

# ANALISI DI PARAMETRI EMATICI SIGNIFICATIVI NEL CONTROLLO E NELLA VALUTAZIONE DELL'ALLENAMENTO SPORTIVO NEL CANE E IN ALTRE SPECIE ANIMALI DI RIFERIMENTO

HEMATIC SIGNIFICANT PARAMETERS AND TRAINING:  
EFFECTS ON THE DOG AND OTHER SPECIES

FABRIZIO PREZIUSO <sup>(1)</sup>, SILVIA PREZIUSO <sup>(2)</sup>

## RIASSUNTO

Gli AA. hanno analizzato in una *review* in varie specie animali e razze diverse le modificazioni fisiologiche che si possono determinare in seguito ad allenamento sportivo, in riferimento in particolare al cavallo ed al cane. Gli AA. inoltre hanno utilizzato personali ricerche sperimentali condotte in cani di varie razze (pastore tedesco, segugio, levriero, setter inglese, spinone). Sono stati presi in considerazione vari parametri ematici ormonali ( $T_3$ ,  $T_4$ , TRH, TSH, cortisolo ed altri) e non ormonali (lattato, LDH, carnitina, CK ed altri) significativi nell'impegno muscolare e nell'allenamento sportivo. Tali indici sono stati considerati nei valori assoluti e relativi. Scopo specifico di questa valutazione è proporre un test sperimentale di campo per il controllo e la valutazione in corso di allenamento del soggetto atleta, con particolare riferimento al cane. Gli AA. inoltre hanno preso in considerazione problematiche di fisiologia della nutrizione legate alla conduzione dell'attività sportiva e la possibilità di intervenire con integrazioni alimentari. In questo quadro rilevanza specifica è stata data al valore di integrazioni a base di l-carnitina.

Parole chiave: cane, parametri ematici, specie animali, allenamento sportivo.

## SUMMARY

In this review, the Authors describe some physiological modifications in different animal species (with a reference to dogs and horses) and breeds in consequence of the athlete's training. The Authors report also the results of personal specific experimental researches performed in different breeds of dogs (shepherd dog, bloodhound, greyhound, english setter and griffon). In particular, the Authors considered various haematic parameters, with a particular reference to some hormonal ( $T_3$ ,  $T_4$ , TRH, TRH-mRnA,

---

<sup>(1)</sup> Dipartimento di Anatomia, Biochimica e Fisiologia Veterinaria - Direttore Prof. Carlo Benvenuti.

<sup>(2)</sup> Titolare di Assegno di Ricerca - Dipartimento di Patologia Animale, Profilassi e Igiene degli Alimenti - Direttore Prof. Francesco Tolari.

TSH, ACTH, cortisol, and others) and not hormonal (lactate, LDH, carnitin, ALP, CK-creatinphosphokinase-, CK-MB, CK-MM and others) parameters, significant in the athlete's training and in the muscular effort. These parameters were analysed by both absolute and relative methods, comparing the results obtained in different animal species and breeds. The results described could be useful to the develop a set of laboratory tests in order to better evaluate the muscular effort of the athlete, for a practical using in the athlete's training, with a particular reference to different breeds of dogs (shepherd dog, bloodhound, greyhound, english setter and griffon). Finally, the Authors considered some nutritional physiology problems related to the athlete's training and evaluated the effects of a diet integration. Interesting results were obtained after diet integration with l-carnitin in various breeds of dogs (shepherd dog, bloodhound, greyhound, english setter and griffon), in the horse and in other species.

Key words: dog, hematic parameters, species, training.

Il campo di ricerca dell'allenamento sportivo nel cane ha presentato in tempi recenti un incremento specifico di interesse e sviluppo rispetto a quanto fino ad oggi determinato soprattutto nel cavallo. L'allenamento sportivo implica modificazioni fisiologiche di adattamento in vari organi ed apparati, interessando in maniera specifica l'apparato muscolare. Il muscolo è composto da diversi tipi di fibre, geneticamente predeterminate, individualmente variabili anche in rapporto allo stato di allenamento del soggetto. Si possono distinguere fibre di tipo I e fibre di tipo II. Le fibre di tipo I (fibre rosse) sono caratterizzate da fenomeni contrattili lenti e prolungati. Si presentano assai vascolarizzate, ricche di mitocondri, enzimi ossidativi e mioglobina. Producono ATP, sfruttando in particolare la fosforilazione ossidativa, assicurando in tal modo resa energetica spiccata ed elevata resistenza. Le fibre di tipo II (fibre bianche) sono caratterizzate da fenomeni contrattili rapidi e di breve durata, con scarsa presenza di mitocondri e mioglobina. L'ATP è quasi del tutto assicurato dai processi della glicolisi aerobica, che utilizza come substrato il glicogeno muscolare endogeno. La capacità di apporto energetico dipende e viene fissata dalle proprietà metaboliche del muscolo, dalla riserva in substrati, dalla velocità di trasporto di ossigeno e metaboliti. All'inizio dei processi metabolici messi in atto nello sforzo fisico l'energia chimica utilizzata nei fenomeni contrattili muscolari proviene in maniera pressoché esclusiva da fosfati ricchi di energia (ATP). ATP di origine cellulare viene utilizzato e ricostituito *in situ* istantaneamente, utilizzando i seguenti processi biologici:

- trasferimento, a partire dalla fosfocreatina (Pcr) e dall'enzima miokinasi muscolare;
- distruzione del glicogeno endogeno muscolare (glicolisi anaerobica);
  - ossidazione del glucosio (glicolisi aerobica);
  - ossidazione degli acidi grassi tramite ruota di Ohoa.

Gli acidi grassi ossidati dal muscolo sono in particolare acidi grassi non esterificati (NEFA). All'elevarsi della loro concentrazione raggiungono l'interno della cellula per diffusione, e, successivamente, per intervento del carrier carnitina (azione indispensabile per gli acidi grassi a lunga catena), vengono ossidati, producendo energia. Acidi grassi tuttavia possono essere prelevati anche a livello epatico tramite lipoproteine, trasformati in corpi chetonici e quindi ossidati a livello endocellulare. Gli aminoacidi ramificati (leucina, isoleucina, valina) possono costituire fino al 10% dell'apporto ossidativo energetico muscolare, con capacità di trasformazione in acido piruvico, a formare alanina (azione glucogeneogenetica), acido glutammico, glutammina. Alanina e glutammina, prelevati dal fegato, possono essere utilizzati per formare glucosio (gluconeogenesi). A fronte dei processi descritti, parallelamente l'attività enzimatica (alanina-transferasi, aspartato-amina-transferasi, glutammico-deidrogenasi) viene ad essere al centro dell'attività catalitica. Aumenta l'escrezione urinaria di urea, mentre si abbassa il bilancio azotato. A seguito dell'esecuzione di prove di sforzo si può riscontrare incremento ematico di 3-metil-istidina, con relativa diminuzione a livello muscolare. Si determina così una riduzione nella sintesi di miosina e actina. Per la valutazione di tali effetti appare consigliabile determinare aminoacidemia, uremia, urea, proteinuria. Il cane può essere sottoposto a lavoro specifico. L'attività può assumere aspetti particolari, nettamente evidenziabili e tra loro differenziabili, a seconda della tipologia dello sforzo richiesto e della razza. Comunque, in generale, l'allenamento può essere definito un processo educativo che si concretizza con l'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in quantità ed intensità tali da produrre carichi progressivamente crescenti, che stimolino i processi biochimico-fisiologici e migliorino le capacità fisiche psichiche, tecniche dell'atleta, consolidando il rendimento in gara (*performance*) (Mariani e coll., 1997). Nel cane si determinano in particolare, in relazione alla conduzione dell'allenamento, le seguenti reazioni di adattamento fisiologico:

- aumento della gittata cardiaca;
- miglioramento della ventilazione alveolare;
- aumento del trasporto di O<sub>2</sub> e dell'ossigenazione cellulare.

Appare del resto necessario che le possibilità atletiche siano correlate ad un corretto sviluppo morfologico e ad una corretta alimentazione; Notevoli possono essere gli aspetti negativi che tendono ad instaurarsi nel caso di lavoro mal programmato e mal eseguito. Si può riscontrare in tal caso, come effetto primario, il subentrare di uno stato di "fatica", definendo così uno stato di esaurimento delle prestazioni funzionali conseguente ad esercizio fisico troppo protratto, o comunque non adatto alle caratteristiche morfo-funzionali del soggetto. In relazione all'insorgenza della fatica ed al grado di depauperamento fisiologico possiamo distinguere: fatica fisiologica, fatica patologica ed affaticamento cronico. La fatica fisiologica è caratterizzata da sintomatologia di breve durata e capacità di recupero organico completo in breve tempo. La fatica patologica è caratterizzata invece da grave prostrazione e debilitazione, ed approssimarsi dello stato di shock. L'affaticamento cronico è contraddistinto a sua volta da incapacità di completo recupero funzionale, per cui tende a determinarsi ed evidenziarsi, nella caduta di *performance*, uno stato di precoce affaticamento. A quest'effetto possono essere ricondotti anche i fenomeni da "superallenamento". Al determinarsi e al conseguente evidenziarsi dello stato di fatica possono in particolare concorrere le seguenti condizioni:

- Accumulo di cataboliti (ammoniaca, anidride carbonica, acido lattico, AMP, prodotti di degradazione) ed ipertermia, Tale ultimo aspetto assume preponderante valore nel cane, in relazione ai limiti di adattamento fisiologico imposti dal meccanismo della polipnea termica, con spiccati effetti negativi nel periodo estivo, o in rapporto a specifiche tipologie di sforzo, eccessivamente intenso e prolungato.

- Esaurimento delle scorte energetiche (carboidrati, grassi, proteine, enzimi, ormoni, vitamine, elementi minerali).

- Nella programmazione dell'allenamento e nella conduzione dell'attività sportiva nel cane un ruolo specifico viene poi assunto dall'alimentazione e dalle integrazioni alimentari. Si dovranno in particolare rispettare le seguenti esigenze:

- fornire energia in quantità adeguata ed ottimale;
- minimizzare volume e peso del bolo alimentare;

- concorrere a mantenere condizioni fisiologiche di idratazione del soggetto;
- mantenere capacità di esplicare effetto tampone riguardo l'acidosi indotta dal lavoro;
- inibire o attenuare le modificazioni indotte dallo stress che può insorgere nell'esecuzione di attività fisica;
- presentare caratteristiche di alimento concentrato e di facile digestione.

Da un punto di vista qualitativo di composizione dell'alimento, dobbiamo verificare quanto segue:

- Le proteine devono presentare caratteristiche di digeribilità ed essere ricche di collagene; tuttavia il rapporto collagene/proteine non dovrà superare il 15%.

- I glucidi dovranno provenire da sorgenti ricche di amidi, ed essere selezionati qualitativamente.

- L'apporto in fibra grezza dovrà essere ridotto (2-3% di contenuto in cellulosa nell'alimento); infatti aumentano il volume della razione, presentano bassa digeribilità nel monogastrico, determinano riduzione di acqua nelle feci, con possibilità di alterare i corretti indici di idratazione del soggetto.

- Riguardo le sostanze lipidiche, costituite prevalentemente da acidi grassi (a corta, media e lunga catena; saturi ed insaturi), devono essere limitate nel consumo alimentare, poiché possono frequentemente determinare dismetabolie.

Riguardo gli integratori alimentari, nel cane risultano di frequente uso, soprattutto associati ad esecuzione di lavoro. Tra questi, in particolare vengono utilizzati complessi vitaminici e carnitina. Le vitamine presentano aspetti specifici di azione sull'attivazione delle ossidazioni metaboliche, della riduzione dell'accumulo di acido lattico, di effetto antistress ed incremento delle capacità di recupero organico. Notevoli appaiono poi gli effetti determinati da utilizzazione di carnitina come integratore alimentare (Preziuso & Preziuso, 2002). La carnitina esplica effetti specifici a livello mitocondriale, con azione correlata ai meccanismi produttivi di energia ed ai meccanismi di trasporto degli acidi grassi. È infatti responsabile del trasporto degli acidi grassi a lunga catena attraverso la membrana mitocondriale, partecipando quindi attivamente al processo ossidativo e di utilizzazione energetica degli acidi grassi. Gli acidi grassi a catena più corta appaio-

no invece abbastanza indipendenti dall'azione della carnitina a livello mitocondriale. Tale meccanismo di utilizzazione della carnitina assume rilevante importanza soprattutto nella conduzione di attività fisica di tipo aerobico, nella quale alla base della disponibilità energetica possiamo collocare l'ossidazione degli acidi grassi, che vengono così a costituire un substrato energetico specifico. Dobbiamo rilevare che nel cane ampi spazi di attività sportiva presuppongono in particolare uno sforzo fisico di tipo aerobico. La carnitina presenta, nel lavoro aerobico un marcato effetto, somministrata come integratore, nel mantenere elevati i livelli ematici della carnitina stessa, come rilevato nel setter inglese (Prezioso & Prezioso, 2000), nel pastore tedesco (Prezioso & Prezioso, 2001), nel segugio (Prezioso & Prezioso, 2002), inducendone quindi maggior disponibilità metabolica. Non sono stati invece verificati effetti positivi significativi riguardo la riduzione dell'incremento degli indici di lattato ematico (Prezioso & Prezioso, 2001). Il meccanismo di trasporto degli acidi grassi può presentare alterazioni della sua efficienza in relazione a deficienze di carnitina. In tal caso il muscolo viene a trovarsi infiltrato da trigliceridi, addossati ai mitocondri (steatosi muscolare), con la conseguenza di una più o meno spiccata adinamia muscolare. Ciò consegue appunto all'incapacità del muscolo di utilizzare acidi grassi a lunga catena che, in condizioni fisiologiche, costituiscono il substrato essenziale per l'attività contrattile muscolare. In assenza di carnitina, infatti, i gruppi acilici non possono raggiungere il sito mitocondriale della beta-ossidazione e vengono esterificati a trigliceridi nello spazio extramitocondriale, ove permangono inutilizzati. La gravità del quadro sintomatologico non è comunque strettamente correlabile con l'entità del deficit di carnitina. La sintomatologia, infatti, può essere varia, da semplici manifestazioni di crampi muscolari, deboli e ricorrenti, fino ad uno stato di grave prostrazione e morte. Nella conduzione dell'allenamento sportivo del cane si deve poi prendere in considerazione il problema della disidratazione e delle possibili conseguenze sul bilancio idro-elettrolitico. In relazione a ciò tende infatti a determinarsi una modificazione dell'equilibrio ionico e dell'equilibrio acido-base, con incremento del rischio di collasso e di sindrome tetaniforme da sforzo. Nel cane disidratato si manifestano aumento della natriemia, correlata ad iperlattacidemia, e diminuzione di kaliemia e carboidrati. La caduta della kaliemia è altro fattore limitante la *performance* atletica;

il fabbisogno viene ad essere determinato da valutazione della concentrazione di  $K^+$  nell'atleta e dispersione dello ione indotta dallo sforzo fisico. La carnitina inoltre può assumere una notevole importanza in alcuni casi di miocardiopatie dilatative, come nel Boxer e nel Dobermann, legate a diminuita disponibilità di carnitina miocardica, trattabili con somministrazione di carnitina alla dose di 100-200 mg/Kg peso, in tempi medi o lunghi. Nella valutazione del lavoro si è rivelato estremamente utile determinare parametri ematici che possono costituire un preciso indice metabolico delle condizioni fisiologiche del soggetto, durante lo sforzo fisico, e delle possibilità di *performance*. Tale valutazione, unitamente alla percezione di condizioni stressanti, deve accompagnare di pari passo l'allenamento, in una sua conduzione che sia volta a criteri scientifici e moderni. Fra questi fattori dobbiamo in primo luogo valutare l'aspetto ormonale. Infatti gli ormoni, già capaci a riposo di partecipare alla regolazione delle attività metaboliche dell'organismo, nell'allenamento, in rapporto ad una complessità di stimoli biologici determinati dall'evoluzione dell'attività fisica, intervengono ulteriormente a regolare e scandire l'evoluzione di specifiche manifestazioni organiche e metaboliche, con riflessi diretti sulla *performance* dell'atleta. Ne consegue l'importanza della valutazione della liberazione ormonale, nelle varie fasi ed attività di impegno fisico, così variabili nel cane a seconda della razza e dell'utilizzazione dei soggetti. In una valutazione ormonale dobbiamo porre un preciso riferimento alle manifestazioni dello stress, che, in vario grado, accompagnano l'evoluzione dell'impiego nel lavoro del cane. Del resto molteplici appaiono i riferimenti sperimentali in tale campo. In tal senso prendiamo in considerazione gli indici di cortisolemia, i rapporti con il lattato e la produzione di radicali liberi dell' $O_2$ , i riflessi biologici e funzionali determinati dal coinvolgimento dell'asse ipotalamo-ipofisi tiroide e l'azione di mineralcorticoidi e catecolamine (Preziuso & Preziuso, 1999a). La cortisolemia tende ad aumentare nello stress, concorrendo ad un tentativo di controllo, e la sua determinazione viene a costituire un valido metodo di indagine per la sua valutazione e per gli effetti determinati, poiché una cronicizzazione dello stress è caratterizzata da indici elevati in maniera persistente di cortisolemia. I riferimenti possono essere alquanto diversi nelle varie razze e specie. L'incremento di liberazione di cortisolo nello stress è da porsi in rapporto ad una serie di variazioni ormonali

(TRH, TSH, CRH, ACTH, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>), e non ormonali (CK, lattato, radicali dell'O<sub>2</sub>), che impongono, nella loro complessità, spiccate variazioni metaboliche, non solo nel campo dell'attività muscolare e dello sport, ma anche in molteplici altre situazioni, quali adattamento al caldo e al freddo, adattamento ambientale, adattamento a modificazioni della vita animale (Hellemann, 1993). Nello stress da freddo, ad esempio, nella pecora, alla più immediata risposta adattativa di incremento della cortisolemia subentra una più tardiva risposta dell'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide, con incremento ematico del tasso di ormoni tiroidei (soprattutto T<sub>3</sub>, a maggior attività biologica), con indice massimo rilevabile dopo 8 ore (Furr e coll., 1992). Manifestazioni dello stress si possono rilevare tra le varie razze, nel suino (Farmer e coll., 1991) in particolare riferimento alle fasi di macellazione, con la verifica di indici diversi di cortisolemia in relazione ad effetti più o meno stressanti, derivanti da condizioni ambientali varie in diversi macelli nelle fasi che precedono lo stordimento dell'animale (Warriss e coll., 1994; Farmer e coll., 1991). È stato riscontrato che in determinati contesti gli indici di cortisolemia possono anche triplicare. In soggetti da competizione (cane, cavallo) può essere riferita notevole importanza alle modalità di trasporto degli animali, con riflessi immediati sulle capacità di *performance* dei soggetti; effetti biologici negativi possono essere poi riscontrati anche in altri settori dell'allevamento animale (produzione della carne, produzione del latte), in riferimento all'evoluzione negativa di alcuni parametri biologici, quali cortisolemia, CK, ALP, lattato, ormoni tiroidei, carnitina, LDH, ed altri ancora. Si deve anche valutare che talora non deve solo essere preso in considerazione l'indice assoluto di aumento di taluni parametri, ma anche l'evoluzione nel tempo (cortisolo, lattato). Infatti, si possono verificare differenziazioni nell'andamento di tali parametri: cortisolemia aumenta soprattutto in rapporto alla durata della prova, lattato in rapporto all'intensità dello sforzo. Ciò è stato verificato anche nel cavallo, in rapporto a diverse tipologie di attività (trotto, galoppo, endurance, cross-country), ove è stato possibile verificare un particolare incremento degli indici di cortisolemia nel *cross-country* e nell'*endurance* (Desmecht e coll., 1996). La cortisolemia, in assenza di specifiche condizioni o interazioni indotte dall'uomo, o in assenza di variazioni ambientali, evolve, nelle specie animali a comportamento diurno, con precisi ritmi circadiani caratterizzati da incrementi parametrali nelle

prime ore della mattina o in rapporto all'evoluzione dei cicli alimentari, a seguito pressoché immediato di picchi di ACTH, e corrispondente diminuzione pomeridiana e serale (Irvine, 1994). Tale evoluzione appare determinarsi come precisa evoluzione di meccanismi di adattamento fisiologico all'evoluzione del ciclo biologico, con manifestazioni di variabilità nelle specie e nelle razze animali (Preziuso & Preziuso, 1999a). In particolare effetti simili sono stati riscontrati anche nel cane, con incrementi caratteristici di lattato, LDH, CK, cortisolemia (Mariani e coll., 1997b; Mariani e coll., 1998; Preziuso & Preziuso 2001; Preziuso & Preziuso, 2002; Evans e coll., 1992; Lawrence, 1990). La valutazione dello stress può essere condotta ricorrendo a *markers* specifici, quale ad esempio nel cane s-IG-A (IG-A salivare), che presenta correlazione logaritmica negativa con gli indici di cortisolemia (Skandakumar e coll., 1995). Un eccessivo incremento della cortisolemia impone sempre un'attenta valutazione biologica, poiché tale effetto è riconosciuto da varie manifestazioni patologiche che nell'eziologia riconoscono l'incremento di cortisolemia. Ad esempio, nello sforzo fisico e nelle manifestazioni dello stress corrispondenti, gli incrementi di cortisolemia possono essere posti in rapporto con quello dei radicali liberi dell'O<sub>2</sub> (Avellini e coll., 1996b; Reddy e coll., 1992), in seguito all'aumento dello stress ossidativo e all'attività SOD (superossidodismutasi). Tali effetti, tuttavia, possono risultare ridotti in riferimento all'esecuzione di un allenamento corretto (con caratteri di valutazione individuale e gradualità), soprattutto in presenza di integrazione alimentare con selenio e vitamina E. Lo stress ossidativo si manifesta allorché la produzione di radicali liberi supera le capacità antiossidanti di cellule e liquidi extracellulari. Il loro rilievo, in corso di allenamento, può assumere il significato di idoneo ed importante parametro di valutazione e controllo funzionale, al fine della messa a punto di un test di campo per la valutazione dell'allenamento sportivo (Preziuso & Preziuso, 1999a). In corso di stress ossidativo indotto da sforzo fisico si determina perossidazione lipidica, con incremento dell'indice TBARS e delle catalasi (Goldfarb e coll., 1996; Avellini e coll., 1996b). In tale quadro è possibile evidenziare fenomeni patologici caratteristici, in particolare a livello miocardico e polmonare (Goldfarb e coll., 1996; Reddy e coll., 1992). Una conduzione corretta dell'allenamento, della giusta intensità e con criteri di gradualità di applicazione, induce una limitazione degli

effetti negativi determinati dallo sforzo, poiché un controllo dei radicali liberi e dello stress ossidativo nel suo complesso finiscono per determinare una riduzione della perossidazione lipidica, dell'indice TBARS e dell'attività SOD (Pereira e coll., 1994). Appare, in questo contesto, peraltro necessario, affinché s'instaurino difese antiossidanti, o per determinarne comunque incremento, provvedere a specifiche integrazioni alimentari a base di selenio e vitamina E (anche se un certo grado di attività può essere esplicito anche da vitamina A e vitamina C. Il selenio, nella dose di 20 µg al giorno, determina incremento di glutatione-perossidasi e vitamina E (Avellini e coll., 1996b). Appare quindi avere un importante ruolo nello stimolare ed incrementare l'attività biologica antiossidante, anche in corso di somministrazione di vitamina E, che a sua volta esplica azione specifica nella difesa antiossidante dell'organismo durante l'esercizio fisico, avendo capacità di ridurre lo stress, proteggendo così la capacità di *performance* del soggetto (Guilland & Lhuissier, 1996). Supplementazione dietetica di vitamina E protegge l'organismo da danni ossidativi, in particolare a livello miocardico e polmonare. Del resto è noto che deficienze di microelementi minerali ed incremento di radicali liberi dell'O<sub>2</sub> possono condurre a forme patogenetiche, quali alcune miopatie scheletriche e cardiache, soprattutto in condizioni di deficienza di vitamina E (Marin e coll., 1993). Dal punto di vista ormonale dobbiamo poi considerare, non ultimi in ordine di importanza, gli effetti dell'azione dell'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide, in riferimento all'esercizio fisico, l'attività sportiva e le possibilità di insorgenza di stress. Nello stress infatti, oltre ad una particolare caratterizzazione della produzione e liberazione di catecolamine e glicocorticoidi, si induce anche un incremento di azione dell'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide, con aumento di produzione ed ormone dei relativi ormoni. Ad esempio, nel caso di attività sportiva esplicita in ambiente climatico freddo (cani da slitta, cani da valanga) si determina un aumento della liberazione di T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, inducendosi così un quadro di integrazione funzionale fra surrene e tiroide (Salem e coll., 1991). In tale meccanismo specifico rilievo appare riferibile all'azione ipotalamica e alla conseguente liberazione di TRH; infatti il nucleo paraventricolare ipotalamico (PVN), che risponde a *feedback* negativo tiroideo, sintetizza pro-TRH. Varie condizioni fisiologiche ed ambientali, tra cui il freddo, possono determinare rilascio biologico di TRH dall'eminenza

mediana del PVN, in risposta a stimoli nervosi specifici. Infatti, per brevi tempi di esposizione al freddo (1 ora) si può rilevare incremento (97%) di TRH-mRna a livello del PVN, e, addirittura, nell'area ipotalamica preottica, per soli 30 minuti di esposizione, si può rilevare un incremento del 146% (Uribe e coll., 1993). Lo stress, poi, può indurre effetti patologici, con interazioni specifiche fra ormoni di vari distretti; si segnalano ad esempio nell'uomo, ma anche nel cane e nel puledro episodi di ulcera gastrica in seguito ad inibizione di cellule mucipare gastriche ed incremento produttivo di HCl, con incremento relativo dei livelli di cortisolo ed ormoni tiroidei (Furr e coll., 1992). Nel tentativo di giungere a predeterminare un test di campo valido per la valutazione delle caratteristiche e della conduzione dell'allenamento sportivo, oltre ai parametri ormonali di cui abbiamo già discusso, vari altri sono i parametri da poter prendere in considerazione, fra i quali abbiamo personalmente individuato: CK, carnitina, lattato, LDH, cortisolemia. L'analisi di questi parametri consente di valutare correttamente le varie fasi dello sforzo. Il CK è presente a livello organico nel muscolo scheletrico, nel miocardio, nel cervello, nell'intestino, nel fegato, nel pancreas, nello stomaco, nel rene, nell'utero, nella milza, nel midollo spinale, negli eritrociti; si differenzia nelle frazioni enzimatiche BB, MB, MM, la quale ultima ulteriormente differenziabile in due sottofrazioni (Yasuda e coll., 1990). Una predominanza relativa di singole frazioni è riscontrabile in vari tessuti, come verificato a livello plasmatico, ove CK-MB può venire a rappresentare fino al 45% della totale attività CK-plasmatica. In varie condizioni funzionali si possono riscontrare incrementi, anche significativi, di CK, quali, ad esempio: miopatie ereditarie, ipertermia maligna, ipotiroidismo, avitaminosi E, deficienza di selenio, interventi chirurgici, iniezioni intramuscolari. In particolare incrementi significativi sono stati rilevati nell'infarto miocardico sperimentale, con rapporto diretto fra entità del danno e rilascio di CK (Montes e coll., 1986). Il CK, a seguito di rilascio, raggiunge il comparto plasmatico, soprattutto per via linfatica, permanendovi successivamente; viene comunque metabolizzato in 30-120 minuti (Aktas, 1993). Presenta inoltre spiccati indici di aumento in corrispondenza di esercizio fisico, in varie specie animali, tra cui cavallo e cammello, con incremento specifico, in quest'ultimo, in seguito a prova di Km 4, fino alla 12<sup>a</sup> ora dalla conclusione dello sforzo, per tornare ai livelli basali solo dopo 36 ore

(Beaunoyer e coll., 1992). Prove specifiche riguardo la correlazione fra allenamento sportivo ed incremento degli indici di CK sono state condotte anche nel cane, nel pastore tedesco (Prezioso & Prezioso, 2002), nel setter inglese e nello spinone (Prezioso & Prezioso, 2002), nel segugio (Prezioso & Prezioso, 2001; Prezioso & Prezioso, 2002), nel levriero (Mariani e coll., 1997). Si sono riscontrati in tutte le razze (levriero, segugio, spinone, setter inglese, pastore tedesco) incrementi di CK al termine del lavoro, con variazioni razziali, individuali e talora legate al sesso (segugio); inoltre, dopo 60', i valori di CK erano ancora elevati rispetto ai valori basali. Tali differenze di comportamento sono state fatte risalire a differenze fisiologiche nelle varie razze e a differenze di tipologia nel lavoro, a cui i cani erano assoggettati nel rispetto degli standard razziali. I valori di CK, nel loro incremento nel lavoro fisico, possono essere assunti (oltre agli indici di lattato e AST) quale rilievo di diminuzione della *performance*, come, ad esempio rilevato anche nel cane da slitta, in prove su lunga distanza (Hinchcliff e coll., 1997). Il CK può essere infatti assunto quale indice di valutazione dello stress di vario tipo, non solo in rapporto allo sforzo muscolare, ma anche in rapporto ad altri fattori, quale ad esempio lo stress da caldo nel suino (Mehedintu e coll., 1996). Le modificazioni quantitative di CK possono risultare sensibili al trattamento con integratori alimentari, come è stato riscontrato in seguito a somministrazione di *Schizandra chinensis* (Hancke e coll., 1996).

Altro parametro di specifico rilievo è quello del lattato plasmatico, da porsi, nell'analisi dello sforzo fisico in rapporto con le valutazioni sia del CK (Harris coll., 1990; Prezioso e coll., 1999), che della cortisolemia; (Prezioso & Prezioso, 2001; Prezioso & Prezioso, 2002). L'incremento del lattato è riferibile soprattutto all'intensità dello sforzo, specie nel lavoro anaerobico, a differenza del rilievo della cortisolemia, in rapporto specifico con la durata dello sforzo (Desmecht e coll., 1996). Tuttavia nel greyhound è stata anche rilevata una certa proporzionalità dell'incremento di lattato nel plasma con la distanza percorsa (Noldl e coll., 1991).

## BIBLIOGRAFIA

- AKTAS M. (1993). Creatine-kinase in the dog. A review. *Vet. Res. Com.*, 17: 353-369.
- ART. T. (1994). Plasma beta-endorphin response of thoroughbred horses to maximal exercise. *Veter. Rec.*, 135 (21): 499-503.
- AVELLINI L., CHIARADIA E., RUEKA F., SPATERNA A., GAITI A., FRUGANTI G. (1996). Oxidative stress during exercise in racehorses relationships between nutrition, training and biochemical defences against free radicals. *Pferdeheilk.*, 12 (4): 557-560.
- BEAUNOYER D.E. (1992). Changes in serum enzyme activities after maximal exercise in camels. *Proceedings of the First Int. Camel Conf.*, Dubai, 2-6 Feb., 331-333.
- BURR J.R., REINHART G.A., SVENSSON R.A., SWAIM S.E., VAUGHN D.M., BRADLEY D.M. (1997). Serum biochemical values in sled dogs before and after competing in long distances races. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 211 (2): 175-179.
- DESMECHT D. (1996). Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. *Veter. Res. Comm.* 20 (4): 371-379.
- FARMER C. (1991). Hormonal changes following an acute stress in control and somatostatin-immunized pigs. *Dom. An. Endocr.*, 8 (4): 527-536.
- FELDMAN B.F. (1992). Hematologic and biochemical analytes in a sporting breed. *Comp. Cont. Ed. Pract. Veter.*, 14 (12): 1574-1577; 1580-1581.
- FURR M.O. (1992). The effects of stress on gastric ulceration,  $T_3$ ,  $T_4$ , reverse -  $T_3$  and cortisol in neonatal foals. *Eq. Veter. J.*, 24 (1): 37-40.
- GOLDFARB A.H. (1996). Vitamin E attenuates myocardial oxidative stress induced by DHEA in rested and exercised rats. *J. Appl. Physiol.*, 80 (2): 486-490.
- GREGORY N.G., CONSTANTINE E. (1996). Hyperthermia in dogs left in cars. *Veter. Rec.*, 139 (14): 349-350.
- GUILLAND J.C., LHUISSIER M. (1996). Vitamine E et activite sportive. *Cah. Nutr. Diet.*, 31 (5): 267-276.
- HINCHCLIFF K.W. (1997). Electrocardiographic characteristics of endurance-trained Alaskan sled dogs. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 211 (9): 1138-1141.
- ILKIW J.E. (1989). Hematologic, biochemical, blood-gas, and acid-base values in greyhounds before and after exercise. *Am. J. Vet. Res.*, 50 (4): 583-586.
- IRVINE C.H.G., ALEXANDER S.L. (1994). Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Om. An. Endocr.*, 11 (2): 227-238.
- LAWRENCE L.M. (1990). Nutrition and fuel utilization in the athletic horse. *Vet. Clin. North. Am.*, *Eq. Pract.*, 6 (2): 383-418.
- MARIANI A.P., PREZIUSO F., MARIANI A., RAVA M. (1997a). Il cane "atleta": alcuni parametri enzimatici e non enzimatici nell'impegno muscolare. *Ann. Fac. Med. Vet.*, Pisa, Vol. L: 251-274.
- MARIANI A.P., PREZIUSO F., MARIANI A., RAVA M. (1997b). Parametri enzimatici e non enzimatici nell'impegno muscolare del levriero. *Ann. Fac. Med. Vet.*, Pisa, Vol. L: 275-286.
- MARIANI A.P., PREZIUSO F., GIACOMELLA R., MARIANI A., PREZIUSO S., VILLANI C., TEDESCHI D., BUONCRISTIANI P. (2001). Controllo dell'enzima superossido-dismutasi (SOD) nel cane levriero prima e dopo la corsa. *Progr. Veter.*, 56 (11): 570-574.

- MATWICHUCK C.L., TAYLOR S.M., SHMON C.L., KATZ P.H., SHELTON G.D. (1999). Changes in rectal temperature and hematologic, biochemical, blood acid-base values in healthy labrador retrievers before and after strenuous exercise. *Amer. Journ. Vet. Res.*, 60 (1): 88-92; 22.
- MEHEDINTU C., AVRAM N. (1996). Serum creatine-phosphokinase activity variation in some pathological and stress conditions in pigs. *Stud. Res. Veter. Med.*, 4: 77-83.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (1998). L-carnitina: funzioni fisiologiche in varie specie animali - Nota I. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LI: 169-188.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (1999). Rapporti specifici di alcune produzioni ormonali con lo stress nell'esercizio muscolare e nell'allenamento sportivo. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LII: 67-76.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (2000). Effetti biologici dell'integrazione alimentare con L-carnitina nell'allenamento sportivo del cane da caccia. *Nota II. Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIII: 205-214.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (2001a). CK (creatinfosfochinasi) nel lavoro e nell'allenamento sportivo del segugio in attività di caccia al cinghiale. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIV: 331-338.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (2001b). Effetti biologici dell'integrazione alimentare a base di L-carnitina nell'allenamento sportivo del cane di razza pastore tedesco ed analisi differenziale degli effetti con riferimento al setter inglese. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIV: 339-348.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S. (2001c). Lattato e cortisolo nell'esercizio muscolare e nell'allenamento sportivo. Valutazione specifica e rapporti nel segugio, nel setter inglese, nello spinone, nel pastore tedesco e nel levriero. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIV: 349-360.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S., BUONCRISTIANI P. (1999). Analisi di alcuni parametri fisiologici significativi nell'esercizio muscolare e nell'allenamento sportivo in varie specie animali. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LII: 43-54.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S., BUONCRISTIANI P. (2000). Lattato e cortisolo nell'esercizio muscolare e nell'allenamento del cane da caccia (setter inglese, segugio, spinone). *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIII: 215-226.
- PREZIUSO F., PREZIUSO S., MARIANI A.P., MARIANI A., RAVA M., BUONCRISTIANI P. (1999b). Lattato e CK nell'esercizio muscolare e nell'attività sportiva del cane. *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LII: 55-65.
- PREZIUSO F., MARIANI A.P., PREZIUSO S., MARIANI A., BUONCRISTIANI P. (2000b). CK nel lavoro e nell'allenamento sportivo del cane da caccia (Setter inglese e spinone). *Ann. Fac. Med. Vet., Pisa*, Vol. LIII: 197-203.
- REDDY K.V. (1992). Exercise-induced oxidant stress in the lung tissue: role of dietary supplementation of vitamin E. *Bioch. Mol. Biol. Int.*, 26 (5): 863-871.
- REYNOLDS A.J. (1992). The effect of diet and training on energy substrate storage and utilization in sled dogs. *Proceedings, 1992, Cornell Nutr., Conf, Feed Manuf.*, October 13-15.
- SKANDAKUMAR S. (1995). Salivary IgA. A possible stress marker in dogs. *Anim. Welf.* 4 (4): 339-350.
- WARRIS P.D. (1994). Relationships between subjective and objective assessment of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat. Sc.*, 38 (2): 329-340.
- WEDDERBURN P. (1993). Heat stress in dog. *Veter. Surg.*, 15 (6): 31, 33, 35.