

# Il monitoraggio in anestesia nelle specie aviari parte I

Ceccherelli R.<sup>1</sup>, Regoli A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DVM, PhD, Direttore Sanitario del CRUMA-Lpu (Centro Recupero Uccelli Marini e Acquatici)-Lipu

<sup>2</sup> Student in VM, tesista presso il CRUMA

Autore corrispondente: Renato Ceccherelli C/O CRUMA via delle sorgenti 430, 57121 Livorno

E-mail: apusvet.cruma@libero.it

## SUMMARY

Anesthesia monitoring in avian species part I

Birds are commonly being anesthetized with very little morbidity and mortality. These advances are due to the better monitoring techniques. Current monitoring modalities available for use in general veterinary practice provide the practitioner with the ability to assess blood pressure, heart rate and rhythm, temperature, hemoglobin saturation with oxygen, the concentration of carbon dioxide in expired gases, and respiratory rate, and the use of intermittent positive pressure ventilators, has greatly advanced the science of anesthesia in avian species.

Although many of these monitors are designed for use in mammals, their creative and persistent use during avian anesthesia will serve to improve the quality of anesthesia care.

This article provides an overview of all the parameters, and their interpretation, which can be monitored during an anesthesia in avian species.

## KEY WORDS

Avian species, anesthesia, monitoring

Il monitoraggio rappresenta uno degli aspetti più importanti dell'anestesia e in anestesologia aviare è l'aspetto più critico dell'intero processo. Esso aiuta a raggiungere e mantenere un piano anestesologico ottimale e, se ben seguito, può anticipare eventi pericolosi che spesso nelle specie aviari risultano letali. Il suo potenziamento nella pratica consente di elevare la sicurezza durante l'anestesia migliorando il livello di assistenza. Un appropriato controllo del paziente può consentire, in alcune condizioni cliniche, di rilevare tempestivamente alterazioni delle funzioni vitali determinate da effetti secondari dei farmaci, da guasti alle apparecchiature e da alterazioni fisiopatologiche connesse all'intervento.

La pratica anestesologica in questa categoria di pazienti è andata sempre più sviluppandosi nel corso degli ultimi anni. Tanti progressi sono stati fatti nell'utilizzo di farmaci e strumentazioni: basti pensare, ad esempio, all'utilizzo degli oppioidi, ritenuti inefficaci nelle specie aviari fino a qualche anno fa, o lo sviluppo della PIVA (anestesia parzialmente endovenosa). Parallelamente al progresso verificatosi nell'utilizzo dei farmaci, abbiamo assistito anche ad un'affinarsi delle tecniche di monitoraggio, essenziali per una maggior garanzia di successo soprattutto in anestesi di lunga durata. Diamo dunque una definizione di monitoraggio e cerchiamo di contestualizzarla nella pratica anestesologica del paziente aviare.

"Il termine monitoraggio deriva dal latino *monitor-oris*, derivato di *monere*, con il significato di *ammonire*, *avvisare*, *informare*, *consigliare*.

Il termine ha origine in ambiente industriale, per indicare la

vigilanza continua di una macchina in funzione, mediante appositi strumenti che ne misurano le grandezze caratteristiche (velocità, consumo, produzione, ecc.). *Sistemi e metodi di monitoraggio* presuppongono *sistemi e metodi di programmazione* con i quali si predispongono i valori assoluti o i valori di soglia o gli indicatori, o i valori desiderati che, in continuo o ad intervalli regolari, vengono usati per confrontare l'*andamento* (valori effettivi) di ciò che viene monitorato."

Nel contesto dell'anestesia, si può definire il monitoraggio come un controllo delle principali attività vitali del soggetto anestetizzato, che devono rimanere all'interno di un range che non si discosti troppo dai valori fisiologici della specie di appartenenza del paziente.

Il monitoraggio deve iniziare prima dell'induzione dell'anestesia e continuare fino al completo risveglio.

Nella fase preoperatoria, viene preso in esame lo stato generale del soggetto, in modo da valutare l'eventuale presenza e gravità di processi patologici in grado di alterare la risposta del paziente alle procedure anestesologiche. Questa valutazione fornisce le basi per un corretto approccio anestesologico sia dal punto di vista farmacologico che gestionale. Il monitoraggio della fase operatoria, ovvero durante l'anestesia vera e propria, prende in considerazione la profondità dell'anestesia, il grado di nocicezione, un adeguato rilassamento muscolare e un'appropriata risposta dell'organismo ai processi anestesologici.

Nella fase postoperatoria deve essere garantito un adeguato grado di analgesia, se necessaria, ed un corretto processo di risveglio.<sup>(8)</sup>

Nella nostra trattazione prenderemo in esame solo l'aspetto inerente al periodo operatorio.

La sensibilità all'anestesia nel paziente aviare differisce sensibilmente in funzione della specie. All'interno della stessa specie è possibile avere variazioni soggettive.<sup>(13)</sup>

In ogni modo il monitoraggio degli effetti e della profondità dell'anestesia in questa categoria di pazienti è essenziale, perché gli uccelli sono inclini a sviluppare importanti complicanze anestesiolgiche in maniera rapida.<sup>(13)</sup>

Anche se l'anestesia dei "bird pets" ha fatto progressi significativi negli ultimi anni, anestetizzare un paziente aviare non dovrebbe mai diventare una procedura da prendere alla leggera.

È importante ricordare che il monitoraggio strumentale, soprattutto quello di alcuni parametri, nelle specie aviari, non è perfettamente standardizzato come lo è, invece, nell'uomo e nei mammiferi domestici. Per questo, assume grande importanza il trend dei valori registrati piuttosto che il valore assoluto. È comunque fondamentale non basarsi solo sul monitoraggio strumentale, l'osservazione diretta e attenta del paziente riveste sempre un ruolo di primaria importanza. I parametri che vengono presi in considerazione sono la profondità dell'anestesia, il sistema cardiovascolare, il sistema respiratorio ed il sistema metabolico per il quale vengono considerati la temperatura, la glicemia e l'emogas.

## PROFONDITÀ DELL'ANESTESIA

Rees e Gray (1950) indicarono tre componenti fondamentali nell'anestesia: la narcosi, l'analgesia, il rilasciamento muscolare. Poiché nel paziente non cosciente il termine analgesia non ha alcun significato, Gray nel 1960 propose la sua celebre triade dell'anestesia generale: narcosi, miorsoluzione e soppressione dei riflessi. Nel 1957 Woodbridge distinse nell'anestesia generale quattro componenti ed indicò, per la prima volta, come otte-

nere il loro controllo mediante i farmaci allora a disposizione.<sup>(4)</sup>

Secondo Woodbridge, le quattro componenti dell'anestesia sono rappresentate dalla componente mentale (intesa come coscienza), dalla componente motoria, da quella del sensorio (comprendente i diversi impulsi afferenti fra cui le afferenze nocicettive) e da quella dei riflessi (intesi come reazioni organiche con conseguenze "nocive", quali broncospasmo, aritmia, ecc.). Un adeguato livello di anestesia deve assicurare il controllo di queste componenti per mezzo di un appropriato apporto farmacologico.

In campo umano, la profondità dell'anestesia viene valutata grazie ad un sistema integrato computerizzato che prende in esame il risultato di migliaia di elettroencefalogrammi e li compara con il tracciato del paziente in anestesia. A seguito di tale confronto la macchina è in grado di stabilire il grado di profondità dell'anestesia, assegnando un valore compreso fra 40 e 100 che indica il grado di attivazione della corteccia. Questo monitoraggio si basa sulla Bispectral Analysis e prende il nome di metodo BIS.

In veterinaria non sono stati fatti molti studi e il metodo BIS non può essere considerato al momento un metodo di routine. L'applicazione di questa tecnica durante l'uso di varie combinazioni di farmaci richiede ulteriori ricerche ed è ben lontano dall'essere standardizzato.<sup>(5)</sup>

Anche in lavori più recenti l'utilizzo clinico del metodo BIS in veterinaria viene definito "imprudente".<sup>(2)</sup>

In pratica aviare sono rilevanti due studi che dimostrano un possibile utilizzo del metodo BIS nella valutazione dell'attività celebrale e della profondità dell'anestesia.<sup>(6,7)</sup>

Questo metodo per ora ha solo significato sperimentale e di studio.

Nella pratica clinica la profondità dell'anestesia nelle specie aviari viene valutata con l'osservazione del paziente e la sua reazione a determinati stimoli. I parametri che vengono presi in considerazione sono la respirazione, vari riflessi, la pressione arteriosa e l'attività cardiaca.

Lo studio dei parametri inerenti allo stato di anestesia ci deve servire a garantire un controllo di tutte e quattro le componenti dell'anestesia come riportato da Woodbridge. Gli uccelli sono caratterizzati da un metabolismo molto elevato che influenza tutte le reazioni organiche, un'eccessiva stimolazione catecolaminergica dovuta a un'analgesia insufficiente o a un inadeguato livello anestesiolgico, per esempio, può condurre a gravi conseguenze molto velocemente.

I parametri più importanti per la valutazione del paziente sono: la reazione a stimoli dolorosi (strappamento delle piume, manipolazioni di fratture e pinzettamento delle dita del piede), tono muscolare (rigidità dell'ala, tono mandibolare), riflesso palpebrale, riflesso corneale (da eseguirsi con un cotton fioc intriso di lubrificante), riflesso di retrazione della zampa, frequenza e profondità del respiro, diametro pupillare, frequenza cardiaca e pressione arteriosa.

La reazione allo strappamento delle piume scompare solo ad un livello profondo di anestesia. Questo va ricordato durante le fasi di preparazione del campo operatorio. Mentre il riflesso podale scompare ad un livello medio di anestesia. La stimolazione chirurgica comincia a non determinare reazioni ad un livello medio di profondità, ma per avere una totale mancanza di risposta è necessario arrivare ad un piano anestesiolgico profondo. Il tono muscolare si perde ad un livello medio di anestesia. I riflessi corneale e palpebrale differiscono molto da specie a specie, in ogni caso il palpebrale è sempre il primo a scomparire. La respirazione si fa sempre più lenta e superficiale mano a mano che si approfondisce il livello anestesiolgico. Così come si riduce progressivamente l'attività cardiaca.<sup>(1)</sup>

Nell'esperienza dell'autore un altro parametro utilizzato di routine che può fornire indicazioni sulla gestione dell'anestesia è rappresentato dallo studio dei gas alogenati.

In Tabella 1 sono riportati i parametri relativi ad un adeguato grado di anestesia negli uccelli.<sup>(14)</sup>

### Livello anestesiolgico ideale in un paziente aviare

Palpebre chiuse  
Midriasi  
Ritardato riflesso pupillare alla luce  
Riflesso palpebrale assente  
Movimenti della nittitante lenti o assenti  
Miorilassamento  
Riflessi a stimoli dolorosi assenti

Tab. 1. Parametri relativi ad un accettabile livello anestesiolgico

## MONITORAGGIO CARDIOVASCOLARE

Esistono vari metodi per monitorare l'attività cardiaca di un paziente aviare sottoposto ad anestesia. La valutazione dell'attività cardiovascolare è una componente essenziale del monitoraggio della risposta all'anestesia, include la raccolta di informazioni riguardanti la frequenza cardiaca, il ritmo e la pressione sanguigna. Altri strumenti e parametri come ad esempio l'emogas e la pulsossimetria sono strettamente legati alla fisiologia cardiovascolare.

In letteratura vi sono numerosi studi per la determinazione dei fisiologici intervalli delle funzioni vitali degli uccelli. Nel

nostro caso relativi alla frequenza cardiaca e respiratoria.<sup>(10)</sup> I valori di riferimento dei parametri fisiologici variano in funzione delle dimensioni dell'animale. Per molti di questi parametri questa relazione non è lineare ed è descritta da una formula allometrica che Sedgwick ha utilizzato per la determinazione dei valori di riferimento durante un'anestesia.<sup>(13)</sup> Questi valori attesi possono essere utilizzati come guida per i pazienti aviari posti in anestesia. Variazioni del 20% al di sopra o al di sotto di tali valori, soprattutto se duraturi, devono essere considerati anormali.<sup>(12)</sup>

La frequenza cardiaca di un uccello a riposo è stimata dalla formula allometrica di Kschmidt  $f_h = 155,8M_b^{-0,23}$  dove  $f_h$  è la frequenza cardiaca espressa in battiti al minuto e  $M_b$  è il peso espresso in chilogrammi.

La frequenza cardiaca può essere valutata in molti modi. L'auscultazione offre il vantaggio di sentire direttamente l'attività cardiaca e permette la valutazione di eventuali alterazioni. Un ottimo strumento per questo è lo stetoscopio esofageo amplificato. Inserendo la sonda in esofago è possibile auscultare il cuore durante tutto l'intervento (Fig. 1).

### Ecodoppler

L'ecodoppler è un ottimo strumento che permette di valutare la frequenza ed il ritmo del polso. Il doppler fornisce un segnale acustico che riflette il flusso ematico attraverso le arterie. Per calcolare la frequenza è necessario contare manualmente i battiti nell'unità di tempo. La sonda dell'apparecchio deve essere posizionata su di un'arteria in modo corretto e fissata adeguatamente al fine di avere un monitoraggio continuo, che sia attendibile e preciso (Fig. 2). I punti di repere principali per il posizionamento della sonda sono l'arteria palatina, l'arteria brachiale, l'arteria metatarsale e la carotide. In caso di emergenza la sonda può essere posta anche sul globo oculare.<sup>(9)</sup>

### Elettrocardiografia (ECG)

L'ECG è un ottimo metodo per il monitoraggio cardiaco durante l'anestesia. In Figura 3 è rappresentato un normale tracciato ECG di un uccello in derivazione II (la più usata nel monitoraggio anestesilogico di routine). Nell'esperienza dell'autore, l'utilizzo di una sonda esofagea rappresenta il metodo più efficace, veloce e sicuro per eseguire un corretto monitoraggio ECG nelle specie aviari (Fig. 4.). Le principali applicazioni dell'ECG in anestesia sono la valutazione della profondità dell'anestesia, frequenza e ritmo cardiaci e l'evidenziazione di alterazioni della funzionalità cardiaca indotta dalle procedure anestesilogiche.

Nella determinazione della profondità dell'anestesia è utile sapere che a mano a mano che si approfondisce l'anestesia, l'onda T diventa sempre più piccola fino a scomparire, l'onda R aumenta di ampiezza e l'onda S si riduce. In caso d'ipossia assistiamo ad un progressivo cambio di polarità dell'onda T o ad un suo aumento in ampiezza in caso di iperkaliemia.<sup>(9)</sup> Un interessante caso di aritmia (extrasistole sopraventricolare) è riportato in Figura 5 che rappresenta il tracciato ECG di un germano reale (*Anas platyrhynchos*) durante un'anestesia per chirurgia ortopedica. In figura si nota un'alterazione dell'onda della pressione arteriosa diretta associata ad una alterazione dell'ECG, nello specifico ad una perdita dell'onda P.

Quest'aspetto è probabilmente dovuto ad una scarsa analgesia che ha determinato un aumento di catecolamine in circolo che hanno a loro volta influenzato l'attività cardiaca. L'ECG si è normalizzato dopo cinque minuti dall'inizio della CRI (Constant Rate Infusion) con midazolam e sufentanil. Nell'esperienza dell'autore, numerose sono le alterazioni del tracciato ECG che si verificano durante un'anestesia e la concomitante somministrazione di farmaci, a testimonianza del fatto che è



Fig. 1. Stetoscopio esofageo amplificato



Fig. 2. Posizionamento della sonda doppler a livello dell'arteria palatina in un esemplare di gabbiano reale mediterraneo (*Larus michahellis*)

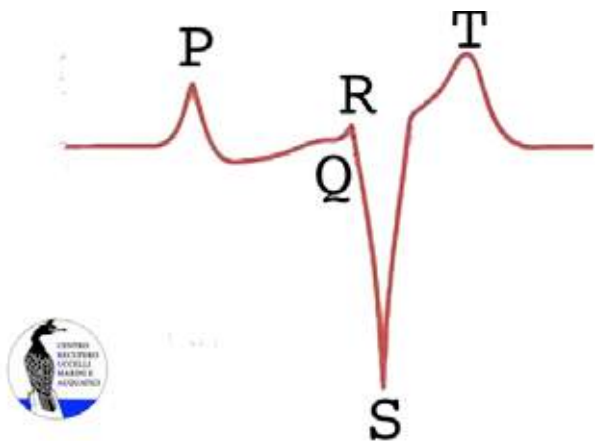


Fig. 3. Fisiologico tracciato ECG nelle specie aviari

di fondamentale importanza avere la possibilità di monitorare costantemente l'attività cardiaca di un paziente sottoposto ad anestesia, soprattutto se di lunga durata.

### Pressione arteriosa

La valutazione della pressione arteriosa è una componente fondamentale del monitoraggio del paziente durante l'anestesia, la chirurgia e la terapia intensiva. La misurazione della pressione arteriosa nelle specie aviari presenta alcune difficoltà, soprattutto in relazione al fatto che la modalità diretta è quella riportata essere la più attendibile. La catearterizzazione arteriosa e la seguente interpretazione dei dati ottenuti necessitano di esperienza e manualità. Tuttavia, le

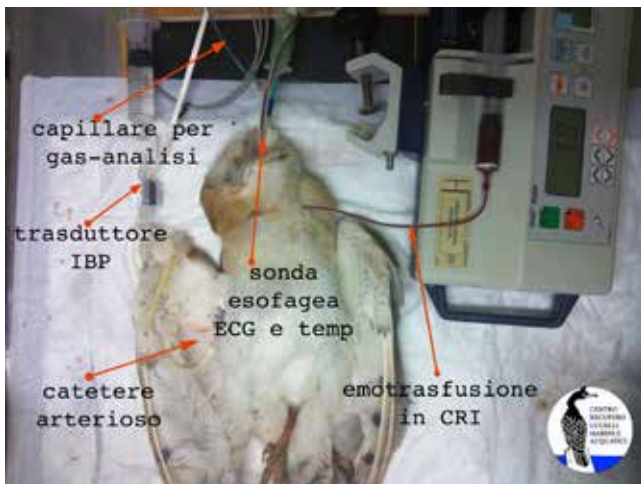


Fig. 4. Monitoraggio di un barbogianni (*Tyto alba*) con sonda ECG esofagea



Fig. 7. Particolare della figura 6

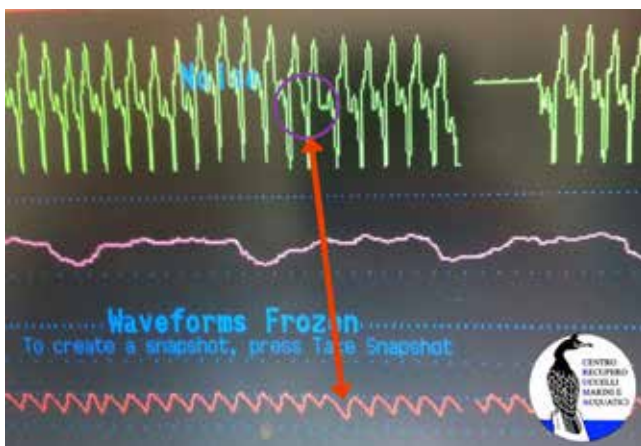


Fig. 5. Tracciato ECG di germano reale (*Anas platyrhynchos*) che evidenzia una perdita dell'onda "P" in corso di extrasistole e una concomitante alterazione dell'onda pressoria

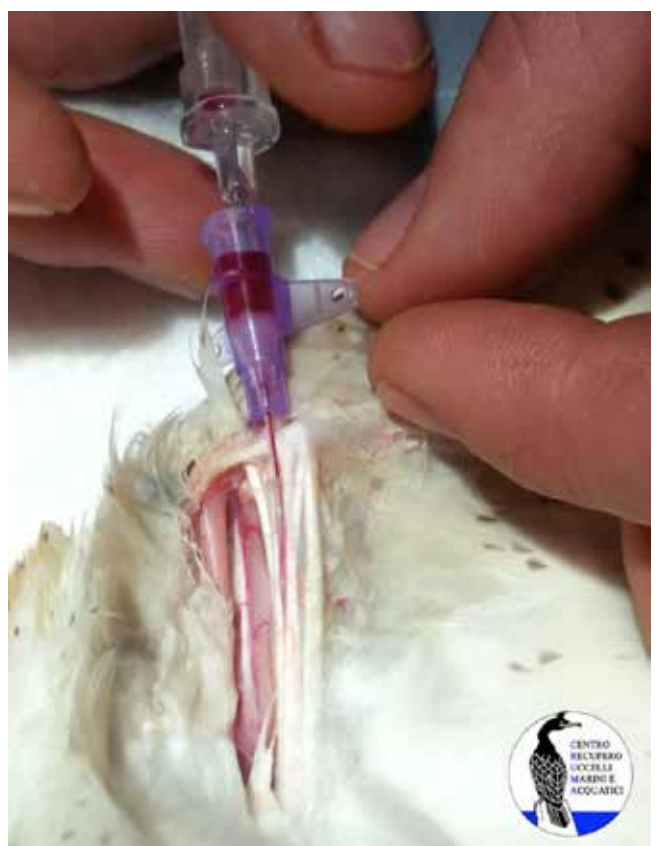


Fig. 8. Cateterizzazione dell'arteria radiale profonda in un esemplare di barbogianni (*Tyto alba*) di 230 grammi



Fig. 6. Monitoraggio della pressione arteriosa indiretta in esemplare di gabbiano reale mediterraneo (*Larus michahellis*)

tecniche di posizionamento di cateteri arteriosi non sono difficili, una volta acquisita sufficiente esperienza. La valutazione della pressione indiretta è possibile solo in soggetti di dimensioni sufficienti al posizionamento del manicotto (Figg. 6 e 7), ma la misurazione non è accurata quando paragonata ai valori della pressione diretta. A differenza di quanto avviene nei mammiferi domestici, ci sono

solo pochi siti disponibili per il cateterismo arterioso negli uccelli. Per esemplari medio-grandi (> 200 g), l'arteria radiale profonda è il sito preferito (Fig. 8). In uccelli di dimensioni minori (<200 g), è possibile cateterizzare l'arteria ulnare superficiale (Fig. 9). Per gli uccelli acquatici e uccelli dalle gambe lunghe, l'arteria craniale tibiale o metatarsale dorsale sono scelte accettabili (Fig. 10).<sup>(11)</sup> In letteratura è riportata anche la cateterizzazione della carotide. Come si evince dalla Figura 11, in alcune specie con grassella poco sviluppata e zampe lunghe, è possibile anche la cateterizzazione dell'arteria femorale. Una volta collegato il catetere endoarterioso al trasduttore il segnale della pressione viene graficamente rappresentato



Fig. 9. Cateterizzazione dell'arteria ulnare superficiale in un esemplare di falco pellegrino (*Falco peregrinus*) di 500 grammi



Fig. 11. Cateterizzazione dell'arteria femorale in un esemplare di poiana (*Buteo buteo*) di 650 grammi. Questa arteria è cate-terizzabile solo in specie con grassella poco sviluppata



Fig. 10. Cateterizzazione dell'arteria tibiale in un esemplare di gabbiano reale mediterraneo (*Larus michahellis*) di 930 grammi



Fig. 12. Fisiologica onda pressoria

come un'onda (onda pressoria) raffigurata nelle Figure 12 e 14. L'interpretazione di quest'onda ci fornirà tutti i dati necessari a valutare il paziente.

I valori numerici relativi alla pressione sono rappresentati dalla pressione sistolica (SAP) (valore massimo), la diastolica (DAP) (valore minimo) e la media (MAP) (estrapolata matematicamente dai valori della sistolica e diastolica secondo

la formula  $MAP = (SAP - DAP) / 3 + DAP$ ), quest'ultima è per convenzione utilizzata per avere un indice della perfusione tissutale.

Ancora ulteriori studi sono necessari per riuscire a stabilire un range fisiologico sicuro di pressione arteriosa in questa categoria di animali. Inoltre i valori della pressione variano notevolmente da specie a specie.<sup>(11)</sup>

In letteratura è riportato che un'ottimale pressione arteriosa negli uccelli non dovrebbe scendere sotto i 100 mmHg,<sup>(9)</sup> ma in altri studi è stato dimostrato che anche a valori molto più bassi la perfusione degli organi rimane entro valori accettabili.<sup>(11)</sup>

Nella pratica quotidiana, è utile considerare che valori di pressione sistolica sotto i 90 mmHg implicano un principio di ipotensione da tenere sotto controllo.<sup>(4)</sup> In uno studio condotto su galliformi, è stato dimostrato che in questa categoria tassonomica, una MAP inferiore ai 60 mmHg non



Fig. 13. Tipico aspetto di un'onda pressoria soggetta a smorzamento gica onda pressoria



Fig. 14. Rappresentazione di una curva capnografica normale (linea bianca) e di una curva pressoria (linea rossa)

permette di sostenere un'adeguata filtrazione glomerulare con conseguente interruzione di formazione di urina.<sup>(11)</sup> considerato che il pollo è l'uccello con valori di pressione arteriosa più bassi fra quelli studiati, è ragionevole affermare che valori di MAP inferiori a 60 mmHg rappresentano uno stato ipotensivo grave che deve essere trattato in regime di urgenza,<sup>(11)</sup> così come una diminuzione improvvisa della pressione. Nell'esperienza dell'autore raramente sono stati registrati valori di pressione arteriosa sistolica al di sotto dei 90 mmHg, anche in soggetti sottoposti ad anestesia di

lunga durata, eccezion fatta per quei casi soggetti a reali problemi emodinamici.

Durante un monitoraggio, spesso accade di avere valori molto alti di pressione e questo può determinare una sequela di problematiche che possono mettere a rischio la vita del paziente.

Un valore di 240 mmHg di pressione sistolica è indicativo di ipertensione e deve essere trattato prima dell'instaurarsi di processi di scompenso molto pericolosi.<sup>(11)</sup>

Una falsa diminuzione dei valori sistolici e un aumento di quelli diastolici possono essere presenti con una forma d'onda smorzata (Fig. 13.).

L'interpretazione di questa alterazione non è sempre facile. Spesso il problema è determinato da parziale occlusione del catetere arterioso o da uno spasmo dell'arteria. Le alterazioni sono comuni in soggetti nei quali vengono cateterizzate arterie di piccolo calibro. Una piccolissima variazione vasomotoria si ripercuote immediatamente sulla curva pressoria.

Anche un'insufficiente perfusione può determinare la comparsa di un'onda smorzata, così come un'eccessiva quantità di sangue dopo una trasfusione o in corso d'importante vasocostrizione in corso di ipovolemia.

Bisogna fare attenzione quando si notano improvvisi cambiamenti della pressione sanguigna. Se il problema non sembra essere determinato da fattori meccanici, un cambiamento improvviso della pressione può indicare un arresto cardiaco, o un suo imminente sopraggiungere ed è necessario un intervento immediato.<sup>(11)</sup>

## BIBLIOGRAFIA

- Altman RB, Clubb SL, Dorrestein GM, Quesenberry K: "Avian Medicine and Surgery". Saunders, Philadelphia, 1997.
- Bleijenberg EH, van Oostrom H, Akkerdaas LC, Doornenbal A, Hellebrekers LJ: "Bispectral index and the clinically evaluated anaesthetic depth in dogs". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2011, 38(6), 536-543.
- Degernes L., DVM, MPH, DABVP (Avian): "Anesthesia for Companion Birds". CE article, North Carolina State University, 2008.
- Gazzanelli S., Vari A., Tarquini S., Fermariello A., Caputo M., Almansour M., Costi U., Basso L., Cassullo L., Izzo L.: "Monitoraggio con BIS dello stato di coscienza durante induzione dell'anestesia generale. Quale miorilassante?". *G Chir*, 2005, 26 (4), 163-169.
- March P.A., Muir W.W.: "Bispectral analysis of the electroencephalogram: A review of its development and use in anesthesia". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2005, 32(5), 241-255.
- Martin-Jurado O., Simova-Curd, Bettschart-Wolfensberger R., Hatt J.M.: "Bispectral Index Reveals Death-feigning Behavior in a Red Kite (*Milvus milvus*)". *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 2011, 25 (2), 132-135.
- Martin-Jurado O., Vogt R., Kutter A.P.N., Bettschart-Wolfensberger R., Hatt J.M.: "Effect of inhalation of isoflurane at end-tidal concentrations greater than, equal to, and less than the minimum anesthetic concentration on bispectral index in chickens". *American Journal of Veterinary Research*, 2008, 69(10), 1254-1261.
- Paddleford R.: "Anestesia dei piccoli animali". Elsevier – Masson, Cremona, Milano, 2000.
- Ritchie B.W., Harrison G.J., Harrison L.R.: "Avian Medicine: Principles and Application" HBD International, Florida, 1994
- Schmidt-Nielsen K. "Scaling: why is animal size so important?" Cambridge University press, 1984, 241.
- Schnellbacher R., Anderson da Cunha, Emily E. Olson, Joerg Mayer: "Arterial Catheterization, Interpretation, and Treatment of Arterial Blood Pressures and Blood Gases in Birds". *Journal of Exotic Pet Medicine*, 2014, 23(2), 129-141.
- Sedgwick, C.J.: "Allometrically scaling the data base for vital sign assessment used in general anesthesia of zoological species". *Proceedings, American Association Zoo Veterinarians Annual Conference*, 1991, 360-369.
- Thomas G. Curro, DVM, MS: "Anesthesia of Pet Birds". *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 1998, 7, 1, 10-21.
- Tseng F. DVM: "Zoo med 2008: Avian Anesthesia and Surgery". Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University, 2008