

PARLIAMO DI EVOLUZIONE

La respirazione negli animali

Tutti gli animali respirano; molti però possiedono apparati respiratori molto differenti da quello umano. Le ragioni di queste differenze sono la diversa storia evolutiva e l'adattamento alle diverse condizioni ambientali.

Alcuni adattamenti comuni con cui specie diverse aumentano l'efficacia degli scambi gassosi con l'ambiente esterno comprendono l'incremento dell'ampiezza della superficie respiratoria, l'aumento delle differenze tra le pressioni parziali e la diminuzione del percorso che i gas

devono effettuare attraverso un mezzo acquoso, dove la diffusione è rallentata.

Gli animali più piccoli respirano tramite la pelle o per mezzo di trachee

Negli animali più semplici e di dimensioni ridotte, non esiste un sistema respiratorio specializzato e gli scambi avvengono attraverso la **superficie corporea**; è il caso di animali come le meduse, ma anche dei lombrichi. Gli insetti possiedono vie aeree dette **trachee** (da non confondere con la

nostra trachea); si tratta di piccoli tubicini che permettono di scambiare i gas con l'ambiente esterno, raggiungendo direttamente ogni parte del loro corpo.

L'apparato respiratorio degli insetti (►figura 1) comunica con l'ambiente esterno attraverso aperture specializzate chiamate **spiracoli** che si trovano sui lati dell'addome. Dagli spiracoli si dipartono le trachee, che si ramificano in canalicoli di calibro minore chiamati tracheole, fino a terminare in sottili **capillari aeriferi**.

Figura 1 Lo scambio gassoso negli insetti Negli insetti, i gas respiratori diffondono attraverso un sistema di condotti aerei (trachee) che si aprono verso l'esterno attraverso piccoli sbocchi chiamati spiracoli, disposti sui lati del corpo. Ogni trachea di un insetto è suddivisa in tracheole più piccole che si ramificano ulteriormente in sottili capillari aeriferi.

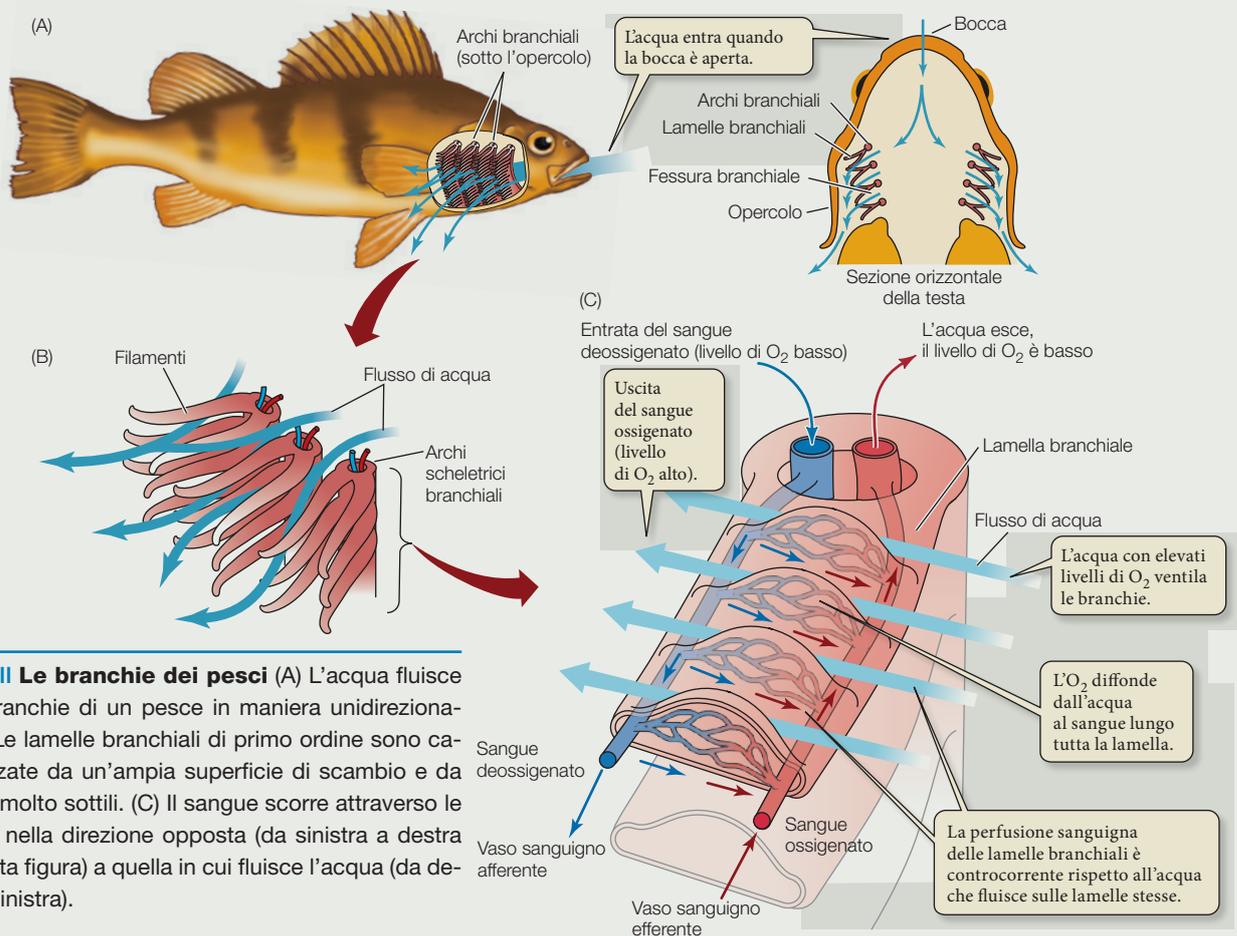
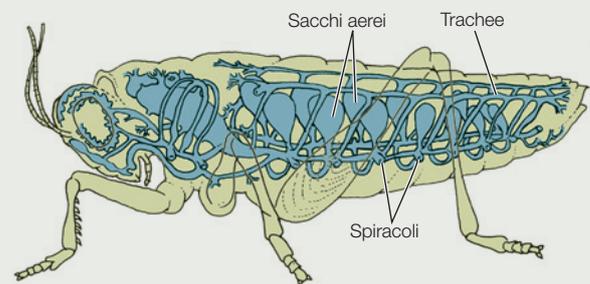


Figura 2 Le branchie dei pesci (A) L'acqua fluisce sulle branchie di un pesce in maniera unidirezionale. (B) Le lamelle branchiali di primo ordine sono caratterizzate da un'ampia superficie di scambio e da tessuti molto sottili. (C) Il sangue scorre attraverso le lamelle nella direzione opposta (da sinistra a destra in questa figura) a quella in cui fluisce l'acqua (da destra a sinistra).

Gli animali acquatici respirano grazie alle branchie

Molti animali acquatici sono dotati di **branchie**. In alcuni casi, come in certe larve degli anfibi (girini) le branchie sono esterne, ma nei pesci e in molti invertebrati esse sono interne.

Le branchie dei pesci sono sostenute da archi scheletrici branchiali (►figura II A). L'acqua scorre dall'interno della bocca del pesce fino alle branchie, per uscire da sotto le lamine protettive dette opercoli. Quindi, le branchie sono continuamente bagnate con acqua ricca di ossigeno. Questo flusso avviene in direzione opposta a quello del sangue nei capillari che irrorano le branchie; in questo modo si mantiene un gradiente elevato, nonostante il procedere degli scambi gassosi (►figura III).

Le branchie hanno una struttura che garantisce un'enorme superficie adibi-

ta agli scambi gassosi. Ogni branchia è infatti costituita da due ordini di **lamelle branchiali** (►figura II B)

Nelle branchie i gas devono diffondere attraverso uno spessore minimo, poiché i tessuti che le rivestono sono sottilissimi. Alcuni pesci, tra cui l'acciuga, il tonno e certe specie di squali, ventilano le loro branchie nuotando più o meno costantemente con la bocca aperta. La maggior parte dei pesci, invece, ventila le proprie branchie grazie a un meccanismo di pompe, che spinge in avanti l'acqua.

Il sistema respiratorio degli uccelli è un esempio di efficienza

Gli uccelli hanno probabilmente il sistema respiratorio più efficace di tutti. Ciò è dovuto principalmente al fatto che la struttura dei loro polmoni permette all'aria di fluire unidirezionalmente attraverso i polmoni. In questo modo l'aria nuova in

entrata non viene mescolata con l'aria in espulsione, aumentando il gradiente di ossigeno.

Oltre ai polmoni, gli uccelli possiedono **sacchi aerei** situati in diverse regioni del corpo, dove non avvengono scambi. L'aria entra nell'apparato attraverso la trachea, che si ramifica nei bronchi e nei più sottili *parabronchi*, disposti parallelamente attraverso i polmoni (►figura IV). I parabronchi si diramano a loro volta in *capillari aeriferi*.

L'aria fluisce attraverso i polmoni, nei parabronchi e diffonde infine nei capillari aeriferi, che rappresentano la vera superficie di scambio respiratorio. I parabronchi si uniscono in bronchi, canali di calibro più ampio, che recuperano l'aria dai polmoni e la fanno tornare indietro fino alla trachea. Quindi nei polmoni degli uccelli l'aria fluisce in maniera unidirezionale e continua, diversamente da ciò che accade nei nostri che sono a fondo cieco.

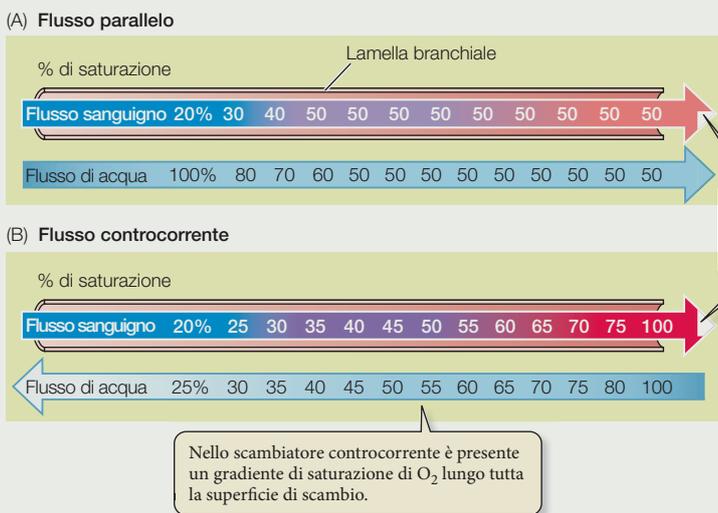


Figura III Lo scambio in controcorrente è più efficiente In questi modelli di scambio gassoso in controcorrente e in condizioni di flusso parallelo, i numeri rappresentano la percentuale di saturazione dell'O₂ dell'acqua e del sangue. (A) Nel caso del flusso parallelo, le percentuali di saturazione del sangue e dell'acqua raggiungono l'equilibrio a metà strada della superficie di scambio. (B) Uno scambiatore controcorrente dà la possibilità di effettuare uno scambio gassoso più completo in quanto l'acqua presenta una percentuale di saturazione dell'O₂ sempre maggiore rispetto al sangue: quindi si mantiene un gradiente del livello di saturazione dell'O₂.

(A) Polmoni e sacchi aerei degli uccelli

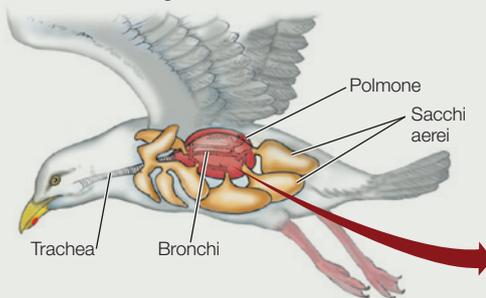


Figura IV L'apparato respiratorio di un uccello (A) I sacchi aerei e le camere d'aria presenti nelle ossa sono strutture esclusive degli uccelli. (B) L'aria scorre attraverso i polmoni dell'uccello in maniera unidirezionale verso i parabronchi. I capillari aeriferi, i siti di scambio gassoso, si ramificano a livello dei parabronchi.

(B) Forte ingrandimento del tessuto polmonare di un uccello

I capillari aeriferi trasportano l'aria dal parabronco ai capillari sanguigni dove l'O₂ viene assorbito e poi, sempre attraverso i parabronchi, esce.

