

## 7 - UN MIRACOLO DI BIOINGEGNERIA

Stefano Sabioni e Marco Baccino

Alla scoperta delle meraviglie funzionali con le quali madre Natura ha attrezzato il piede del cavallo

In alcuni degli articoli precedenti avevo accennato a interessanti lavori scientifici riguardanti lo zoccolo equino. È venuto il momento di approfondire un poco l'argomento.

A tal proposito mi viene in aiuto un mio allievo, appena laureato in Scienze e Tecniche Equine presso la Facoltà di Medicina Veterinaria di Parma, il Dott. Marco Baccino. La sua tesi di laurea intitolata "Studio morfo-funzionale dello zoccolo equino: lo zoccolo del cavallo selvatico come modello per il cavallo domestico" è stata molto curata nei dettagli e raccoglie informazioni aggiornate riguardanti lo zoccolo equino. Lascio quindi la parola al Dott. Baccino.

Tentavo disperatamente di ricordarmi la frase di Leonardo Da Vinci, "La forma è l'espressione plastica della funzione", che mio zio mi aveva citato qualche giorno prima, quando, per la prima volta, m'imbattei nell'immagine dello zoccolo del Mustang selvatico durante una ricerca su internet riguardo all'uso di cavalli scalzi. L'effetto fu immediato, la frase si manifestò prepotentemente nel suo significato più profondo, spiegando l'immagine di quello zoccolo che mi si scolpì nella mente indelebilmente. Mai connubio fu più solido. Che cos'era quell'immagine così diversa da tutte quelle degli zoccoli che avevo visto fino a quel momento, così essenziale, così funzionale? Era ciò che la Natura aveva insindacabilmente scolpito all'estremità distale del dito equino. Da quel momento iniziai una ricerca disperata di tutto ciò che era attinente alla materia e decisi, senza ombra di dubbio, che quello sarebbe stato l'argomento della mia tesi. Tramite il mio relatore, il prof. Zanichelli, venni in contatto con il dott. Sabioni; da lì a poco, iniziai con lui le mie ore di tirocinio, unendo il lavoro di ricerca per la tesi alle ore trascorse ad osservare, inizialmente, e poi a pareggiare i cavalli scalzi o sferrati. Decisi di dedicare la prima parte della tesi all'anatomia e alla fisiologia dello zoccolo equino, una sorta di introduzione istituzionale per l'argomento che volevo, in realtà, mettere in evidenza. Nell'approfondimento dei concetti anatomici e fisiologici che man mano venivano in luce, emergeva però con sempre maggiore evidenza la stretta connessione tra le due parti. Gli studi recenti, infatti, sembrano mettere sempre più in rilievo dinamiche e modalità di funzionamento che trovano piena espressione nella biomeccanica dello zoccolo scalzo e, allo stesso tempo, ci danno una possibile chiave di lettura per tentare di capire perché lo zoccolo, il 'miracolo di bioingegneria' descritto dal Pollitt (1992) non sia più altrettanto efficace quando soggetto alle esigenze dell'addomesticamento. Un capitolo è dedicato allo strato medio della muraglia dello zoccolo, che è la porzione che maggiormente si fa carico della funzione di sostegno.

La ricerca ha evidenziato che lo strato medio della muraglia ha una complessità superiore a quanto ritenuto fino a non molto tempo addietro. La sua complessità funzionale è, probabilmente, il risultato di un compromesso tra bisogno di ammortizzare le forze concussive, di limitare al massimo la propagazione di fratture, e, allo stesso tempo, di evitare un'eccessiva deformazione della scatola cornea pericolosa per l'integrità delle strutture interne. La sua capacità di carico e di dispersione delle linee di forza rendono lo strato medio della muraglia uno dei biomateriali più resistenti in assoluto (Kasapi and Gosline, 1997). La differenziazione dei tubuli cornei e i diversi piani di orientamento dei filamenti intermedi intertubulari rispondono alle differenti esigenze meccaniche. Abbiamo visto che il cavallo selvatico atterra di talloni e che ciò consente un efficace ammortizzamento delle forze assorbite dallo zoccolo. Parte dell'energia viene assorbita dall'elasticità dei talloni che si allargano durante l'appoggio stirando il cuscinetto digitale e causando in esso una pressione negativa. La pressione negativa aspira il sangue che viene poi proiettato negli infiniti capillari che compongono i plessi venosi subendo così una drastica caduta della pressione, in accordo con il principio di Bernoulli e la legge di Poiseuille. Questo sistema, secondo Bowker, serve a dissipare il picco transitorio di energia tramite un flusso emodinamico. Inoltre, le numerose anastomosi (comunicazione fra vasi) presenti nella circolazione dell'estremità del dito equino regolano la pressione subita durante l'impatto e il riempimento di sangue delle lamine durante l'appoggio completa il sistema di ammortizzamento idraulico. Anche i recettori sensoriali collocati nella zona caudale (posteriore) del fettone sottolineano l'importanza rivestita dall'atterraggio di talloni nell'intera biomeccanica dello zoccolo. Ma affinché questi recettori svolgano al meglio la loro funzione è necessario che il fettone abbia la collocazione osservata nello zoccolo del cavallo selvatico. I talloni bassi dello zoccolo naturale fanno sì che, subito dopo il contatto con il terreno, il fettone venga immediatamente sollecitato, trasmettendo attraverso i suoi recettori uno stimolo sensoriale propriocettivo che fornisce al cavallo le informazioni per completare il gesto biomeccanico. La predisposizione all'atterraggio di talloni è anche evidenziata dal fatto che in questa zona la muraglia è più flessibile e sia l'orientamento sia l'angolazione interna delle lamine mostrano una maggiore variabilità. Questo adattamento anatomo-funzionale consente di fronteggiare meglio l'imprevedibile natura dell'atterraggio su superfici non omogenee (Douglas, 1998). Il corretto contatto del fettone con il suolo, assicurato dal fisiologico atterraggio di talloni (*heel-first landing*) e dalla fisiologica conformazione della parte posteriore del piede, permette un'adeguata maturazione del cuscinetto digitale. Quest'ultimo, costituito nel puledro da tessuto fibro-adiposo, si trasforma progressivamente in tessuto compatto, di tipo fibro-cartilagineo, capace di proteggere efficacemente le strutture profonde dello zoccolo e di permettere un passo con atterraggio di talloni anche nel cavallo adulto. Se il cuscinetto digitale non è adeguatamente sviluppato, il cavallo sente fastidio alla parte posteriore del piede e tende a evitare l'atterraggio di

tallone, abituandosi a un atterraggio di punta (*toe-first landing*) indotto anche da un anomalo *breakover* (*fase di stacco*), anch'esso correlato alla ferratura o al pareggio non fisiologico. Ciò crea un circolo vizioso perché: meno viene usata la parte posteriore del piede, meno si sviluppa adeguatamente il cuscinetto digitale, più il cavallo tenderà ad atterrare di punta. Se il cavallo atterra, spesso o sempre, di piatto o di punta i meccanismi anatomo-fisiologici descritti nello zoccolo non sono efficaci quanto dovrebbero, rendendo l'atterraggio un evento più traumatico del dovuto. Durante la fase di *breakover* abbiamo visto quanto sia minore il braccio di leva costituito dalla lunghezza in punta della muraglia di uno zoccolo selvatico: apparecchio podotrocleare, tendini, legamenti e articolazioni avranno sollecitazioni inferiori con conseguenze facilmente intuibili. L'insieme di queste considerazioni lascia forse intuire che molte delle condizioni patologiche che si verificano a carico dello zoccolo del cavallo domestico ferrato hanno come causa predisponente l'alterazione della sua biomeccanica; senza dimenticare però tutti gli altri aspetti gestionali.

Un interessante capitolo è dedicato all'analisi dello zoccolo del cavallo del Sarcidano, un cavallo brado presente in Sardegna con origini, sembra, antichissime. Il suo zoccolo presenta fortissime analogie con quelle del Mustang selvatico, perché anch'esso scolpito dalla natura. Interessante però è stato individuare alcune caratteristiche adattative, differenti da quelle del Mustang, dipendenti da quelle dell'ambiente specifico in cui esso vive.

Concludendo quindi posso così schematizzare le informazioni raccolte e l'esperienza di pareggio vissuta:

- la questione della ferratura ha *una forte componente culturale*, altrimenti non ci sentiremmo costretti a ferrare fattrici tenute al pascolo;
- lo zoccolo non inibito dalla presenza del ferro ha *un'enorme capacità di adattamento e risposta agli stimoli*; deve semplicemente essere trattato e allenato come qualunque altro organo del cavallo;
- la *gestione dello zoccolo* naturale dev'essere *coerente* con questo tipo di scelta; un cavallo perennemente stabulato in box non avrà mai una completa naturalizzazione dello zoccolo.

La continua esperienza vissuta a contatto con cavalli scalzi adibiti ad uso sportivo pareggiati da noi (nella tesi è presente un capitolo che racconta questa esperienza), è stata fondamentale per capire le varie problematiche che possono manifestarsi nell'uso del cavallo scalzo, ma soprattutto ci hanno insegnato che ad ogni problema c'è una soluzione e che il pareggio naturale è strettamente legato alla gestione naturale del cavallo domestico.

Dott. Stefano Sabioni  
Medico Veterinario  
stefano@sabioni.it  
www.sabioni.it



Un'immagine particolare quanto inusuale della faccia inferiore dello zoccolo. Grazie al macro-ingrandimento sono distinguibili alcune delle sue strutture più nascoste