

# VALUTAZIONE DELLO STATO SANITARIO DI TURDIDI DA RICHIAMO IN GABBIE DI DIMENSIONI TRADIZIONALI O MAGGIORI. PARTE II: PARAMETRI EMATOLOGICI ED EMATOCHIMICI

Sartorelli P., Zaffaroni E., Bellicini E.

Istituto di Patologia Generale Veterinaria. Università degli Studi, Via Celoria 10 - 20133 Milano

**Riassunto** - In quattro specie di uccelli del genere *Turdus* (Merlo, Cesena, Tordo bottaccio e Tordo sassello), sono stati valutati, con cadenza mensile nel corso di un anno, parametri ematologici ed ematochimici indicatori di stress e/o di possibili alterazioni a carico del metabolismo proteico e glucidico, nonché enzimi spia di eventuali lesioni muscolari (GR, PCV, GB, formula leucocitaria, proteine totali, acido urico, glicemia, CK e AST). Differenze significative tra i soggetti tenuti in gabbie di dimensioni differenti sono emerse, tra i parametri ematologici, per i granulociti eterofili ed il rapporto eterofili-linfociti (Et/L) che hanno mostrato valori più elevati nei soggetti tenuti nelle gabbie di dimensioni maggiori e, tra i parametri ematochimici per le attività enzimatiche (AST e CK) che sono risultate più elevate nei soggetti delle gabbie piccole. La Cesena è la specie che ha presentato le variazioni maggiori. I valori più elevati, nelle gabbie grandi, degli eterofili e del rapporto Et/L, tipico quest'ultimo di una condizione di stress anche acuto, potrebbero in parte essere imputabili allo stress connesso con le operazioni necessarie per il prelievo di sangue, che è risultato in effetti più difficoltoso per i soggetti in gabbia grande. Nel corso del periodo sperimentale questi parametri hanno comunque mostrato una tendenza alla diminuzione, a testimonianza dell'adattamento degli animali alle manipolazioni e alla condizione di cattività. I valori elevati di attività enzimatiche muscolari nei soggetti delle gabbie piccole, più evidenti per Cesena e Merlo, sembrerebbero invece indicativi di uno scarso trofismo muscolare, legato alla minore possibilità di movimento. Le alterazioni muscolari sono anch'esse probabilmente evidenziate dalle operazioni di cattura. Nel Tordo bottaccio e nel Tordo sassello non si osservano differenze tra i soggetti dei due tipi di gabbie. Sembra quindi di poter concludere che, almeno per Cesena e Merlo, le due specie di dimensioni maggiori, sia preferibile la permanenza in gabbie che consentano una libertà di movimento superiore a quelle tradizionali. Nel corso del periodo sperimentale sono inoltre emerse, accanto a differenze quantitative nei parametri esaminati, che rappresentano verosimilmente differenze di specie, anche variazioni che potrebbero essere imputabili a particolari condizioni ambientali (temperature elevate) o momenti fisiologici (periodo migratorio).

**Abstract** - Evaluation of health conditions of decoy-birds (*Turdus* spp.) kept in cages of two different dimensions. Part II: haematological and haematochemical parameters. Haematological and haematochemical examinations were monthly carried out for one year on birds of genus *Turdus* (Blackbird, Fieldfare, Song Trush, Redwing). The birds, 10 for each species, were equally divided into cages of two different dimensions (29,5 x 22 x 23 cm ; 43 x 28 x 28 cm). Parameters considered were markers of stress and/or of glucose and protein metabolism (RBC, PCV, WBC, leukogram, glucose, total protein, uric acid). Moreover, enzyme activities (CK, AST) were measured as markers of muscle lesions. Heterophil granulocytes and heterophil/lymphocyte ratio were significantly higher in birds kept in larger cages, especially in Fieldfare. This was probably due to acute stress experimented when birds were captured and restrained for blood drawing, because capture was more difficult for birds in larger cages. Heterophil granulocytes and heterophil/lymphocyte ratio decreased throughout the experimental period, suggesting that animals became progressively used to handling and caging. Plasma enzyme activities were higher in birds kept in small cages, particularly in Fieldfare and Blackbird. Muscle trophism was probably reduced because of the scarce possibility to move, and more enzymes could have been released into the bloodstream during capture procedures. No differences were observed for the Song Trush and the Redwing. In conclusion, it appears that, for Fieldfare and Blackbird, which are the biggest among these species, a larger cage than that commonly used would be preferable. Significant quantitative differences for most of the parameters were recorded among the four species of *Turdus* and are likely genetically determined. Furthermore, changes probably related to patho-physiological conditions (high ambient temperature, migratory period) were observed during the year.

J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.): 59 - 67

## 1. Introduzione

Per valutare in modo più approfondito se la detenzione in gabbie di dimensioni tali da consentire anche alle specie più grosse l'apertura delle ali fosse preferibile a quella in gabbie standard, sugli stessi soggetti, appartenenti a 4

specie del genere *Turdus*, Merlo (*Turdus merula*), Cesena (*Turdus pilaris*), Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*), Tordo sassello (*Turdus iliacus*), di cui si è trattato nella parte I di questo lavoro (Gallazzi *et al.*, 2004), sono stati valutati con cadenza mensile, nel corso di un

anno, parametri ematologici ed ematochimici che fornissero indicazioni sullo stato sanitario e su eventuali situazioni di stress, o comunque di scarso benessere, in relazione al diverso tipo di gabbia. A tale scopo sono stati eseguiti l'esame emocromocitometrico, con valutazione del rapporto eterofili/linfociti (Et/L), considerato negli uccelli un marker di stress (Mc Farlane *et al.*, 1989), parametri indicatori del metabolismo glucidico (glucosio), proteico (proteine, acido urico), nonché enzimi marker di danno muscolare (CK, AST), per evidenziare eventuali situazioni patologiche riconducibili alla permanenza in spazio ristretto.

Le specie utilizzate differiscono per dimensioni, socializzazione, attitudine migratoria ed è quindi possibile che esse possano risentire in maniera differente dello stato di cattività; in sede di analisi statistica si è pertanto saggiata anche l'interazione specie-gabbia.

Dal momento inoltre che per queste specie mancano in letteratura informazioni sui valori ematologici ed ematochimici basali, a cui fare riferimento per una corretta interpretazione delle eventuali situazioni patologiche, scopo di questo lavoro è stato anche quello di raccogliere, per quanto possibile, dati relativi ai range "fisiologici" dei diversi parametri esaminati. L'indagine è stata protratta per un intero anno in quanto è verosimile che si verifichino variazioni stagionali legate al ciclo riproduttivo e/o al periodo migratorio.

## 2. Materiali e metodi

Sono stati esaminati 10 soggetti di ciascuna specie, di cui 5 in gabbie di dimensioni tradizionali

(29,5 x 22 x 23 cm – L x l x h) e 5 in gabbie di dimensioni tali da consentire l'apertura delle ali anche alla Cesena (43 x 28 x 28 cm), la specie di maggiori dimensioni tra quelle studiate.

Per quanto attiene alle modalità di cattura, alla stabulazione, all'alimentazione e alla disposizione delle gabbie nel corso della sperimentazione si rimanda alla parte prima di questo lavoro.

Dal marzo 1996 al marzo 1997 sono stati eseguiti ogni mese prelievi di sangue, nell'arco di tre mattine successive, sempre alla stessa ora per evitare interferenze con i ritmi circadiani; la sequenza dei prelievi è stata randomizzata, registrando comunque per ogni soggetto il numero d'ordine del prelievo.

Da ciascun soggetto il sangue è stato prelevato dalla vena giugulare destra in quantità di 0,3 ml, immediatamente miscelato a 30 ml di una soluzione anticoagulante (EDTA).

All'atto del prelievo è stato eseguito uno striscio di sangue, successivamente colorato con May-Grünwald Giemsa per il calcolo della formula leucocitaria.

I campioni di sangue sono stati portati in Istituto in borsa termica nel tempo massimo di 4 ore dal prelievo. Appena giunti, i campioni sono stati sottoposti ai seguenti esami:

- valutazione del valore ematocrito, mediante capillare centrifugato a 12000 giri/minuto per 15 minuti;

- conteggio dei globuli rossi e bianchi in camera di Bürker; dopo diluizione in una pipetta contaglobuli in rapporto 1:200 con una soluzione specifica per uccelli (Natt & Herrick, 1952).

Il sangue rimanente è stato centrifugato a 1500 giri/minuto per 10 minuti e il plasma congelato

**Tab. 1** - Valori medi  $\pm$  deviazione standard dei parametri ematologici nelle diverse specie.

SPECIE	PCV %	G.R 103/ml	G.B. 103/ml	Linfociti %	Monociti %	Eterofili %	Eosinofili %	Basofili %
Cesena	49,47 $\pm 5,09$	3405 $\pm 2075$	36,62 $\pm 29,08$	71,54 $\pm 29,08$	7,56 $\pm 5,49$	12,20 $\pm 14,51$	8,24 $\pm 5,59$	2,22 $\pm 9,89$
Merlo	49,60 $\pm 5,17$	3197 $\pm 594$	34,21 $\pm 17,27$	82,34 $\pm 11,89$	4,75 $\pm 3,56$	6,43 $\pm 7,85$	4,96 $\pm 3,48$	0,84 $\pm 1,89$
Tordo bottaccio	50,64 $\pm 4,66$	3194 $\pm 618$	31,46 $\pm 13,41$	73,21 $\pm 12,22$	8,30 $\pm 5,42$	6,74 $\pm 7,57$	10,22 $\pm 6,9$	1,98 $\pm 3,72$
Tordo sassello	48,77 $\pm 5,73$	3127 $\pm 517$	24,72 $\pm 9,05$	78,00 $\pm 11,64$	8,63 $\pm 6,93$	4,64 $\pm 6,08$	7,61 $\pm 10,31$	2,69 $\pm 4,09$
	*	n.s.	***	***	***	**	***	**

Legenda: \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$

fino al momento delle analisi, effettuate entro il termine massimo di 60 giorni. Il tempo intercorso tra prelievo e congelamento è risultato omogeneo per tutti i prelievi. Sono stati eseguiti con analizzatore automatico Abbott VP i seguenti esami:

- glicemia, con metodo enzimatico spettrofotometrico all'esokinasi (Boehringer-Mannheim)
- acido urico, con metodo enzimatico colorimetrico all'uricasi (Boehringer-Mannheim)
- proteine totali, con metodo colorimetrico al biuretto (Abbott)
- AST, con metodo spettrofotometrico in accordo con IFCC (Boehringer-Mannheim)
- CK con metodo spettrofotometrico CR NAC attivato (Boehringer-Mannheim)

Analisi Statistica: l'analisi statistica è stata eseguita con il programma Statistica 5.1 (Statsoft Inc). È stata impiegata l'analisi della varianza utilizzando come criterio di classificazione la dimensione delle gabbie e la specie di appartenenza. Per i parametri che non presentavano una distribuzione normale si è effettuata la trasformazione logaritmica dei dati. Le correlazioni sono state valutate con test per ranghi di Spearman.

### 3. Risultati

Nel corso dell'intero periodo sperimentale si è registrata, come già esposto nella parte prima, una mortalità del 10% (4/40), che ha interessato ugualmente le specie ed i tipi di gabbie, e che in tre casi è stata causata da incidente nel corso delle operazioni di prelievo.

Per quanto riguarda i valori relativi ai parametri ematologici ed ematochimici di seguito riportati, va ricordato che l'impiego di anticoagulante liquido ha comportato una diluizione dei campioni di circa il 10%.

#### 3.1. Parametri ematologici

I risultati relativi ai parametri ematologici sono riportati in Tab. 1.

Tra le diverse specie sono emerse differenze significative tra i valori medi di tutti i parametri considerati, escluso il numero di eritrociti. In particolare il valore ematocrito più basso si registra nel Tordo sassello, quello più elevato nel Tordo bottaccio; il numero di leucociti/mm<sup>3</sup> risulta inferiore nel Tordo sassello rispetto a tutte le altre specie. I linfociti sono più numerosi nel Merlo, gli eterofili nella Cesena, gli eosinofili nel Tordo bottaccio e nella Cesena. I monociti ed i basofili sono invece meno rappresentati nel Merlo.

Tra i soggetti delle gabbie grandi e quelli delle gabbie piccole è stata evidenziata una differen-

za significativa per gli eterofili che, sia come rappresentanza percentuale sia come valori assoluti, risultano più numerosi nelle gabbie grandi. Identico comportamento mostra il rapporto eterofili/linfociti. (Et/L) (Fig. 1).

Nel corso dell'anno non si evidenziano variazioni relative ai parametri ematologici, se si eccettua una tendenza alla diminuzione del numero degli eterofili e del rapporto eterofili/linfociti, in particolare nella Cesena (Fig. 2).

#### 3.2. Parametri ematochimici

I risultati relativi ai parametri ematochimici sono riportati in Tab. 2.

Anche i parametri ematochimici mostrano significative differenze di specie: sia la AST che la CK plasmatiche sono più elevate nel Merlo, sovrapponibili in Cesena e Tordo bottaccio, più basse nel Tordo sassello. La concentrazione delle proteine plasmatiche è superiore nel Merlo rispetto a tutte le altre specie; l'acido urico è più elevato nel Tordo bottaccio e più basso nel Tordo sassello, al contrario della glicemia che è più elevata in quest'ultimo.

Sono state riscontrate differenze significative tra i soggetti delle gabbie grandi e quelli delle gabbie piccole per AST, CK e proteine totali, che presentano valori medi più elevati nelle gabbie piccole. Tuttavia le quattro specie considerate non si comportano in modo univoco, come dimostrato dalla interazione significativa tra specie e gabbia. Per quanto riguarda le attività di CK e AST (Fig. 3), la Cesena mostra gli incrementi maggiori, seguita dal Merlo. Nel Tordo bottaccio e nel Tordo sassello le variazioni non risultano significative.

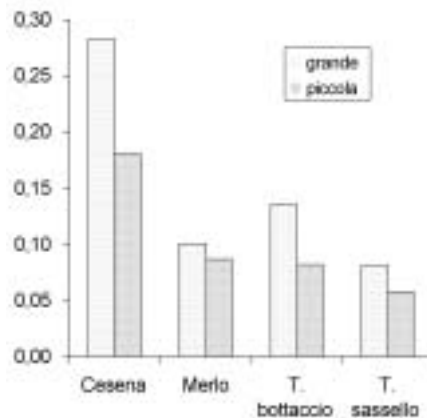


Fig. 1 – Valori medi del rapporto Eterofili/Linfociti nelle diverse specie in relazione al tipo di gabbia.

Le proteine totali sono più elevate in particolare nei Tordi bottacci delle gabbie piccole, tuttavia questa differenza è presente già al primo prelievo e si mantiene inalterata nel tempo; analogo comportamento è stato osservato per l'acido urico, più elevato nei Merli in gabbia grande e più basso nei Tordi bottacci in gabbia piccola. Trattandosi, in ogni caso, di valori iniziali entro i "range" fisiologici per gli uccelli, è verosimile che si tratti di differenze individuali. Nel corso dell'anno le attività enzimatiche mostrano in tutte le specie aumenti sensibili nel periodo primaverile e, con eccezione del Merlo, in quella autunnale (Fig. 4), con livelli minori e più omogenei nei mesi estivi.

La protidemia mostra saltuarie variazioni nel corso dell'anno, mentre l'acido urico tende ad aumentare, in particolare nel Tordo bottaccio. La glicemia non subisce variazioni stagionali significative, anche se va sottolineato che in tutte le specie i valori medi più elevati sono stati registrati al primo prelievo.

Per quanto riguarda infine l'eventuale influenza sui parametri considerati dell'ordine in cui sono stati eseguiti i prelievi, si sono ottenuti risultati differenti a seconda della specie (Tab. 3): in particolare, nella Cesena e nel Merlo vi è una correlazione positiva con l'ordine di prelievo per CK e AST. Nel Merlo e nel Tordo sassello l'ordine di prelievo influisce positivamente sulla glicemia, mentre nel Tordo bottaccio nessun parametro ne risulta influenzato.

#### 4. Discussione

Una valutazione obbiettiva della condizione di benessere di un animale è molto difficile da

raggiungere, dal momento che i parametri di cui disponiamo forniscono solo indicazioni parziali e a volte addirittura contraddittorie. Gli uccelli tenuti in gabbia si trovano, ad esempio, in una condizione che si discosta molto da quella naturale: subiscono una limitazione dei movimenti, sono impossibilitati a riprodursi e ad esibire comportamenti naturali quali quelli migratori, e sono quindi intuitivamente in una situazione di scarso benessere; tuttavia, se si prende come indicatore di benessere la longevità, essa è sicuramente maggiore: i Tordi da richiamo raggiungono i 10 anni di vita, mentre in natura non superano i 5, in base ad esperienze di ricattura. Una mortalità del 10% come quella da noi riscontrata, per di più causata dalle manipolazioni cui gli animali sono stati sottoposti, è di gran lunga inferiore a quella naturale. Anche lo stato di nutrizione è spesso migliore, per la maggior disponibilità di cibo.

Per la valutazione dello stato di benessere è inoltre necessaria una conoscenza approfondita delle necessità biologiche della specie prese in esame, che spesso manca, soprattutto per gli animali selvatici. L'impiego di parametri quali quelli ematici presuppone anche la disponibilità di valori di riferimento ottenuti in soggetti in condizioni "basali", il che è praticamente impossibile nel caso di animali a vita libera. Il prelievo di sangue comporta, infatti, la vicinanza dell'uomo, la cattura, la contenzione, la venipuntura, tutti eventi che costituiscono una fonte di notevole stress per il soggetto, e che sono quindi in grado di alterare gli indicatori ematici di benessere. L'entità dell'alterazione dipende dal grado di eccitabilità del singolo animale e

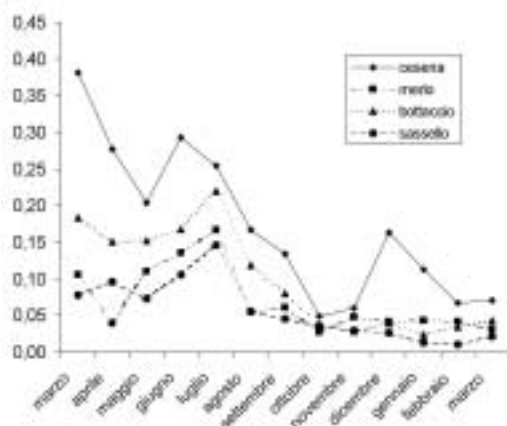


Fig. 2 – Andamento del rapporto Eterofili/Linfociti nelle diverse specie nel corso dell'anno.

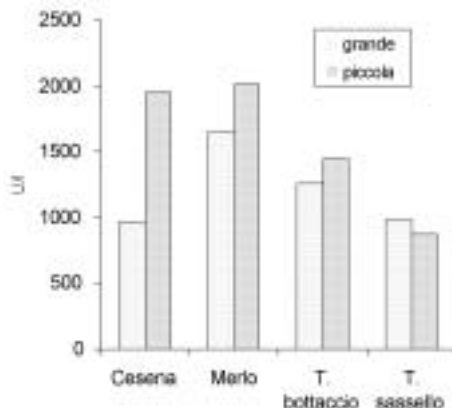


Fig. 3 – Valori medi della CK nelle diverse specie in relazione al tipo di gabbia.

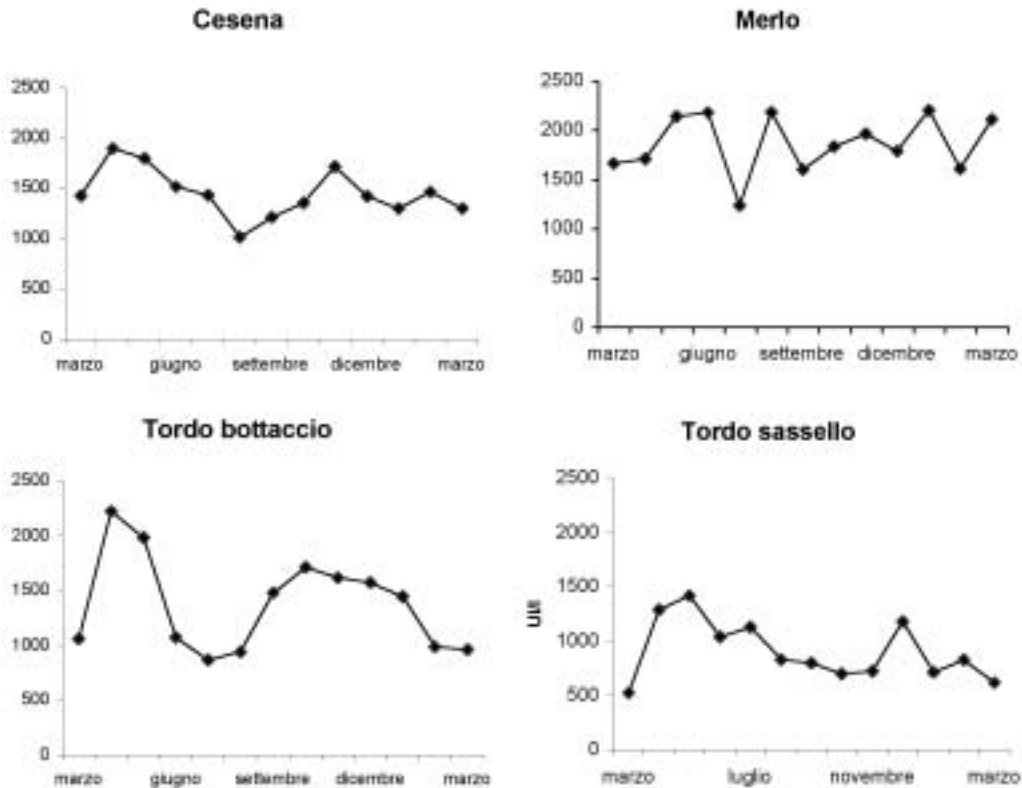


Fig. 4 – Andamento della CK nelle diverse specie nel corso dell'anno.

dall'eventuale abitudine che può instaurarsi quando lo stesso stressor viene ripetuto più volte (Locatelli *et al.*, 1989; Terlouw *et al.*, 1997). È quindi possibile che, nel corso del periodo sperimentale, gli effetti dello stress da prelievo diventino progressivamente meno evidenti.

In letteratura non risultano disponibili dati sui valori ematologici ed ematochimici "basali" delle quattro specie prese in esame. I valori medi da noi riscontrati sono comunque analoghi a quelli segnalati per altre specie di volatili (Di Modugno *et al.*, 1992; Hawkey, 1991; Kaneko *et al.*, 1997). Le differenze significative osservate per la maggior parte dei parametri tra le quattro specie del genere *Turdus*, rappresentano verosimilmente differenze su base genetica.

Pur tenendo sempre presente che nel nostro schema sperimentale è inevitabile un'interferenza legata alla manipolazione dei soggetti, tuttavia, dal momento che i gruppi sperimentali differiscono solo per le dimensioni della gabbia, si può ritenere che le differenze significati-

ve emerse nel corso del periodo sperimentale tra soggetti della stessa specie tenuti in gabbie di dimensioni diverse siano effettivamente imputabili a questa variabile.

Il rapporto eterofili/linfociti è risultato in tutte le specie, ed in particolare nella Cesena, più elevato nei soggetti delle gabbie grandi; tale rapporto è considerato nei volatili domestici un indice di stress tra i più indicativi, essendo influenzato direttamente dal corticosterone, che induce sia linfopenia che eterofilia (Campo & Redondo, 1996; Ghodasara *et al.*, 1991; Gross & Siegel, 1983; McFarlane *et al.*, 1989; Mitchell *et al.*, 1992). Nell'oca sottoposta a prelievo di sangue, il corticosterone aumenta nell'arco di 45 secondi-1 minuto, e risulta quindi essere indicativo di stress acuto (Le Maho *et al.*, 1992); le conseguenti modificazioni del rapporto eterofili/linfociti permangono più a lungo e possono quindi indicare anche stress cronici (Gross & Siegel, 1983). In alcune specie di uccelli la risposta a stimoli

**Tab. 2** - Valori medi ( $\pm$  deviazione standard) dei parametri ematochimici nelle diverse specie.

SPECIE	GLUCOSIO	PROTEINE	AC.URICO	AST	CK
	mmol/l	g/l	mmol/l	U/l	U/l
Cesena	14,94	35,12	860,08	520,25	1414,61
	$\pm 2,01$	$\pm 9,93$	$\pm 377,1$	$\pm 158,4$	$\pm 975,80$
Merlo	14,36	47,49	809,52	575,55	1846,15
	$\pm 2,34$	$\pm 10,89$	$\pm 577,5$	$\pm 153,15$	$\pm 1428,64$
Tordo bottaccio	13,41	37,67	1018,89	540,78	1393,37
	$\pm 2,39$	$\pm 7,35$	$\pm 458,0$	$\pm 172,79$	$\pm 1034,86$
Tordo sassello	15,63	34,53	710,79	470,37	918,81
	$\pm 2,17$	$\pm 4,79$	$\pm 248,6$	$\pm 163,63$	$\pm 789,54$
	***	***	**	***	***

Legenda: \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$

stressanti è invece caratterizzata da eteropenia e linfocitosi (Bhattacharyya e Sarkar, 1968). Non va inoltre dimenticato l'intervento nello stress acuto dell'adrenalina, che nei mammiferi, e verosimilmente anche negli uccelli (Powers *et al.*, 1994), causa neutrofilia e linfocitosi.

L'interpretazione delle variazioni del rapporto Et/L è quindi difficile, soprattutto in assenza del valore "basale" di ogni specie e a causa della variabilità di specie nella risposta a stimoli stressanti. Negli uccelli da noi indagati si sovrappongono lo stress acuto della cattura per il prelievo di sangue, e lo stress cronico, legato alla permanenza in gabbia. Il più elevato rapporto Et/L nei soggetti delle gabbie grandi è verosimilmente imputabile allo stress acuto, dal momento che la cattura è risultata obiettivamente più lunga e difficoltosa, per la maggior possibilità di fuga. Al primo prelievo nel marzo 1996, il rapporto Et/L è risultato in tutte le specie, in particolare nella Cesena, superiore a quello del marzo 1997, indicando che nel corso della sperimentazione si è comunque instaurata una certa "abitudine" alle condizioni di stabulazione e alla manipolazione, come già segnalato in altre specie (Terlouw *et al.*, 1997). Sul rapporto Et/L influiscono comunque anche altri stressors di tipo ambientale: in tutte le specie si è riscontrato, ad esempio, un netto aumento di questo valore nei mesi di giugno e luglio, caratterizzati, nei giorni del prelievo di sangue, da temperature ambientali molto elevate ( $>32^{\circ}\text{C}$ .), in grado di incrementare la liberazione di corticosterone negli uccelli (Faure *et al.*, 1988; Geraert *et al.* 1996). Anche in questo

caso il rapporto Et/L più elevato è stato riscontrato nella Cesena (Fig. 1), che d'altra parte trascorre solitamente i mesi estivi a latitudini più elevate (Brichetti *et al.*, 1986; Pforr & Limbrunner, 1983) o, in Italia, sopra gli 800 metri. Un altro parametro che da alcuni Autori (Maxwell e Robertson, 1995) è ritenuto indice di stress è il numero dei granulociti basofili, che però, nel nostro caso, non ha presentato differenze imputabili al tipo di gabbia, alle manualità operative, o alle condizioni ambientali. I valori più elevati riscontrati nel Tordo sassello e Tordo bottaccio rispetto al Merlo sembrano quindi essere una caratteristica di specie. Per quanto riguarda gli altri parametri ematologici, non sono emerse differenze né tra i tipi di gabbie, né in relazione al prelievo di sangue, e non appaiono quindi indicativi di stress in queste specie. D'altra parte negli uccelli, a seguito di iniezione di adrenalina, non si verificherebbe spremitura della milza così efficace come nei mammiferi (Hawkey, 1991), e di conseguenza lo stress non provocherebbe variazioni consistenti del numero di emazie e del valore ematocrito. Non sono emerse nemmeno differenze stagionali, segnalate da altri Autori (Puerta *et al.*, 1995) in soggetti catturati nei mesi estivi o nel corso della migrazione, e attribuite a emocostrazione da disidratazione, che ovviamente non si è verificata nei nostri animali.

Il numero di leucociti ha presentato in tutte le specie notevoli variazioni individuali, come già segnalato negli uccelli in genere (Campbell, 1995).

Tra i parametri ematochimici marker di stress,

**Tab. 3** - Correlazione tra parametri ematochimici e ordine di esecuzione del prelievo di sangue.

SPECIE	PARAMETRO	R	P
Cesena	AST	0,39	***
	CK	0,45	***
Merlo	AST	0,33	***
	CK	0,37	***
	glucosio	0,19	*
Tordo sassello	glucosio	0,27	**

Legenda:

\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$

la glicemia non ha evidenziato variazioni significative tra le gabbie; tuttavia i valori più elevati sono stati riscontrati per tutte le specie al primo prelievo, che è in effetti risultato il più indaginoso. La glicemia appare quindi influenzata dallo stress acuto, che si accompagna a liberazione di ormoni iperglicemizzanti (adrenalina e corticosterone). In tal senso è da interpretare la correlazione, significativa per il Merlo e il Tordo sassello, tra valori glicemici e ordine di prelievo. I valori medi della glicemia sono risultati paragonabili a quelli riscontrati in altri uccelli (Kaneko *et al.*, 1997).

Differenze significative in relazione alle dimensioni delle gabbie sono state evidenziate per le attività enzimatiche esaminate, che in generale risultano più elevate nei soggetti delle gabbie piccole. Tuttavia tra le diverse specie è emerso un comportamento diverso sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Mentre nella Cesena, nel Merlo i valori di CK e AST risultano più elevati nelle gabbie piccole, nel Tordo bottaccio e nel Tordo sassello sono sovrapponibili. Un'interpretazione di questi risultati non può ovviamente prescindere dalla conoscenza dei dati "basali" delle singole specie, che, come già detto, non sono disponibili. Per quanto riguarda il profilo d'organo di questi enzimi, la CK è considerata anche negli uccelli un marker della musculatura scheletrica e, in parte, cardiaca; la AST risulta distribuita in numerosi organi, e, pur essendo considerata tra gli indici di funzionalità epatica, come nei mammiferi, è presente anche a livello muscolare; in presenza di alterazioni muscolari sono segnalati aumenti della CK e della AST (Kaneko *et al.*, 1997). Variazioni consensuali di questi due enzimi suggeriscono quindi un coinvolgimento muscolare. Sarebbe quindi

che nei soggetti tenuti nelle gabbie piccole si verificano alterazioni delle fibre muscolari che comportano una maggior fuoriuscita di enzimi nel sangue. In questi soggetti le dimensioni ridotte della gabbia permettono solo una attività motoria scarsa, e non consentono di distendere le ali; è quindi probabile che si instauri un certo grado di ipotrofia muscolare. Anche se non si può escludere che lo scarso spazio a disposizione aumenti la probabilità di lesioni traumatiche contro le pareti della gabbia, è però verosimile che le fibre muscolari meno sviluppate siano più permeabili e rilascino una maggior quantità di enzimi come conseguenza della eccitazione e dell'attività che si verificano a seguito della manipolazione per il prelievo di sangue (Kaneko *et al.*, 1997). Un fenomeno analogo è stato segnalato nel cavallo sportivo, in cui l'incremento ematico di CK durante l'attività fisica risulta molto maggiore nei soggetti non allenati (Trombetta & Falaschini, 1995).

La Cesena risulta la specie più sensibile, come è comprensibile essendo quella di dimensioni maggiori, seguita dal Merlo e dal Tordo bottaccio. Il Tordo sassello invece, probabilmente per le dimensioni minori che gli consentono comunque un certo movimento, è quello che mostra le variazioni più modeste. Nella Cesena e nel Merlo, il fatto che i valori di CK e di AST aumentino col numero d'ordine del prelievo sembrerebbe indicare che i soggetti di queste specie siano più eccitabili e che presentino una maggiore agitazione. Va sottolineato infine che i valori medi delle attività enzimatiche riportati in tabella 2 sono verosimilmente superiori ai reali livelli "basali" di queste specie, in quanto influenzati sia dalle manipolazioni sia dalle condizioni di stabulazione. Sono stati infatti riscontrati con una certa frequenza valori singoli molto elevati, al di fuori dei limiti di riferimento per gli uccelli in genere (Kaneko *et al.*, 1997). Le variazioni osservate per la CK nel corso dell'anno, con tendenza all'aumento nei mesi primaverili e autunnali, potrebbero essere espressione di una maggiore attività motoria nel periodo in cui in natura si compie la migrazione, che essendo un fenomeno innescato da una componente genetica e da una ambientale, tende a manifestarsi anche in cattività. Nel periodo più freddo può contribuire verosimilmente anche la contrazione involontaria (brivido) utilizzato dai volatili per incrementare la termogenesi (Freeman, 1983); a questo proposito va sottolineato che la Cesena, il Tordo sassello ed il Tordo bottaccio svernano

di regola in climi più caldi. La protidemia non ha presentato variazioni nel corso dell'anno, contrariamente a quanto segnalato in letteratura (Puerta et al., 1995). In uccelli catturati nel periodo della muta sono stati osservati bassi valori di proteine sieriche, attribuiti alle notevoli attività biosintetiche per la produzione delle penne (Veiga e Puerta, 1996). È peraltro verosimile che gli uccelli in cattività riescano a sopperire meglio con la dieta alle aumentate richieste proteiche. La tendenza all'aumento dell'acido urico nel corso del periodo sperimentale fa addirittura supporre un eccessivo apporto proteico, dal momento che negli uccelli l'eccesso di proteine viene catabolizzato ad acido urico (Kaneko et al. 1997).

In conclusione dall'esame complessivo dei risultati pare che le specie in esame si adattino abbastanza bene alle condizioni di cattività in quanto non si evidenziano modificazioni da stress cronico. Tuttavia la scarsa possibilità di movimento sembra indurre alterazioni muscolari, soprattutto nella Cesena e nel Merlo, più evidenti nei soggetti delle gabbie piccole. Per queste specie, di dimensioni maggiori rispetto alle altre due, appare quindi preferibile il mantenimento in gabbie più grandi di quelle tradizionali, che permetterebbero una maggiore attività fisica consentendo un miglior trofismo muscolare.

## 5. Ringraziamenti

Lavoro eseguito con il contributo della regione Lombardia. Si ringrazia il Sig. Aldo Reguzzoni per la sua gentilezza e la cortese collaborazione nel governo degli animali.

## Bibliografia

- BHATTACHARYYA T.K. & SARKAR A.K. (1968) - Avian leukocyte responses induced by stress and corticoid inhibitors. *Indian Journal of Experimental Biology*, 6: 26-28.
- BRICHETTI P.A., CAGNOLARO L. & SPINA F. (1986) - *Uccelli d'Italia*, Giunti Editore, Firenze.
- CAMPBELL T. W. (1995) - *Avian Haematology and Cytology*. II ed. Iowa State University Press. Ames.
- CAMPO J.L. & REDONDO A. (1996) - Tonic immobility reaction and heterophil to lymphocyte ratio in hens from three Spanish breeds laying pink eggshells. *Poultry Science*, 75: 155-159.
- DI MODUGNO G., SOTTILI R. & RICCI V. (1992) - Parametri ematologici ed ematochimici in alcune specie di rapaci diurni e notturni, *Atti I Seminario nazionale centri Recupero Avifauna. Vanzago, 10-11 marzo 1991*. W.W.F. Serie atti e studi n°9: 55-66.
- FAURE J.M., LAGADIC N. & MILLS A.D. (1988) - Le stress chez le poule, *Rec. Méd. Vét.*, 164: 857-861.
- FREEMAN B.M. (1983) - *Physiology and Biochemistry of the domestic fowls*. Academic Press. London.
- GALLAZZI D., GRILLI G., CONCINA E., RIPEPI P., GRANATA R. & VIGORITA V. (2004) - Valutazione dello stato sanitario di turdidi da richiamo in gabbie di dimensioni tradizionali o maggiori. Parte I: aspetti morfologici, parassitologici e mortalità. *J. Mt. Ecol.* 7 (Suppl.): 43 - 57.
- GERAERT P.A., PADILHA J.C.F. & GUILLAUMIN S. (1996) - Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. *British Journal of Nutrition*, 75: 205-216.
- GHODASARA D.J., PRAJAPATI K.S. & RANK D.N. (1991) - Effect of summer stress on haematological value in layer kept under different systems of housing. *Indian Journal of Animal Sciences*, 61: 658-659.
- GROSS W.B. & SIEGEL H.S. (1983) - Evaluation of the eterophil-lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Disease*, 27: 972-979.
- HAWKEY C.M. (1991) - The values of comparative haematological studies. *Comparative Haematology International*, 1: 1-9.
- KANEKO J.J., HARVEY J.W. & BRUSS M.L. (1997) - *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic Press. San Diego.
- LE MAHO Y., KARMANN H., BRIOT D., HANDRICH Y., ROBIN J-P, MIOSCOWSKI E., CHEREL Y. & FARMY J. (1992) - Stress in bird due to routine handling and a technique to avoid it. *American Journal of Physiology*, 263: 775-781.
- LOCATELLI A., SARTORELLI P., AGNES F., BONDILOTTI G.P. & PICOTTI G. (1989) - Adrenal response in the calf to repeated simulated transport. *British Veterinary Journal*, 145: 517-522.
- LUKAS A.M. & JAMROZ C. (1961) - *Atlas of Avian Haematology*, Agriculture Monograph-United State Department of Agriculture
- MAXWELL M.H. & ROBERTSON G.W. (1995) - The avian basophilic leucocyte: a review. *World's Poultry Science Journal*, 51:307-319.
- MCFARLANE J.M., CURTIS S.E., SIMON J. & IZQUIERDO O.A. (1989) - Multiple concurrent stressors in chicks. 2. Effects on hematology, body composition and pathologic traits. *Poultry Science*, 68: 510-521.
- MITCHELL M.A., KETTLEWELL P.J. & MAXWELL M.H. (1992) - Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation, *Animal Welfare*, 1: 91-103.
- NATT M.P. & HERRICK C.A. (1952) - A new blood diluent for counting the eritrocytes and leucocytes of chickens. *Poultry Science*, 31: 735-738.
- PFORR M. & LIMBRUNNER A. (1983) - *Uccelli d'Europa - Atlante illustrato*. Luigi Reverdito Editore. Trento.
- POWERS V.L., POKRAS M., RIO K., VIVERETTE C. & GOODRICH L. (1994) - Hematology and occurrence of hemoparasites in migrating sharp-shinned hawks (Accipiter striatus) during fall migration. *Journal Raptor Research*, 28: 178-185.
- PUERTA M., NAVA M.P., VENERO C. & VEIGA J.P. (1995) - Hematology and plasma chemistry of house sparrows (*Passer domesticus*) along the summer months and after testosterone treatment. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 110A: 303-307.



- TERLOUW E.M.C., SCHOUTEN W.G.P. & LADEWIG J. (1997) - Physiology. In: Appleby M.C. e B.O.Hughes (eds.), *Animal Welfare*. CAB International
- TROMBETTA M.F. & FALASCHINI A. (1995) - Modificazioni di alcuni parametri ematici indotte dal training in giovani trottatori. *Atti S.I.S.Vet.*, 49: 257-258.
- VEIGA J.P. & PUERTA M. (1996) - Nutritional constraints determine the expression of a sexual trait in the house sparrow, *Passer domesticus*, *Proceedings of the Royal Society of London B.*, 263: 229-234.
- ZUCCA P. (1995) - Valutazione dello stato di una popolazione di rapaci mediante l'esame dei parametri ematici. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 22: 339-343.