

Prefazione all'edizione italiana

La prima edizione di questo testo di *Fisiologia degli animali domestici* nella sua versione in lingua inglese è datata 2003; successivamente (2004 e 2007) ci sono state delle ristampe e, finalmente, nel 2010 è uscita la seconda edizione. Il testo ha avuto e ha una vasta diffusione nei Paesi scandinavi, negli Stati Uniti e, in genere, nei Paesi anglosassoni.

La nuova edizione è stata sensibilmente migliorata rispetto alla precedente, sia per i contenuti che per la grafica. I diversi capitoli della Fisiologia veterinaria sono trattati in maniera compiuta; i riferimenti ai vari animali domestici sono frequenti e sempre pertinenti. Rispetto alla prima edizione, a margine sono state aggiunte numerose annotazioni che permettono al lettore di focalizzare al meglio l'argomento trattato, nonché una notevole serie di domande finaliz-

zate a una sorta di autovalutazione; siamo sicuri che gli studenti apprezzeranno. Molto belle sono le figure, spesso di una semplicità addirittura sconcertante ma sicuramente utili al fine di facilitare l'apprendimento.

Tutte le caratteristiche di cui sopra ci hanno fatto ritenere opportuna un'edizione italiana. Siamo certi di fornire un valido supporto didattico soprattutto agli studenti di Medicina veterinaria, ma non solo: anche Studiosi e Ricercatori di discipline biologiche nonché professionisti interessati alle Produzioni animali avranno modo di apprezzare la chiarezza con cui vengono descritti i meccanismi fisiologici più complessi.

*Prof. Carlo Tamanini
Professore Ordinario di Fisiologia Veterinaria
Alma Mater Studiorum Università di Bologna*

Prefazione

La Fisiologia è la scienza che studia le funzioni degli organismi viventi; questo libro ha lo scopo di guidare alla comprensione delle funzioni corporee nei mammiferi e negli uccelli. Sebbene sia stato concepito per e sia rivolto principalmente a studenti dei corsi di Medicina veterinaria e di Scienze animali, l'approccio utilizzato per la sua preparazione lo rende utile anche per i corsi universitari di Fisiologia generale dei mammiferi e degli uccelli.

Lungo tutto il testo abbiamo enfatizzato la spiegazione di aspetti concettuali e abbiamo sottolineato come i meccanismi di regolazione mantengano stabile l'ambiente interno dell'organismo, nonostante l'ambiente esterno si modifichi continuamente (omeostasi). Il volume ha lo scopo di fornire una spiegazione comprensibile del funzionamento dell'organismo e il suo obiettivo finale è di mettere gli studenti nella condizione di acquisire le conoscenze e di sviluppare la capacità di soluzione dei problemi delle quali avranno bisogno nella loro vita lavorativa futura.

Siamo riconoscenti a tutti coloro che ci hanno assistito nel lungo cammino che ha portato alla conclusione di questo lavoro. Un grazie va ad Arne G. Ruud e al National Centre for Ve-

terinary Contract Research and Commercial Service Ltd (VESO) per aver supportato il progetto. Ringraziamo anche i nostri principali disegnatori, Anne Langdalen e Karl C. Toverud e la consulente linguistica della seconda edizione, Lucy Robertson. Per le discussioni oltremodo utili e per il confronto pedagogico e professionale ringraziamo i nostri studenti della Norwegian School of Veterinary Science, Oslo University e Norwegian University of Life Science. Non per ultimi, ringraziamo i Colleghi che hanno contribuito al processo di miglioramento della qualità del testo. Siamo particolarmente grati a Øystein Andresen, Jon-Arne Birkeland, Inge Bjerkås, PETER Bols, David Cotrell, Odd Magne, Egil Haug, Helga Høgåsen, Johan Høgset Jansen, Clarence Kwart, Mette O. Nielsen, B. E. C. Nordin, Kerstin Olsson, Reeta Pøso, Lucy Robertson, Anne Storset, Rosanne Taylor, Michael Tranulis e Reidun Ursin per i loro utili suggerimenti e le loro critiche costruttive. Un grazie va anche alla Direttrice della Biblioteca della Norwegian School of Veterinary Science, Anne Cathrine Munthe.

*Øystein V. Sjastaad
Olav Sand
Knut Hove*

Introduzione

I processi vitali sono complessi e anche nel caso degli organismi unicellulari più semplici i meccanismi fisiologici non sempre sono stati chiariti compiutamente. Pertanto, com'è possibile comprendere il funzionamento dell'organismo dei vertebrati, che può essere costituito da più di cento migliaia di miliardi di cellule, ognuna delle quali costituisce un'unità ben delimitata? Nel loro insieme, le cellule contribuiscono a formare un organismo, con la sua specifica identità. Al fine di permettere questa collaborazione, le cellule si scambiano continuamente informazioni e innumerevoli meccanismi di regolazione mantengono stabile l'ambiente corporeo interno, nonostante continue variazioni dell'ambiente esterno. La Fisiologia animale è pertanto una scienza estremamente complicata e il tentativo di penetrare tale complessità può sembrare uno sforzo inutile. Tuttavia, i principi della regolazione e del controllo della maggior parte dei processi fisiologici sono piuttosto simili e le caratteristiche più importanti della fisiologia animale sono di comprensione relativamente semplice.

Al fine di strutturare al meglio questo campo così complesso, i testi di fisiologia di norma suddividono le funzioni corporee in alcuni capitoli principali come la digestione, la riproduzione o la circolazione del sangue. I titoli dei capitoli di questo volume mettono in luce il sistema di suddivisione da noi scelto. La classificazione della fisiologia in singoli argomenti può portare al concetto che i diversi sistemi operano in maniera indipendente l'uno dall'altro, ma di fatto non è così: l'organismo è un'unica unità funzionale e i processi fisiologici in tutte le cellule e in tutti gli organi sono strettamente collegati fra loro. Noi abbiamo cercato di enfatizzare questa unità mediante continui riscontri incrociati fra i diversi capitoli.

Non è possibile comprendere le funzioni corporee senza delle conoscenze anatomiche di base. Tuttavia, poiché i riferimenti all'anatomia in questo testo sono limitati al minimo indispensabile per la comprensione dei processi fisiologici, si raccomandano ulteriori rivisitazioni dell'anatomia degli animali domestici.

Nella fisiologia, l'ingegnosamente semplice e l'incomprensibilmente complesso sono due facce della stessa medaglia. Le nostre personali ricerche in vari ambiti della fisiologia ci hanno dato una sensazione di umile venerazione per l'incredibile sistema di processi e dettagli che costituiscono un organismo vivente. La nostra speranza è che questo testo sia in grado di trasmettere questa sensazione anche ai nostri lettori.

Struttura del testo

Al fine di avere un'idea della fisiologia sono necessarie conoscenze di base della fisica, della chimica e della biochimica. Pertanto abbiamo previsto un capitolo introduttivo che presenta una panoramica di alcuni dei principali argomenti in questi campi. Non ci sono confini logici fra la biologia cellulare e la fisiologia e la conoscenza della biologia cellulare costituisce una piattaforma per la comprensione della fisiologia animale. Di conseguenza, il secondo capitolo costituisce di fatto un'introduzione alla biologia cellulare.

Ogni capitolo inizia con una breve descrizione degli *aspetti principali* degli argomenti trattati; la parte successiva fornisce le basi per una comprensione più approfondita dei processi fisiologici.

Il testo contiene circa 200 *esempi clinici*, scelti e selezionati per illustrare le normali funzioni dell'organismo, piuttosto che per entrare nel

dettaglio dei processi patologici o del trattamento delle diverse patologie. Un metodo efficace per dimostrare l'importanza di uno specifico meccanismo fisiologico è la descrizione dei sintomi che si manifestano quando questo meccanismo non opera in maniera corretta. Crediamo anche che questi esempi possano motivare lo studente e stimolare la sua curiosità.

A supporto della trattazione dei diversi argomenti sono state previste molte *domande*, in totale circa 2000, distribuite in tutto il volume, che possono essere utilizzate per verificare se il contenuto dei vari argomenti è stato compreso. Le risposte alle domande possono essere trovate leggendo attentamente il testo principale. Riteniamo che questo approccio sia un metodo molto più efficace per facilitare l'apprendimento

di quanto non sarebbe mettere le risposte a disposizione in una sezione a parte.

A margine del testo sono state inserite inoltre più di 3000 annotazioni che sottolineano i punti principali degli argomenti trattati e che saranno di particolare importanza quando lo studente vorrà ripassare i capitoli. Siamo certi che queste note a margine possano migliorare l'efficacia dell'apprendimento.

Alla fine di ogni capitolo abbiamo incluso un elenco di altri testi raccomandati per ulteriori approfondimenti.

Nell'indice, di facile consultazione, il numero delle pagine in grassetto orienta il lettore verso le principali descrizioni o definizioni, mentre i numeri in corsivo fanno riferimento alle figure.

Gli esempi clinici sottolineano l'importanza dei normali processi fisiologici e indirizzano a un ulteriore approfondimento

Le annotazioni a margine sintetizzano i punti principali del testo e sono utili per il ripasso del capitolo

Le domande si riferiscono ad aspetti fondamentali e sono uno strumento di verifica dell'apprendimento. Le risposte sono facilmente individuabili nel testo

292 Il muscolo 978-88-06-18293-7

Nell'ipertrofia muscolare il numero di nuclei nelle fibre muscolari aumenta. Nell'ipertrofia muscolare il numero di nuclei nelle fibre muscolari non varia.

Il tessuto muscolare scheletrico contiene cellule staminali chiamate **cellule satelliti**. L'ipertrofia muscolare è associata all'aumento del numero di nuclei conseguente alla fusione tra cellule satelliti e fibre del muscolo in accrescimento. Tuttavia, in una fibra che si sta atrofizzando i nuclei non vengono persi e questo facilita una rapida ricrescita che tende a ripristinare le dimensioni originarie della fibra a punto che il miglioramento delle condizioni consente una normale attività muscolare. Questa proprietà del muscolo scheletrico è chiamata **memoria del muscolo**.

Interazioni tra muscoli e scheletro
Quando un muscolo si accorcia, i punti di inserzione dei tendini si avvicinano, muovendo così le ossa. In generale, un punto di inserzione rimane quasi fermo durante l'accorciamento del muscolo e viene chiamato quindi **origine** del muscolo stesso, mentre il punto che si muove di più è chiamato **inserzione**. Nella maggior parte dei casi l'origine è prossimale all'inserzione. Molti muscoli possono determinare il movimento di ogni articolazione; questi sono disposti in gruppi che causano movimenti opposti a livello articolare (gruppi di **muscoli antagonisti**, fig. 8.19). Per esempio, il muscolo semitendinoso dell'arto posteriore appartiene al gruppo dei **muscoli flessori** che flettono la gamba, mentre il muscolo vasto laterale fa parte del grande gruppo dei **muscoli estensori** antagonisti (quadricipite femorale) che la estende. Come già osservato, un muscolo non può stirarsi attivamente, ma la contrazione di un muscolo specifico determina sempre lo stiramento dei suoi antagonisti.

La capacità di una forza di far ruotare una leva è determinata dal prodotto della forza stessa per il suo braccio, posto che la forza agisca perpendicolarmente alla leva. Il braccio è la distanza tra il fulcro e la linea di azione della forza. La **figura 8.20** illustra la posizione approssimativa delle ossa nell'arto anteriore destro di un gatto che sta correndo quando la zampa si appoggia al suolo. La distanza tra la zampa e il fulcro nell'articolazione della spalla è circa undici volte maggiore della distanza tra il fulcro e l'inserzione tendinea del muscolo grande rotondo sull'omero. Affinché questo muscolo sia in grado di fornire una forza propulsiva dalla zampa al suolo, è necessario che sviluppi una forza undici volte maggiore; in altre parole, il tendine deve esercitare sull'osso una forza molto maggiore della forza esterna. Questo è il tipo di tendini e dei muscoli responsabili di estesi movimenti oscillatori delle estremità.

I rapporti anatomici illustrati nella **figura 8.20** indicano inoltre che l'ampiezza e la velocità dei movimenti della zampa sono molto maggiori dell'accorciamento del muscolo. Nell'esempio descritto, il muscolo grande rotondo deve accorciarsi solo di 1 cm per muovere la zampa di 11 cm. Tale aumento di ampiezza del movimento a spese della forza ha indubbi vantaggi. Se è necessario un aumento della massima forza contrattile, il muscolo può facilmente aumentare la sua area di sezione trasversale. Poiché i muscoli sono connessi allo scheletro in modo da amplificare i movimenti, le possibili deviazioni delle estremità sono adeguate anche se i muscoli lavorano costantemente nell'ambito della loro limitata lunghezza ottimale.

Tendini
Quando la forza contrattile dei muscoli scheletrici viene trasferita allo scheletro, le ossa possono essere sottoposte a forze molto intense; per que-

293 978-88-06-18293-7

Lesioni alle inserzioni tendinee
Molti dei muscoli presenti nell'organismo sono in grado di sviluppare una notevole forza contrattile. Ovviamente richiede la presenza di tendini forti e robusti inserzioni. Gli sforzi eccessivi, tuttavia, possono determinare il distacco dei tendini dall'osso oppure causare fratture ossee nella sede dell'inserzione tendinea, ciò può avvenire, per esempio, quando un animale salta o cade da un'altezza notevole e in questi casi iniziano delle forti contrazioni muscolari eometriche che scopo di innalzare la caduta quando l'arto ricade a terra.

sta ragione i tendini che collegano i muscoli alle ossa devono essere molto forti ed essere inseriti saldamente alle due estremità. I tendini e i legamenti articolari sono costituiti da fibre collagene parallele, densamente ammassate, che conferiscono al tendine una notevole forza elastica. Un tendine con un diametro di 7 mm sopporta senza lacerarsi una forza di stiramento di circa 5000 N. Le fibre collagene nel tendine si estendono direttamente nella rete di fibre collagene che formano il periostio e in quelle che rinforzano il tessuto osseo (fig. 8.1). Ciò crea una connessione organica continua, priva di giunzioni tra l'osso e il tendine. I tendini lunghi localizzati lungo le ossa sono spesso tenuti *in situ* da bande di tessuto connettivo fissate allo scheletro che, assieme alle ossa adiacenti, delimitano dei **canali tendinei**. All'interno di questi, i tendini sono circondati da **guaine tendinee** formate da due strati di membrana sinoviale separati da una piccola quantità di fluido sinoviale (fig. 8.21), che consente ai tendini di muoversi senza esercitare un grande attrito sul tessuto adiacente. Le **borse** sono sacche di membrana sinoviale ripiene di liquido, frequenti nei punti in cui i muscoli o i tendini decorrono sopra le creste ossee o le articolazioni. Analogamente alle guaine tendinee, le borse riducono l'attrito tra il tendine e il tessuto sottostante.

Dal muscolo alla carne
Nei mammiferi e negli uccelli il tessuto muscolare contiene circa il 20% di proteine, l'1-5% di grassi e il 75% di acqua. La composizione amminoacidica delle proteine muscolari rende la carne una fonte proteica adatta agli animali non erbivori, come l'uomo. Poiché contiene una quantità elevata dell'amminoacido essenziale lisi-

Figura 8.20 Interazione tra il muscolo grande rotondo e le ossa in un gatto. Il muscolo è inserito sulla scapola più vicino all'articolazione della spalla rispetto alla mano che esercita una forza sul terreno. Il muscolo deve quindi sviluppare una forza maggiore di quella propulsiva che si sviluppa tra la mano e il suolo. Durante il movimento, la velocità e la deviazione della mano sono maggiori di quanto dovrebbero aspettarsi dall'accorciamento del muscolo. Modificata da Karling, 1995.

Le fibre collagene parallele dei tendini e dei legamenti garantiscono una grande forza elastica.

Le guaine tendinee e le borse contengono il liquido sinoviale.

Figura 8.21 Rappresentazione schematica della guaina tendinea che avvolge un tendine nell'arto posteriore di un cavallo. Il tendine è tenuto in situ da bande di tessuto connettivo fibroso ed è incapsulato nella guaina tendinea.