si affianca ad

altri, tipici dei vertebrati terrestri, che vanno dal rivestimento corporeo che limita la perdita di acqua (squame per i rettili, penne e piume per gli uccelli, peli per i mammiferi) a una modalità di riproduzione che prescinde dalla disponibilità di acqua nell'ambiente. Rettili, uccelli e mammiferi, infatti, sono **amnioti**: la fecondazione è interna e lo sviluppo avviene in uova dotate di guscio (se sono ovipari come la maggior parte dei rettili e degli uccelli) oppure all'interno del corpo della madre (se sono vivipari, come quasi tutti i mammiferi).



**Figura C** L'apparato escretore degli anellidi I metanefridi degli anellidi sono organizzati secondo i loro segmenti. La sezione trasversale a sinistra mostra un paio di metanefridi. Tre sezioni longitudinali (a destra) mostrano solo un metanefridio dei due presenti in ogni segmento.



**Figura D** L'apparato escretore degli insetti I tubuli malpighiani sono a fondo cieco e dotati di pareti sottili, e si proiettano negli spazi che contengono il liquido extracellulare.