

CORRELAZIONE FRA ASPETTI FISIOLGICI DELLO SFORZO MUSCOLARE E METABOLISMO DEI PRINCIPI NUTRITIVI NEL CANE DURANTE COMPETIZIONI SPORTIVE DI VELOCITÀ

GIORGIA MEINER

Ricercatrice presso il Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia, Facoltà di Medicina Veterinaria di Torino

Riassunto

In questo lavoro sono descritte le esperienze svolte da numerosi gruppi di ricerca, indirizzate allo studio delle modificazioni dei parametri biochimici ed ematologici durante le gare di velocità dei cani sportivi.

Osservando attentamente i dati riportati possiamo notare una significativa correlazione fra la variazione del profilo ematico, lo stato fisiologico dell'animale (stato di idratazione) e l'utilizzo metabolico dei principi nutritivi forniti con la dieta. L'analisi dei parametri ematochimici durante le competizioni sportive si rivela quindi estremamente importante nel prevenire alcune patologie metaboliche, nel correggere eventuali errori nutrizionali e nell'adottare strategie dietetiche in grado di migliorare le performances dei soggetti che compiono gare di velocità.

Summary

The findings of some research groups about the modifications of some haematological and biochemical parameters during fast speed races in athlete dogs are reported in this paper.

The reported data show a significant connection among the variations of haematological parameters, the physiological state of the animal (in particular for hydration), and the metabolic pathways of the nutrients supplied by the diet.

The blood testing during competitions is then a very useful tool to prevent the occurrence of some effort related metabolic pathologies, to balance rations effectively and to study effective dietetic strategies that can led to an improvement of the performances of the athlete dogs competing in fast speed races.

INTRODUZIONE

Lo sviluppo delle competizioni sportive verificatosi negli ultimi anni ha incrementato l'interesse verso l'approfondimento delle conoscenze scientifiche al fine di migliorare le performances fisiche e le capacità di recupero dei cani atleti. Le più recenti ricerche sono indirizzate alla conoscenza delle modificazioni dei parametri biochimici ed ematologici dell'organismo durante i diversi tipi di sforzo muscolare. La valutazione e lo studio delle analisi ematologiche, unitamente alla verifica delle condizioni cliniche dei soggetti, permette di controllare le condizioni dei cani durante le prestazioni atletiche e di diagnosticare o prevenire eventuali affezioni e/o patologie ad esse connesse.

Le modificazioni fisiologiche che avvengono durante l'attività fisica riflettono l'adattamento dell'organismo all'incremento del metabolismo muscolare finalizzato a garantire un efficiente apporto di ossigeno e nutrienti ai muscoli che lavorano (Tab. 1).

Le prime e più eclatanti modificazioni connesse ad una prestazione sportiva di velocità sono le seguenti:

- **aumento del ritmo e della gettata cardiaca** (la frequenza cardiaca nei levrieri, durante la corsa, passa da 60 battiti/minuto, a riposo, a 310 a 340 battiti/minuto al culmine dell'attività fisica; il ritorno alla frequenza normale avviene in circa dieci minuti);
- **aumento del volume cardiaco**: in particolare si assiste all'ipertrofia ventricolare e all'aumento della forza di contrazione sistolica;
- **aumento del volume ematico**: la vasodilatazione a livello muscolare è caratterizzata dall'aumento del letto capillare ed è attuata da meccanismi di natura neuro-ormonale;

- aumento delle funzioni del sistema respiratorio;
- aumento della temperatura corporea.

Ad esse se ne accompagnano altre, meno conosciute e più complesse.

MODIFICAZIONE DEI PARAMETRI EMATOLOGICI E BIOCIMICI AL TERMINE DELLE GARE DI VELOCITÀ

Al termine di attività anaerobiche (es. gare di sprint dei levrieri), in molti casi è riscontrabile una diminuzione del volume plasmatico con concomitante comparsa di emocoagulazione. L'aumento della pressione del sangue durante l'esercizio breve e intenso determina infatti il passaggio di fluidi dallo spazio intravascolare al compartimento interstiziale. L'emoconcentrazione determina un aumento di alcuni parametri ematologici e biochimici.

Modificazione dei parametri ematologici: ematocrito, emoglobina, numero e volume cellule ematiche

Nei levrieri da corsa si registra un aumento (all'incirca del 15-20%) dell'ematocrito, del numero dei globuli rossi e dell'emoglobinemia. L'aumento di questi parametri ematologici è indice del grado di disidratazione dei soggetti¹.

In uno studio effettuato su cani, dopo una corsa di 722 metri si è registrata una variazione dell'ematocrito con passaggio da valori di 0,58 l/l ($\pm 0,03$) a riposo, a valori di 0,64 l/l ($\pm 0,03$). In media l'aumento dell'ematocrito persiste per circa 20 minuti dalla fine dell'esercizio, con ritorno a valori normali dopo 30 minuti di riposo².

Le modificazioni dei parametri ematologici menzionati possono essere dovute a diversi fenomeni:

- 1) contrazione splenica^{3,4,5,6};

- 2) diminuzione del volume plasmatico per stravasamento di liquidi verso il settore muscolare;
- 3) aumento delle perdite idriche principalmente tramite la polipnea⁷.

Le perdite idriche, se non sufficientemente compensate, possono determinare preoccupanti fenomeni di disidratazione.

La disidratazione infatti può costituire un serio pericolo per i cani sportivi, tale da compromettere l'omeostasi elettrolitica ed il bilancio acido-basico dell'organismo e determinare la comparsa di ipertermia. Ricordiamo a tale proposito che solo il 20-30% dell'energia prodotta dai muscoli produce lavoro, il rimanente è convertita in calore⁸. L'aumento dell'ematocrito può determinare un aumento della viscosità del sangue, quindi una diminuzione dell'apporto ematico nei capillari con comparsa di disturbi cardiocircolatori e di ischemie renali⁸. L'apporto idrico nei carnivori è assicurato dall'acqua di bevanda, dall'acqua contenuta negli alimenti, dal recupero di acqua derivante da reazioni metaboliche dell'organismo. Nei cani sportivi è indispensabile un incremento dell'approvvigionamento idrico che può avvenire attraverso l'aumento del contenuto di acqua del cibo o mediante la distribuzione di acqua di bevanda (almeno 3 volte al giorno o il più sovente possibile) che deve essere potabile e con una temperatura di 10-25° C.

Modificazione dei parametri biochimici

A) Glicemia

Nelle gare di sprint, immediatamente dopo l'esercizio muscolare, si assiste ad un aumento della glicemia indotto da meccanismi fisiologici neuroendocrini².

L'aumento dell'attività del sistema nervoso ortosimpatico, associato alla diminuzione della secrezione di insulina, determina infatti un aumento della glicogenolisi epatica avente come effetto la liberazione di glucosio nel sangue. Inizialmente la disponibilità del glucosio è maggiore del suo utilizzo da parte del tessuto muscolare e ciò determina un aumento transitorio della glicemia⁵.

In una prova sperimentale, i valori medi di glicemia, rilevati su levrieri che percorrevano distanze di 722 metri, sono passati da $6 \pm 1,1$ mmol/l prima della corsa a $9,5 \pm 2$ mmol/l subito dopo la corsa⁹. L'utilizzo dei carboidrati è importante nel cane sportivo che effettua esercizi intensi per un breve periodo di tempo (circa 30 secondi). Queste attività fisiche infatti attivano un metabolismo muscolare di tipo anaerobico, che presuppone il rapido utilizzo del glicogeno muscolare a fini energetici. È stato rilevato che levrieri che percorrono 800 metri in 48 secondi mobilitano dal 50 al 70% delle scorte di glicogeno presenti in alcuni gruppi di fibre muscolari. La percentuale di glicogeno utilizzato e la relativa energia prodotta dipendono dalla concentrazione di glicogeno presente nel muscolo che, a sua volta, è correlata al tipo di dieta adottata. Numerosi studi dimostrano l'influenza positiva della somministrazione di diete differenti (isocaloriche ma contenenti diverse percentuali di grassi e carboidrati) sui tempi di corsa di levrieri allenati^{10,11}.

Tabella 1
Meccanismi messi in atto nella risposta cardiovascolare all'esercizio

	Contrazione dei muscoli scheletrici
	Aumento della concentrazione ematica dei metaboliti
	Diminuzione della concentrazione ematica di ossigeno
	Dilatazione delle arteriole muscolari
	Aumento del flusso sanguigno nei muscoli
COMANDO DEL SNC	Aumento attività ortosimpatica
	Diminuzione attività parasimpatica
	Aumento frequenza cardiaca
	Aumento contrattilità cardiaca

Si ritiene quindi che la somministrazione dietetica di alti livelli di carboidrati (circa il 50-70% delle kcalorie totali della razione) possa aumentare le scorte di glicogeno muscolare potenziando le prestazioni dei cani da corsa.

B) Concentrazione di acido lattico ematico

La principale via metabolica utilizzata nelle gare di velocità (tipo sprint) è la glicolisi anaerobica. Il significativo incremento del metabolismo anaerobico dei carboidrati è dimostrato dall'aumento della concentrazione di acido lattico, prodotto a partire dal glicogeno muscolare e, in minor misura, dal glucosio ematico. L'acido lattico prodotto nelle cellule muscolari si diffonde in parte nel sangue, determinando un aumento della lactacidemia.

In media dopo gare tipo sprint si assiste ad un aumento da 5 a 20 volte della concentrazione di acido lattico ematico, con ritorno a valori di base in 30-60 minuti¹.

La concentrazione sierica di acido lattico può aumentare già poco prima della corsa per l'eccitazione dei soggetti che affrontano la competizione. L'adattamento dell'organismo al metabolismo anaerobico è evidenziato dal ripristino fisiologico dei valori normali di lattato e di pH ematici nelle ore che seguono la competizione. I valori normali sono infatti raggiunti entro 30-50 minuti dal termine dell'esercizio, per intervento di meccanismi regolatori (sistema tampone del mezzo extracellulare) e per processi fisiologici:

- ossidazione dell'acido lattico nel muscolo e produzione di anidride carbonica;
- conversione dell'acido lattico in glucosio e glicogeno nel fegato.

Sforzi intensi con potenza superiore a quella sostenibile dai sistemi ossidativi possono determinare un ipercatabolismo anaerobico del glicogeno muscolare. In questi casi la concentrazione di acido lattico ematico può superare le 14-30 mmol/l (valori normali 1-2 mol/l) ed il pH del sangue può scendere da valori normali di 7,2 a valori di 6,95¹².

C) Proteine totali

In genere, nel corso delle competizioni anaerobiche, si registra un aumento della protidemia per fuoriuscita dei fluidi dal settore intravascolare (emoconcentrazione). In media, subito dopo la competizione, si può rilevare un aumento del 20% della protidemia totale¹.

Una prova condotta su 16 levrieri che percorrevano distanze di 722 metri ha permesso di rilevare i seguenti parametri²:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| - Protidemia prima della prova | 61 ± 5 g/l; |
| - subito dopo la prova | 73 ± 6 g/l; |
| - dopo 3 ore dal termine della prova | 58 ± 4 g/l. |

Come si può notare, a distanza di qualche ora dal termine della competizione, i valori della protidemia tendono a diminuire rispetto alle condizioni di partenza¹³. Le proteine perse durante l'esercizio possono essere compensate attraverso un'appropriata assunzione dietetica.

Le razioni dei cani che lavorano infatti devono contenere un minimo del 24% delle kcalorie globali, fornite da proteine.

D) Creatinina sierica

La creatinina è il prodotto finale del metabolismo del creatin fosfato nel muscolo scheletrico.

Aumenti della creatininemia sono osservati dopo sforzi molto intensi e sono legati a fenomeni di emoconcentrazione. L'ipercreatininemia è un indice biochimico di disidratazione che conduce ad una diminuzione della funzionalità renale (in particolare della filtrazione glomerulare) e della capacità renale di escrezione dei metaboliti.

Uno studio su levrieri durante corse di 400 metri ha rilevato l'instaurarsi di uno stato di ipercreatininemia, con un passaggio da valori di 100 µmol/l prima dell'inizio dell'esercizio a valori di 120 µmol/l immediatamente dopo la sua fine; i valori sono tornati normali entro un'ora dal termine della gara¹⁴.

E) Acidi grassi liberi plasmatici

Nei primi istanti della corsa si può registrare una diminuzione degli acidi grassi liberi plasmatici (AGPL) per aumento temporaneo del loro utilizzo metabolico da parte delle cellule muscolari.

La concentrazione di AGPL aumenta poi progressivamente perché la lipolisi è più rapida dell'utilizzo⁵. Uno studio condotto da Snow e collaboratori nel 1988 ha dimostrato un aumento della concentrazione di AGPL al termine di una gara di sprint con passaggio da 258 ± 226 mEq/l prima della prova a 722 ± 215 mEq/l in media dopo la corsa⁵. È stata osservata una correlazione inversa fra concentrazione di acido lattico plasmatico e concentrazione di AGPL¹⁵, l'aumento della lactacidemia sembra infatti limitare la presenza di AGPL¹⁵. In realtà, a differenza del lavoro muscolare di resistenza, l'esercizio fisico intenso (sprint) è quasi totalmente dipendente dall'utilizzo dei carboidrati e non presuppone un apporto dietetico elevato in grassi, ma fabbisogni lipidici simili a quelli di mantenimento.

F) Variazione dell'attività degli enzimi plasmatici di origine muscolare durante le prove anaerobiche

L'esercizio fisico anaerobico comporta un aumento della concentrazione plasmatica e dell'attività di enzimi presenti nelle cellule muscolari: creatin chinasi (CK), latticodeidrogenasi (LDH) aspartatoaminotrasferasi (AST).

Questi enzimi vengono liberati nello spazio interstiziale in seguito ad un aumento della permeabilità delle membrane cellulari, quindi raggiungono il torrente circolatorio.

L'alterazione transitoria delle membrane cellulari durante gli esercizi fisici troppo intensi può essere dovuta a^{16,17}:

- ipossia locale transitoria;
- aumento dell'ossidazione dei lipidi di membrana durante l'esercizio;
- aumento delle catecolamine e degli androgeni circolanti;
- modificazione del pH cellulare, della concentrazione degli elettroliti e dell'ATP disponibile per la cellula;
- accumulo di lattato nel muscolo.

Alcuni autori hanno ipotizzato di utilizzare la concentrazione ematica di questi enzimi (CK, AST, LDH) come

markers biochimici per stimare le capacità atletiche dei soggetti o l'adeguatezza dei programmi di allenamento. Vengono di seguito riportati i valori degli enzimi plasmatici rilevati nel corso di una prova sperimentale¹ (Tab. 2).

Il tempo di ritorno a valori di base (in media da 3 minuti ad alcune ore) dopo la fine della competizione dipende dalla distanza percorsa.

Aumenti dell'attività della cretinchinasi plasmatica (superiori a 200 U/l) e dell'aspartato amino transferasi (superiori a 48 U/l) che persistano per più giorni dopo la corsa, malgrado l'assenza di mioglobinuria o di dolori muscolari, possono essere sintomatici di una forma sub acuta di raddomiolisi in animali sottoposti troppo di frequente a competizioni^{4,9}.

Per evitare la comparsa di raddomiolisi è fondamentale un idoneo adattamento dell'organismo al metabolismo anaerobico^{18,19}. La deplezione di glicogeno muscolare gioca infatti un ruolo fondamentale nello sviluppo della fatica muscolare nei cani atleti che lavorano in condizioni di anaerobiosi. Le scorte di glicogeno muscolare infatti nel cane sono inferiori a quelle dell'uomo e vengono esaurite rapidamente²⁰. Le raccomandazioni dietetiche per cani che effettuano competizioni di velocità suggeriscono un apporto di carboidrati compreso fra il 50 - 70% delle kcal totali della razione, per massimizzare le scorte di glicogeno muscolare. I carboidrati somministrati devono essere altamente digeribili per limitare:

- la produzione di massa fecale (che costituisce una zavorra);
- la perdita di acqua attraverso le feci (che contribuisce alla disidratazione);
- la produzione di gas a livello del colon.

I cani atleti presentano frequentemente fenomeni di ipermotilità intestinale e sono quindi particolarmente predisposti allo sviluppo di diarrea da stress e/o all'emissione di feci sanguinolente.

G) *Variazioni degli elettroliti plasmatici*

Lo sforzo muscolare tipo sprint induce un aumento della concentrazione plasmatica degli elettroliti Na⁺, K⁺, Cl⁻, dei fosfati e degli ioni Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ (Tab. 3)¹.

L'aumento dei parametri ionici ed elettrolitici dell'ematocrito e della creatinemia è indice di una condizione di ipovolemia dei soggetti.

CONCLUSIONI

La valutazione dei parametri ematologici e biochimici (lactacidemia, glicemia, ematocrito, emoglobinemia, ...) permette di prevenire eventuali affezioni e/o patologie dei cani sottoposti a sforzi muscolari di breve durata (sprint) e di adottare strategie nutrizionali che permettono di migliorare le prestazioni sportive. Attività ad intensità elevata dipendono soprattutto dal metabolismo del glucosio e del glicogeno, quindi presuppongono una alimentazione ad alto contenuto in carboidrati. Durante le gare di velocità si registra un aumento della glicemia ed un aumento dell'acidemia per accumulo di acido lattico (metabolita del glucosio) a livello muscolare. Un aumento esasperato della gli-

cemia e l'elevata produzione di acido lattico sono indice di un metabolismo anaerobico del glucosio troppo spinto che può determinare una sensazione di fatica muscolare tale da compromettere le prestazioni. L'elevata produzione di acido lattico può inoltre determinare la liberazione di enzimi muscolari (CK, LDH, AST) nel circolo sanguigno con comparsa di una miolite da sforzo, inoltre può indurre lo sviluppo di acidosi muscolare e, nei casi più gravi, di acidosi metabolica (Tab. 4). Mentre negli atleti umani la somministrazione di carboidrati poco prima della competizione risulta particolarmente vantaggiosa (overload di glucosio), nel cane questo è da evitare assolutamente. La somministrazione di un'elevata quantità di zuccheri semplici un'ora prima della competizione induce un picco ematico di insulina; quindi un brusco incremento della glicemia seguito da una sua rapida diminuzione in corrispondenza dell'inizio dell'attività fisica. Questo predispone alla comparsa di manifestazioni cliniche di ipoglicemia (debolezza, tremori, collasso). Occorre quindi somministrare dei carboidrati a lento assorbimento che, a differenza degli zuccheri semplici, non inducono un brusco aumento della glicemia e dei lattati ematici.

I carboidrati, presenti in notevole quantità nelle diete dei cani velocisti, devono essere somministrati almeno quattro ore prima della competizione ed entro poco tempo dal termine della corsa (per consentire il ripristino delle scorte di glicogeno muscolare). Nei cani che effettuano gare di sprint, sovente si riscontrano aumenti della concentrazione ematica dell'ematocrito, del volume delle cellule ematiche, della creatinina sierica, delle proteine plasmatiche, delle concentrazioni ioniche ed elettrolitiche plasmatiche (Tabb. 3, 5, 6). Queste variazioni sono indice di uno stato di disidratazione dei soggetti che può deter-

Tabella 2
Variazioni degli enzimi CK e AST e LDH registrati su 7 levrieri che percorrevano una distanza di 503 metri

U/l Enzima	A riposo	Subito dopo lo sforzo
CK	59,9 ± 11,6	229,3 ± 55,5
AST	46 ± 7,8	85,7 ± 9
LDH	32,9 ± 0,8	329,7 ± 85

Tabella 3
Variazione dell'omeostasi ionica-elettrolitica nel cane sportivo dopo gare di velocità

Na ⁺	Aumento del 10% (ritorno a valori di base in 2-3 ore)
K ⁺	Aumento significativo (ritorno a valori di base dopo 5 minuti)
Cl ⁻	Aumento non significativo o invariato
Fosfati	Aumenti (valori raddoppiati)
Ca ⁺⁺	Aumento significativo (ritorno valori di base in 3 ore)
Mg ⁺⁺	Aumento del 15% (ritorno dopo 5 ore a valori di base)

minare la comparsa di emoconcentrazione, compromettere l'omeostasi elettrolitica e sbilanciare l'equilibrio acido-basico dell'organismo.

Quando si riscontrano variazioni ematologiche correlabili ad un possibile rischio di comparsa di emoconcentrazione è indispensabile un incremento dell'approvvigionamento idrico che può avvenire attraverso l'aumento del

contenuto di acqua del cibo o mediante la distribuzione di acqua di bevanda. Il riscontro a livello ematico della presenza di enzimi di origine muscolare: creatinfosfochinasi (CK), aspartatoamminotrasferasi (AST), latticodeidrogenasi (LDH), causato da un aumento della permeabilità delle membrane delle cellule muscolari, è indice dell'instaurarsi di lesioni muscolari (Tab. 7). L'analisi dei parametri emati-

Tabella 4
Variazioni medie fisiologiche e patologiche della glicemia e dell'acido lattico ematico in seguito all'esercizio fisico¹

Parametri ematologici	Parametri fisiologici rilevati prima della gara	Parametri fisiologici rilevati subito dopo la gara (picco ematico)	Valori soglia dello stato patologico	Tipo di patologia	Causa di patologia
Glicemia (mmol/l)	6,0 ± 1,1	9,5 ± 2,0	Permanenza del picco ematico nelle ore che seguono l'esercizio	Ipoglicemia	Esaurimento scorte di glicogeno muscolare
Lattati ematici (mmol/l)	0,5 - 1,6 possibile incremento (2-4 mmol/l) prima della gara	Incremento del 13-25% picco ematico persistente per 3-4' Ritorno a valori base in 30'	Incremento > del 30% del valore massimo di base	Acidosi muscolare e metabolica rabbdomiolisi	Mancanza di allenamento Insufficiente metabolismo dell'acido lattico

Tabella 5
Variazioni medie fisiologiche e patologiche dell'ematokrito e dell'emoglobinemia in seguito all'esercizio fisico¹

Parametri ematologici*	Parametri fisiologici rilevati prima della gara	Parametri fisiologici rilevati subito dopo la gara (picco ematico)	Valori soglia dello stato patologico	Tipo di patologia	Causa di patologia
Ematokrito (Ht) (l/l)	0,5 - 0,7 possibile incremento del 25-30% prima della gara per stress e per contrazione della milza	Incremento del 15% Ritorno a valori base in 30'	Incremento del 50% dei valori base Permanenza del picco ematico nelle ore che seguono l'esercizio	Ipovolemia, disidratazione Collasso, infarto	Insufficiente apporto idrico Deficit allenamento
Emoglobinemia (Hb) (g/l)	172 - 240 possibile incremento del 15% prima della gara per stress e per contrazione della milza	Incremento del 15% Ritorno a valori base in 30'	Incremento del 30% dei valori base Permanenza del picco ematico nelle ore che seguono l'esercizio	Ipovolemia, disidratazione Ischemia renale Collasso, infarto	Insufficiente apporto idrico Deficit allenamento

* Nei levrieri a riposo i valori di riferimento sono superiori alla media riscontrata nei cani in generale. Ad esempio i valori dell'ematokrito nei cani sono di 0,37 - 0,55 (l/l); i valori medi dell'emoglobinemia nei cani sono di 120-180 (g/l).

Tabella 6
Variazioni medie fisiologiche e patologiche della proteinemia e della creatininemia in seguito all'esercizio fisico¹

Parametri ematologici	Parametri fisiologici rilevati prima della gara	Parametri fisiologici rilevati subito dopo la gara (picco ematico)	Valori soglia dello stato patologico	Tipo di patologia	Causa di patologia
Proteine ematiche (g/l)	61 ± 5	73 ± 6	Incremento > del 20% del valore massimo di base e permanenza nelle ore che seguono l'esercizio	Patologie correlate all'ipovolemia e alla disidratazione	Insufficiente apporto idrico
Creatininemia µmol/l	100	120	Incremento > di 4 volte il valore massimo di base e permanenza nelle ore che seguono l'esercizio	Patologie correlate all'ipovolemia e alla disidratazione	Insufficiente apporto idrico

Tabella 7
Variazioni medie fisiologiche e patologiche degli enzimi muscolari (CK, AST, LDH) in seguito all'esercizio fisico¹

Parametri ematologici	Parametri fisiologici rilevati prima della gara	Parametri fisiologici rilevati subito dopo la gara (picco ematico)	Valori soglia dello stato patologico	Tipo di patologia	Causa di patologia
CK (U/l)	60	300	Incremento > di 4 volte (fino a 20 volte) del valore massimo di base	Acidosi muscolare Rabdomiolisi	Lesioni muscolari Aumento della permeabilità membrane cellulari Aumento Lattati intracellulari
AST (U/l)	47	86	Incremento > di 2 volte (fino a 12 volte) del valore massimo di base	Acidosi muscolare Rabdomiolisi	Lesioni muscolari Aumento della permeabilità membrane cellulari Aumento Lattati intracellulari
LDH (U/l)	33	330	> di 3 volte (fino a 80 volte) del valore massimo di base	Acidosi muscolare Rabdomiolisi	Lesioni muscolari Aumento della permeabilità membrane cellulari Aumento Lattati intracellulari

tochimici durante le competizioni sportive si rivela quindi estremamente importante nel prevenire alcune patologie metaboliche, nel correggere eventuali errori nutrizionali e nell'adottare strategie dietetiche in grado di migliorare le performances dei soggetti che compiono gare di velocità.

Parole chiave

Cani, sport, gare di velocità, parametri ematologici, nutrizione.

Key words

Dogs, sport, fast speed races, haematological parameters, nutrition.

Bibliografia

- Vaysset-Orcel K.: Contribution à l'étude des effets d'un effort musculaire sur la disposition des enzymes d'origine musculaire chez le chien. E. N. V. T. These de doctorat: 1-154, 2000.
- Ilkiw J.E., Davis P.E., Church D.B.: Hematologic, biochemical, blood-gas and acid base values in Greyhounds before and after exercise. *Am. J. Vet. Res.*, 50: 583-586, 1989.
- Groom A.C., Song S. H.: Effects of norepinephrine on washout of red cells from the spleen. *Am. J. Physiol.*, 221: 255-258, 1971.
- Lassen E.D., Craig A.M., Blythe L.L.: Effects of racing on hematologic and serum biochemical values in Greyhounds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 188:1299-1303, 1986.
- Snow D.H., Harris R.C., Stuttard E.: Changes in haematology and plasma biochemistry during maximal exercise in Greyhounds. *Vet. Rec.*, 123:487-489, 1988.
- Grandjean D., Mateo R., Lefol J.F. et al.: Controles alimentaires physiologiques, biochimiques et hematologiques chez le Greyhound de course en situation. *Rec. Med. Vet.*, 159: 735-746, 1983.
- Pivarnik JM. Water and electrolyte balance during rest and exercise. In: Wolinsky I, Hickson JE eds. *Nutrition in Exercise and Sport*, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press: 245-283, 1994.
- Kozłowski S, Brzezinska Z, Kruk B, et. al. Exercise hyperthermia as a factor limiting performance; Temperature effect on muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology*. 59: 766-773, 1985.
- Hellemann M.: On blood parameters of sport dogs with special reference to nutrition, training and performance. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Helsinki, 1993.
- Toll PW, Pieschl RL, Hand MS.: The effect of dietary fat and carbohydrate on sprint performance in racing Greyhound dogs. In: *Proceedings. The Eight International Racing Greyhound Symposium*, Orlando, FL: 1-3, 1992.
- Hill RC, Bloomberg MS, Legrand-Defretin V, et. al.: Energy, dietary fat and performance in greyhounds (abstract). *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 10: 170, 1996.
- Hollman W.: Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. *International Journal of Sports Medicine*. 6: 109-116, 1985.
- Zackin MJ. Protein requirements for athletes. *Sports Medicine Digest* 1990; 12: 1-3.
- Rose R J., Bloomberg M.S.: Response to sprint exercise in the Greyhound: effects on heamatology, serum biochemistry and muscle metabolites. *Res. In Vet. Sci.*, 47: 212-218, 1989.
- Issekutz B., Miller H.I., Paul P. et al.: Aerobic work capacity and the plasma FFA turnover. *J. Appl. Physiol.*, 20:293-296, 1965.
- Kanter M.M., Lesmes G.R., Kaminsky L.A. et al.: Serum creatine Kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometer race. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57: 60-63, 1988.
- Harris K., Walker P.M., Mickle D.A.G et al.: Metabolic response of skeletal muscle to ischemia. *Am. J. Physiol.*, 250: H213-H220, 1986.
- Bjotvedt G., Hendricks G.M, Weems C.W.: Exertional rhabdomyolysis in racing Greyhound. A Case report. *Vet. Med.: Small Anim. Clin.*, 78: 1215-1220, 1983.
- Davis P.E., Paris R.: Azoturia in a Greyhound: clinical pathology aids to diagnosis. *J. Small Anim. Pract.*, 15: 43-54, 1974.
- Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E, et. al.: Diet muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*. 71: 140-150, 1967.