



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE VETERINARIE

INDIRIZZO IN SCIENZE CLINICHE VETERINARIE

XXII CICLO

APPLICAZIONE DI UNA NUOVA TECNICA PER IL TRATTAMENTO DELLE FRATTURE RADIO-ULNARI NEI RAPACI

Direttore della Scuola : Ch.mo Prof. Massimo Morgante

Coordinatore d'indirizzo: Ch.mo Prof. Maurizio Isola

Supervisore: Ch.mo Prof. Roberto Busetto

Dottorando : MARCO BEDIN

Riassunto

La traumatologia è una branca molto importante della medicina aviaria, specialmente nei rapaci per i quali il volo è una condizione essenziale alla sopravvivenza. Gli attuali metodi di trattamento delle fratture delle ali in queste specie hanno l'obiettivo di ottenere un buon allineamento longitudinale e rotazionale dell'arto, nonché di mantenere la lunghezza del segmento osseo per garantire il ritorno al volo. Le attuali tecniche di riduzione delle fratture del radio e dell'ulna prevedono l'uso di fissatori esterni in configurazione tie-in con un chiodo centromidollare, ma per il peso eccessivo dei mezzi di stabilizzazione delle fratture e della barra di connessione vi sono rischi concreti di cedimento dell'impianto. La tecnica oggetto del presente studio sfrutta la naturale connessione anatomica tra periostio e calamo delle remiganti secondarie per fornire maggiore stabilità e minore peso dell'impianto. Nel presente studio sono stati trattati in totale 15 soggetti con frattura di radio ed ulna e clinicamente sani, 13 dei quali hanno dimostrato la formazione di un callo fibroso entro il 15 giorni dall'intervento e il ritorno al volo entro i 65 giorni dall'intervento. Non solo questa tecnica si è rivelata meno dispendiosa e più semplice da applicare, ma anche più efficace delle tecniche sinora presentate in letteratura.

Abstract

Traumatology is a very important part of avian medicine, especially for raptor where the ability to fly is a life threatening condition. The aims of actual methods of wings fracture treatment in this species is to achieve a perfect bone rotational and longitudinal alignment and also to maintain a normal bone length to permits a functional return to fly. The actual methods of radius and ulna fractures consist on application of an IM pins in tie-in configuration with an external fixators, but for the weight of the means of fixation there are real risk of implant failure. The technique used in this study is performed by the anatomical connection between the rachis of the secondary remiges and the periostium of the bone, to give more stability and minor weight to the implant. 15 raptors of different size were treated by this method and 13 of them showed a fibrous callus formation before 15 days and they were able to fly 65 days from surgical reduction of the fracture. This method has revealed cheaper and more simply to do if compared with other utilized to treat analogue fracture.

INTRODUZIONE

La capacità di volare ha permesso agli uccelli di occupare habitat diversi e di sviluppare differenti adattamenti alimentari. Questo ha portato allo sviluppo di circa 9700 specie appartenenti alla classe Aves, divisa in 27 ordini. Il maggior numero di specie è compresa nell'ordine dei Passeriformes a cui appartengono 5712 specie mentre, il meno rappresentato è l'ordine degli Struthioniformes composto da una sola specie, lo struzzo.

Gli uccelli si sono evoluti dai rettili e oggi giorno sono ancora presenti molte similarità tra queste classi. Gli uccelli come i rettili possiedono squame nelle zampe e nei tarsi, un singolo condilo occipitale, un singolo osso mediano dell'orecchio, la columella e l'osso mandibolare costituito da 5 ossa fuse assieme, inoltre entrambi i gruppi hanno eritrociti nucleati, un sistema portale renale e sono in grado di escretare acido urico.

Se nei mammiferi e nei rettili esistono specie molto diverse tra loro, negli uccelli l'attitudine al volo ha portato a minime differenze tra le specie. Le uniche differenze sostanziali tra le diverse specie sono l'aspettativa di vita e le dimensioni.

Le dimensioni degli uccelli possono variare dai pochi grammi del colibrì (*Trochilidae* spp.) ai 120 Kg di peso dello struzzo (*Struthio camelus*). Le specie di uccelli più pesanti, in grado di volare sono il cigno e il condor delle Ande che possono raggiungere il peso di 15 Kg.

Per quanto riguarda la longevità, gli uccelli hanno maggiori aspettative di vita rispetto ai mammiferi della stessa taglia. I piccioni e le anatre sono in grado di vivere per più di 30 anni, mentre gli psittaciformi come il

pappagallo cenerino e i cacatua possono vivere per più di 60 anni. Nei passeriformi le specie di maggiori dimensioni vivono più a lungo di quelli più piccole. Il corvo può vivere sino a 40 anni, mentre i comuni canarini possono vivere sino a 8-13 anni.

CAPITOLO 1: PARTICOLARITA' ANATOMICHE DELLA CLASSE AVES

1.1 L'APPARATO SCHELETRICO

Esistono due principali sottoclassi di uccelli che vengono distinte tra loro sulla base della struttura anatomica dello sterno. Queste sono i Ratiti, che comprendono gli uccelli incapaci di volare come lo struzzo, l'emù e il kiwi e i Carenati che comprendono tutte le altre specie appartenenti alla classe Aves. Il più grande carenato esistente è il Condor delle Ande (*Vultur gryphus*) che ha un'apertura alare di 3 metri e il peso di 15 Kg.

1.1.1 IL PROCESSO DI OSSIFICAZIONE NEGLI UCCELLI

Come i mammiferi anche gli uccelli ossificano le loro ossa su un modello cartilagineo preesistente nonostante la mancanza di centri di ossificazione secondaria. La corticale ossea è relativamente sottile mentre la parte midollare dell'osso è costituita da numerose strutture trabecolari che forniscono una maggiore resistenza. L'osso corticale è simile in entrambi i sessi ma nelle femmine la cavità midollare è molto labile e rappresenta la maggiore riserva di calcio per la formazione del guscio delle uova. Poco prima dell'ovideposizione, l'osso midollare capta il calcio assorbito dal tratto gastrointestinale determinando la calcificazione della cavità midollare ed il peso totale dell'animale può aumentare sino al 20%. Questo fenomeno chiamato iperostosi poliostotica è visibile radiograficamente ed è seguita dal riassorbimento osseo una volta che il guscio dell'uovo si è calcificato.

La sottile corticale ossea degli uccelli e la struttura interna dell'osso lo rendono particolarmente fragile con una maggiore predisposizione a fratture comminute e scheggie, richiedendo molta delicatezza nella chirurgia ortopedica in queste specie.

1.1.2 LE MODIFICAZIONI SCHELETRICHE CHE PERMETTONO IL VOLO

- Gli uccelli hanno uno scheletro molto leggero. Il suo peso in un piccione è il 4,4% del peso corporeo, mentre in un ratto è del 5,6%;
- L'arto prossimale è modificato in ala, mentre il becco e il collo sono modificati per la prensione del cibo, la mano anatomica è assottigliata e fusa per supportare le remiganti primarie;
- Alcune ossa del bacino e delle zampe sono fuse assieme a formare una struttura rigida e solida ma allo stesso tempo leggera;
- La gabbia toracica fusa e il complesso cinto toracico degli uccelli supporta il movimento del volo;
- Le vertebre coccigee fuse assieme (pigostilo) forniscono supporto alle timoniere che sono necessarie alla manovrabilità durante il volo;
- Lo sterno è carenato per permettere l'alloggiamento dei muscoli pettorali che sono fondamentali per il volo;
- I sacchi aerei si estendono nella cavità midollare delle principali ossa come coracoide, omero, femore, coste, sterno e bacino. Questi sono più sviluppati nelle specie adatte al volo, aiutandone la riduzione del peso. In alcuni uccelli, la scapola, il femore e la clavicola sono anch'esse pneumatiche, lo stesso cranio presenta una complessa rete di sacchi aerei;



Figura 1 - Omero, anatomia di un osso pneumatico

1.1.3 L' ARTO SUPERIORE

Cinto toracico

Consiste in coracoide, clavicola e scapola che si articolano tra loro prossimalmente a formare il forame triosseo. Distalmente scapola e coracoide formano la cavità glenoide, che è poco profonda e diretta

lateralmente per permettere il movimento di adduzione e abduzione dell'ala durante il volo.

- *Clavicola*: Assieme al coracoide questa agisce da supporto per l'ala e costituisce l'inserzione prossimale dei muscoli pettorali. Queste sono rudimentali in alcuni psittaciformi e in alcuni strigiformi. In molte specie le due clavicole sono fuse assieme a formare la forcula per una maggiore resistenza. Queste uniscono le spine delle scapole e hanno una funzione di simile ad una molla.
- *Coracoide*: Questo è un osso molto breve e resistente che si estende dallo sterno e agisce come uno spessore per impedire la compressione dei muscoli pettorali sul torace durante l'abduzione dell'ala durante il volo. È posto profondamente tra l'estremità distale dei muscoli pettorali e lateralmente alla vena giugulare alla succlavia e all'arteria carotide comune.
- *Scapola*: E' un osso lungo simile ad una lama di una spada la cui lunghezza varia con la resistenza al volo nelle diverse specie. È posta parallelamente alle ossa del bacino e si stende causalmente quasi sino alla pelvi.

Omero

L'omero è un osso corto che decorre lungo la parete del corpo quando l'ala è mantenuta in posizione di riposo. Prossimalmente ha una sviluppata cresta pettorale dove si inseriscono i muscoli pettorali. Il biceps brachii si trova lungo la parte craniale dell'omero e serve per flettere l'ala mentre il triceps brachii si trova caudalmente e serve a ad estendere l'ala. Il sacco aereo clavicolare si estende nella cavità midollare, rendendo quest'osso un osso pneumatico.

Radio ed Ulna

Sono ossa lunghe che decorrono parallele l'una all'altra. Negli uccelli queste ossa non sono in grado di ruotare, l'ulna è posta caudalmente al radio ed è quella di maggiori dimensioni. Sulla sua faccia caudale è possibile individuare piccoli bottoni ossei che rappresentano il punto di inserzione delle remiganti secondarie.

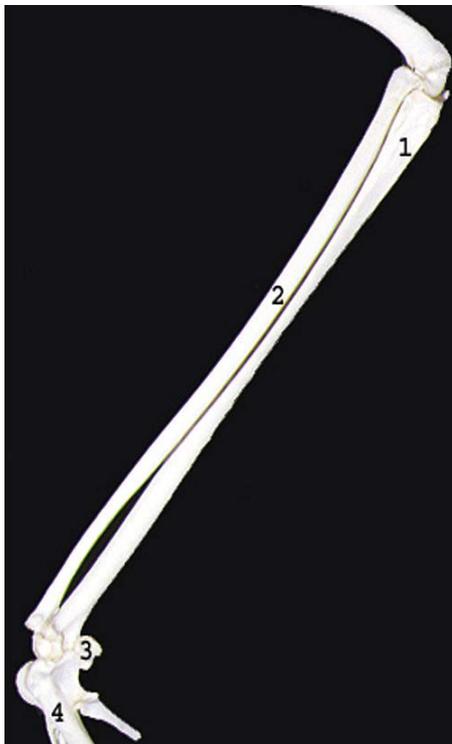


Figura 2 - Anatomia di radio ed ulna



Figura 3 - Inserzione delle remiganti secondarie sul periostio dell'ulna

Mano anatomica

Il polso e la mano sono estremamente ridotti per fornire una solida base per l'inserzione delle remiganti primarie. A formare il carpo prossimale rimangono solo l'osso radiale e l'osso ulnare del carpo su cui si inserisce il

carpometacarpo. Ci sono tre dita , delle quali il primo dito è il dito dell'alula che può avere una o due falangi ed è definita "falsa ala". Le piume inserite su questo dito vengono estese durante il volo per prevenire lo stallo a basse velocità. Il metacarpeo principale si articola con il dito principale o secondo dito, che ha due falangi, mentre il metacarpeo minore si articola con il terzo dito o dito secondario. Le articolazione del carpo e del gomito effettuano movimenti ristretti di estensione e flessione per fornire una superficie alare rigida. Esse si flettono simultaneamente per piegare l'ala (König, 2001).

1.1.4. I TIPI DI ALA

Possono essere identificati quattro tipi principali di ala: ellittica, larga, stretta e sottile.

I passeriformi e i piccioni manovrano attraverso il sottobosco ed hanno un'ala corta, larga ed ellittica con rapidi battiti. Hanno un'alula grande per prevenire lo stallo a basse velocità.

Le aquile e gli avvoltoi hanno ali grandi e ampie che gli permettono di alzarsi a basse velocità. Questi uccelli hanno una grande alula e grandi spazi tra le piume.

Gli uccelli che sorvolano gli oceani come i gabbiani, le sule e gli albatros hanno un'ala lunga, sottile ed appuntita senza spazi tra le piume permettendogli di andare verso l'alto ad elevate velocità. Le rondini e i falconi hanno un'ala assottigliata senza spazi tra le piume che gli permettono di volare con rapidi battiti e ad elevate velocità.

1.1.5 L'ARTO INFERIORE

Cinto Pelvico

Il cinto pelvico permette la stazione e la locomozione come la corsa e il nuoto. E' costituito dalla fusione dell'ischio, pube ed ileo ed è rigidamente fuso al sinsacro a livello dell'ileo. In molte specie è incompleto ventralmente, presumibilmente per permettere il passaggio delle uova dal canale pelvico. L'eccezione è costituita dagli struzzi e dal rhea che hanno una sinfisi pubica, probabile adattamento per sorreggere il peso dei visceri.

L'acetabolo è profondo ed è presente un forte legamento femorale, per questi le lussazioni sono una evenienza molto rara. Il trocantere del femore si articola anche con l'antitrocantere dell'ileo, questa articolazione supplementare permette agli uccelli di rimanere agevolmente in piedi su di una zampa sola con il minimo sforzo. Ventralmente ci sono delle fossa renali bilaterali per la divisione caudale dei reni.

L'arto pelvico è posizionato distalmente al corpo dell'animale per supportare i movimenti di atterraggio e di decollo. Consiste di femore, tibiotarso, fibula, tarso metatarso, ossa metatarsali e in molti uccelli di 4 dita. E' ricoperto di piume e di cute sino all'articolazione intertarsica, poi è ricoperto di squame. Generalmente l'arto pelvico non è coinvolto nel volo ed è invece usato per il nuoto, la corsa, la cattura delle prede e per rimane appoggiati.

Femore

E' un osso corto che si sviluppa cranialmente (spesso orizzontalmente) per far sì che il grande piede dell'uccello sia posto al di sotto del punto di gravità dell'uccello. Si articola con il tibiotarso e la patella. Come nei mammiferi, l'articolazione del ginocchio presenta due menischi, legamenti craniale e caudale e collaterale. Il muscolo femorotibiale (l'equivalente del quadricipite dei mammiferi) agisce estendendo l'articolazione del ginocchio e la patella e un sesamoide posto nella sua inserzione tendinea.

Tibiotarso

Il tibiotarso è la fusione della tibia e dell'osso tarsale prossimale. E' l'osso più grande dell'arto pelvico. Presenta una cresta craniale chiamata la cresta cnemiale si trova nella parte prossimale della tibia. La fibula giace lateralmente ed è corta e non ben sviluppata negli uccelli. L'equivalente dell'articolazione del calcaneo si trova tra il tibiotarso e del tarso metatarso e permette il movimento di flessione ed estensione.

Tarsometatarso

E' la fusione del 2,3,4 osso tarsale all'osso metatarsale corrispondente. La loro forma varia in relazione al grado di locomozione della specie considerata.. Un metatarso allungato offre una maggiore forza durante la corsa o nell'atto di spiccare il volo. Il 1° metatarso si trova separato dalle altre ossa, ma ad esse è connesso mediante un legamento, poiché si inserisce distalmente, può essere confuso con una falange.

Falangi

Molti uccelli hanno 4 dita con un numero variabile e differente di falangi. Il dito 1 ne ha 2, il dito 2 ne ha 3 e il dito 3 ne ha 4. Il dito 1, l'equivalente del

nostro pollice, viene anche chiamato sperone e si estende caudalmente. Questo è rudimentale negli uccelli che camminano sul terreno, tanto che gli struzzi hanno solo 2 dita ben sviluppate.

La sua funzione è quella di ghermire la preda nei rapaci e/o di difesa nelle specie che vivono prevalentemente a terra, nelle quali può essere una pericolosa arma di difesa dai predatori.

Secondo la distribuzione delle dita gli uccelli possono essere distinti in zigodattili, anisodattili e palmati. Tra gli anisodattili sono incluse la maggior parte delle specie di uccelli (columbiformi, galliformi, passeriformi e falconiformi) in cui l'anatomia del piede rappresenta un adattamento a ghermire la preda o a rimanere in piedi su di un posatoio. Queste specie hanno 3 dita che si estendono cranialmente e un dito che si estende caudalmente e si chiudono contemporaneamente le une in senso opposto all'altro in modo tale da effettuare una presa su di un oggetto. I galliformi hanno anche il dito 1, che viene comunemente denominato "sperone".

Gli Zigodattili invece, come ad esempio gli psittaciformi, hanno due dita che si estendono caudalmente e usando le dita del piede sono in grado di arrampicarsi e di afferrare gli oggetti. I gufi hanno dita simili agli zigodattili, ma sono in grado di muovere il dito 4 da caudale a craniale e modificare la presa tipica degli zigodattili.

I palmati invece, come anatre, cigni, oche e gabbiani hanno le 3 dita craniali unite da una membrana palmata che permette loro un agevole movimento in acqua a scapito del movimento sul terreno con la parte craniale delle dita che hanno uno scarso contatto con il terreno.

1.2 LA MUSCOLATURA

La maggiore quantità di muscoli negli uccelli in grado di volare è rappresentata dai muscoli pettorali, che possono rappresentare più di un terzo del peso corporeo. La maggiore concentrazione delle masse muscolari nella parte ventrale del corpo vicino al punto di gravità, fornisce stabilità per il volo.

A differenza dei mammiferi, gli uccelli hanno una muscolatura dorsale molto scarsa poiché lo scheletro assiale è fuso assieme così tanto che è necessario solo un minimo supporto muscolare.

I muscoli delle zampe e delle ali sono anch'essi sparsi con molti tendini leggeri. Gli uccelli come le rondini, che raramente atterrano, hanno praticamente una muscolatura delle zampe ridondante mentre gli struzzi, incapaci di volare, hanno grandi muscoli delle zampe che gli permettono di correre ad elevate velocità.

I muscoli degli uccelli hanno una mescolanza di muscoli rossi e bianchi. I muscoli rossi hanno questo colore in quanto in essi abbonda la mioglobina, un pigmento in grado di trasportare l'ossigeno ed hanno un apporto ematico abbondante. In questo modo i muscoli rossi utilizzano il metabolismo aerobio, che è in grado di funzionare per lunghi periodi e si trova nei muscoli destinati al volo.

I muscoli bianchi sono invece alimentati dal metabolismo anaerobio, che è utile per rapide contrazioni, ma si stancano velocemente per il rapido accumulo di acido lattico.

La funzione di un muscolo può essere identificata dal suo colore. Sappiamo tutti come le galline, incapaci di volare abbiano grandi muscoli pettorali di colore bianco e muscoli delle cosce rossi. Questo perché il muscolo gastrocnemio contiene 10 volte più emoglobina del petto. I piccioni viaggiatori invece contengono nei propri muscoli pettorali 40 volte più emoglobina dei muscoli pettorali delle galline.

I muscoli per il volo

I muscoli necessari al volo sono i muscoli pettorali e i muscoli sopracoracoidei e possono arrivare a rappresentare il 20% della massa corporea dell'animale. I muscoli pettorali forniscono la forza vigorosa per il movimento dell'ala verso il basso, mentre i muscoli sopracoracoidei permettono il movimento dell'ala verso l'alto. Gli uccelli incapaci di volare hanno infatti muscoli pettorali e sterno molto poco sviluppati.

I muscoli pettorali si inseriscono prossimalmente sullo sterno e distalmente sulla cresta pettorale dell'omero. Negli uccelli dei generi falconiformes, psittaciformes e columbiformes i muscoli pettorali superficiali formano la massa pettorale maggiore così che essi creano il battito verso il basso e sono necessari per spiccare il volo. Gli uccelli come gli avvoltoi e gli uccelli transoceanici che sono in grado di volare e sorare per lunghe distanze, hanno dei muscoli pettorali profondi molto sviluppati per comprimere l'ala contro il vento e coprire lunghe distanze senza apparentemente battere le ali.

I muscoli sopracoracoidei si inseriscono sullo sterno sotto ai muscoli pettorali. Il suo tendine decorre dorsalmente nel canale triosseo per inserirsi

nel tubercolo dorsale dell'omero. Questo muscolo è necessario al decollo e viene usato anche durante il volo.

La coda agisce come timone e freno. Le piume della coda sono inserite sul pigostilo e da esso dipartono formando un ventaglio. Ogni piuma può essere mossa individualmente o in gruppo con le altre, permettendo all'uccello un preciso controllo della direzione durante il volo.

1.3 IL PATAGIO

Questo strato cutaneo di forma triangolare si estende dalla spalla al carpo e forma la parte principale dell'ala. Consiste di un sottile strato cutaneo dorsale e di uno ventrale con un legamento molto resistente che decorre lungo il suo margine dorsale. Il legamento propatagiale origina prossimalmente dalla cresta delto-pettorale e si inserisce nel processo estensore del carpometacarpo. Presenta del collagene in entrambe le estremità, è elastico nella sua parte centrale e, quando teso, aiuta ad ottenere un flusso d'aria calmo. Branche elastiche si estendono dalla parte elastica del legamento ed attraverso il pro patagio si inserisce sulla fascia antebrachiale dorsale dell'ulna distale. In alcuni grossi rapaci un ulteriore legamento di supporto decorre parallelo a questo tendine per fornire un supporto maggiore quando l'ala è estesa.

CAPITOLO 2: ANATOMIA E FUNZIONE DEL PIUMAGGIO

Le piume sono costituite da epidermide cheratinizzata, che derivano da follicoli specializzati del derma. Durante la crescita delle piume vi sono arterie e vene specializzate nella vascolarizzazione del follicolo che vanno incontro a degenerazione quando la piuma è matura. Per questo motivo se le piume un accrescimento si spezzano possono determinare un sanguinamento profuso. Il piumaggio di un uccello può pesare da 2 a 3 volte più del suo scheletro. Il corpo degli uccelli non è rivestito completamente da piume; esistono infatti delle regioni pterili, rappresentano la maggior parte della superficie corporea e che sono rivestite di piume e penne, e le regioni apterili che sono glabre. Queste ultime, si trovano in prossimità delle inserzioni degli arti sul corpo e la loro funzione è quella di permettere un movimento più agevole degli stessi. Queste regioni sono assenti nei pinguini, sia perché non hanno la capacità del volo, sia per limitare la dispersione termica. Le dimensioni ed il numero delle piume dipende dal ritmo metabolico, dall'attitudine, dalla temperatura dell'ambiente in cui vivono e dalla massa corporea di una determinata specie di uccello.

2.1 FUNZIONE DEL PIUMAGGIO

Le piume hanno ruoli importanti per la protezione della cute, controllare la dispersione termica, rendere il corpo idrorepellente e per il corteggiamento, oltre alla funzione fondamentale quella di permettere il volo.

2.2 STRUTTURA DEL PIUMAGGIO

La parte basale della penna, infissa nel follicolo, prende il nome di calamo e si continua con il rachide da cui originano le barbe. Queste sono saldamente connesse tra di loro per mezzo di diramazioni secondarie che prendono il nome di barbule provviste di uncini che unendosi con il solco della barbula adiacente formano una superficie compatta, chiamata vessillo. Grazie a questo sistema, in caso di lesioni, il vessillo della piuma può essere auto riparato dagli uccelli facendolo scorrere tra il becco determinando così il riagganciamento degli uncini. La struttura di base è uguale in tutte le penne anche se la loro morfologia varia a seconda della funzione della penna stessa. In base alla morfologia possiamo riconoscere:

- *Penne di contorno*: sono le penne maggiormente diffuse sul corpo degli uccelli e sono provviste di calamo corto e un vessillo con una componente piumacea e una componente plumacea;
- *Penne copritrici*: sono simili ma di dimensioni più piccole delle penne di contorno e sono distribuite specialmente a livello delle ali, delle zampe e della coda;
- *Penne remiganti*: sono penne lunghe, asimmetriche e con un vessillo pennaceo. Si definiscono asimmetriche poiché dotate di un vessillo interno più grande rispetto al vessillo esterno. Sono le penne responsabili del volo e si suddividono in primarie e secondarie. Le remiganti primarie sono quelle che si inseriscono dal carpometacarpo alle falangi e sono in numero di 10, le remiganti secondarie si inseriscono dal carpometacarpo all'articolazione del gomito e il loro numero può variare a seconda della specie considerata tra 10 e 20;

- *Penne timoniere*: hanno struttura simile alle remiganti con l'unica differenza che sono simmetriche. Sono importanti, ma non fondamentali per il volo, durante il quale favoriscono i cambi di direzione e permettono di ampliare la superficie di contatto con l'aria necessaria alla frenata. Le loro dimensioni variano in relazione alla specie e all'età dei soggetti. In molti rapaci infatti le timoniere diventano sempre più corte e più resistenti agli urti con l'avanzare dell'età.
- *Piumino*: sono penne il cui vessillo è completamente plumaceo e il rachide è corto o assente. E' sempre presente nei pulli di tutte le specie mentre negli adulti può o meno essere presente a seconda della specie. La sua principale funzione è quella della termoregolazione.
- *Piumino polveroso*: è presente in alcuni pappagalli, specialmente in cacatua (*Cacatua* sp.), cenerini (*Psittacus* sp.) e calopsitte (*Nymphicus hollandicus*) ed è rappresentato da piume che hanno la caratteristica di produrre polvere cheratinica che deriva dalla guaina esterna delle piume e che viene distribuita in tutto il corpo dallo stesso pappagallo durante la pulizia quotidiana del piumaggio;
- *Semipiume*: hanno un lungo rachide e un vessillo plumaceo ed hanno funzione di supporto per le penne di contorno;
- *Filopiume*: sono piume filiformi con rachide lungo e barbe localizzate solo alla sua estremità. Si trovano in prossimità del follicolo della piuma ed hanno una funzione tattile;
- *Vibrisse*: localizzate a livello di narici, occhio o cranio ed hanno funzione tattile. Sono costituite da un rachide centrale ben sviluppato

e da barbe assenti o, quando presenti, queste sono localizzate solo alla sua base;

2.3 IL FOLLICOLO DELLA PIUMA

E' un invaginamento tubulare dell'epidermide, dotato di una papilla dermica alla sua base e fortemente vascolarizzato. Quando una piuma ha terminato la crescita, a livello della base del follicolo cessa l'attività germinativa e la piuma entra in uno stato di quiescenza sino alla muta successiva e questa attività continuerà per tutta la vita dell'uccello. I follicoli adiacenti sono connessi tra loro da una rete muscolare e ogni follicolo si inserisce sul muscolo per mezzo di un tendine elastico. Questi muscoli possono essere usati per sollevare o abbassare le singole penne o tutte assieme. Questa capacità è controllata e permessa da meccanorecettori, denominati Corpuscoli di Herbst, posizionati alla base del follicolo e molto sensibili alle vibrazioni.

CAPITOLO 3: PRINCIPALI CAUSE DELLE FRATTURE DI RADIO ED ULNA DEI RAPACI

Nei rapaci le fratture sono eventi patologici molto comuni (Kotska V, 1988) e le cause più frequenti di frattura delle ali ed in particolare del radio e dell'ulna possono essere essenzialmente suddivise in (Bennett, 1992; Martin, 1994; Bennett, 1997):

- Cause di natura traumatica;
- Cause di natura non traumatica;

3.1 CAUSE DI NATURA TRAUMATICA

Tra le cause di *natura traumatica* troviamo al primo posto gli urti contro oggetti inanimati durante le azioni di caccia che più spesso avvengono in giovani soggetti nel corso del primo anno di volo (Forbes, 1998). Questo probabilmente è da attribuire alle tecniche di volo non ancora perfezionate.



Figura 4 - Gulfo di palude mentre vola a bordo strada



Figura 5 - Falco pellegrino durante un' azione di caccia

Negli adulti invece i traumi possono avere principalmente tre cause:

- Urti contro oggetti inanimati;
- Incidenti di caccia conseguenti alla lotta con le prede;
- Colpi d'arma da fuoco;

3.2 CAUSE DI NATURA NON TRAUMATICA

Tra le cause *non traumatiche* di frattura, troviamo al primo posto le fratture patologiche dovute a demineralizzazione ossea e, anche se più raramente, quelle conseguenti a neoplasie ossee primarie o metastatizzate, osteomieliti conseguenti a infezioni da micobatteri o a patologie micotiche sistemiche (aspergillosi) .

Molti rapaci da falconeria sono alimentati con una dieta scorretta povera di calcio e di vitamina A e D3. Questa condizione si verifica più spesso in giovani soggetti di 2-3 mesi d'età (pullus) e negli individui subadulti (haggard).

Nei pullus i principali eventi traumatici che determinano le fratture dell'ala sono il peso della madre o dei fratelli che inavvertitamente li calpestando o i primi tentativi di muscolare le ali all'interno del nido. Negli haggard invece, il momento più delicato per la sollecitazione di una struttura scheletrica demineralizzata è l'involo, cui spesso conseguono urti e cadute.

CAPITOLO 4: LA CHIRURGIA TRADIZIONALE PER IL TRATTAMENTO DELLE FRATTURE DI RADIO ED ULNA NEI RAPACI

Negli ultimi anni, le conoscenze e le tecniche ortopediche per il trattamento delle fratture degli animali da compagnia tradizionali come il cane ed il gatto, si sono diffuse anche per le specie non convenzionali. Per le caratteristiche uniche dell'ala degli uccelli e l'estrema fragilità del tessuto osseo di queste specie, alcune tecniche non sono applicabili o applicabili solo in parte. Tradizionalmente le fratture del radio e dell'ulna, in soggetti destinati a riprendere funzionalmente il volo, vengono trattate con osteosintesi interna, osteosintesi esterna o combinazioni tra esse (Helmer, 2006).

Le attitudini degli uccelli, diversamente da quanto avviene nel cane e nel gatto, così come la disponibilità economica del proprietario influenzano la scelta della tecnica per il trattamento delle fratture. Negli uccelli che non devono compiere voli o nei quali il volo non è una necessità primaria, come gli uccelli da gabbia e da voliera, la scelta terapeutica dipende maggiormente dal peso economico dell'intervento. L'intervento più economico consiste nella riduzione e/o nell'allineamento approssimativo dei monconi di frattura con il successivo bendaggio dell'ala.

E' chiaro come questa tecnica non possa dare buoni risultati dal punto di vista funzionale per alcuni semplici motivi (Bennet, 1992):

- assenza di allineamento rotazionale
- assenza di allineamento lungo l'asse maggiore dell'osso

- elevatissimo rischio di artropatie sia per il bendaggio applicato per lungo tempo, sia nel caso di fratture distali o peri articolari;



Figura 6 - Applicazione di un bendaggio ad otto ad un piccione domestico

Nel 50% delle fratture dell'avambraccio, interessano o il radio o l'ulna mentre l'altro 50% dei casi la soluzione di continuo interessa entrambi e segmenti ossei.

Quando è interessato uno solo dei due segmenti ossei che costituiscono l'avambraccio anatomico, è consigliabile evitare che le due ossa possano fondersi tra loro formando una sinostosi. Condizione accettabile in un uccello che non necessita di volare, in un animale selvatico o da falconeria quale un rapace è una condizione altamente invalidante, tale da rendere la funzione del volo impossibile così come il suo ritorno alla vita selvatica e alla caccia (Helmer, 2006).

Quando sia il radio che l'ulna sono fratturati, è fondamentale il trattamento chirurgico della soluzione di continuo. In questi casi, l'obiettivo chirurgico

non è solo l'allineamento dei monconi sia longitudinale che rotazione, ma anche di evitare la formazione di una sinostosi tra le due ossa che possono unirsi nello stesso callo osseo, impedendo così quei movimenti di pronazione e supinazione dell'ala necessari al volo.

4.1 TECNICHE DI STABILIZZAZIONE ESTERNA

Negli uccelli di piccole dimensioni come nei piccoli passeriformi e psittaciformi da compagnia, sia per il loro stile di vita che per ragioni economiche dettate dalle scelte del proprietario, il trattamento delle fratture di radio ed ulna o di entrambi prevede l'impiego di metodi di stabilizzazione esterna. Questi metodi consistono nell'esecuzione di un bendaggio ad 8 dell'ala o di una steccatura realizzata in materiali più o meno leggeri in relazione alla taglia del paziente. Mentre il primo metodo sicuramente non permette il ritorno alla funzione del volo, il secondo rappresenta un'alternativa al trattamento chirurgico, anche se deve sempre essere considerata come una soluzione di compromesso.

4.1.1 IL BENDAGGIO AD OTTO

Viene applicato nel caso di fratture dell'ala distali al gomito, lussazioni del gomito, fratture del carpo-metacarpo e lesioni dei tessuti molli dell'ala che richiedono l'immobilizzazione della parte. Le fratture che possono essere trattate con questo bendaggio sono tutte le fratture articolari, le fratture periarticolari non aggredibili chirurgicamente, le fratture dell'ulna con allineamento dei monconi, le fratture del radio e le fratture

dell'avambraccio anatomico negli uccelli in cui non è richiesto un ritorno al volo.

Questo bendaggio può essere applicato con l'animale contenuto manualmente, anche se i migliori risultati si ottengono con l'animale in anestesia gassosa generale. Durante l'esecuzione l'arto viene mantenuto semi flesso con le articolazioni del gomito e del carpo flesse in posizione fisiologica di riposo e vengono inglobate nel bendaggio anche le copritrici terziarie (Degernes, 1994). Il primo strato del bendaggio è costituito da una garza, il secondo da cottonina ortopedica e il terzo strato è costituito da benda autoaderente. Per ottenere la figura ad "8" l'estremità libera della garza (e poi la cottonina ortopedica e la benda autoreggente) viene tenuta saldamente con le dita di una mano ventralmente al carpo. Il bendaggio poi prosegue dirigendosi verso l'articolazione gomito (inglobando nel bendaggio la parte distale dell'omero) e ritornando dorsalmente verso il carpo (questo fornisce supporto al bendaggio stesso). Il successivo passaggio, eseguito ventralmente all'articolazione del carpo permette di chiudere la figura ad "8" portandosi dorsalmente ad esso. Si eseguono quindi 3-4 passaggi procedendo come precedentemente descritto e a questo punto il bendaggio è completo. Il bendaggio non deve mai essere troppo pesante da determinare perdita di equilibrio nell'animale o essere eccessivamente stretto da determinare la comparsa di fenomeni artrosici, lesioni vascolari o nervose (Antinoff, 1996).

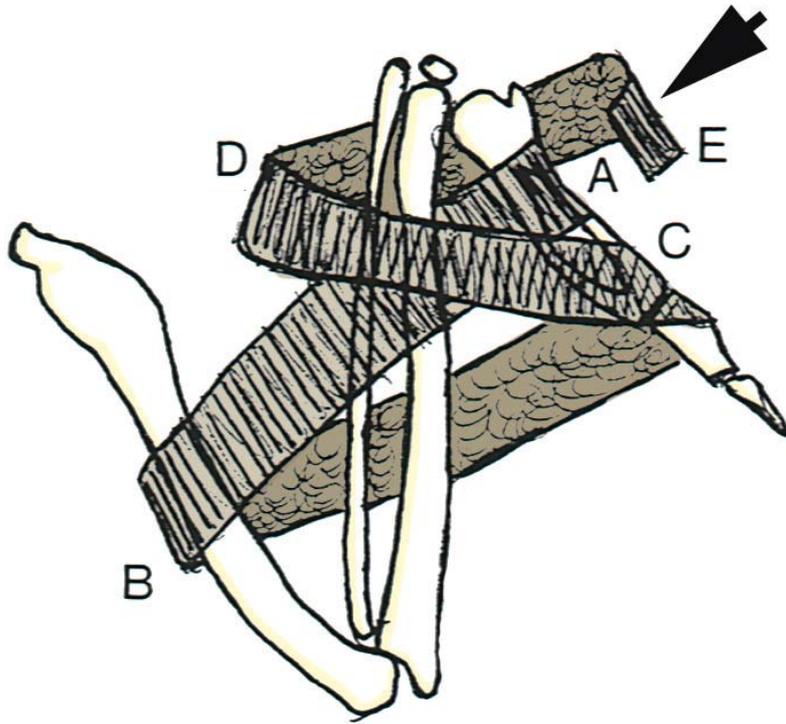


Figura 7 - Schema per l'applicazione di un bendaggio ad otto

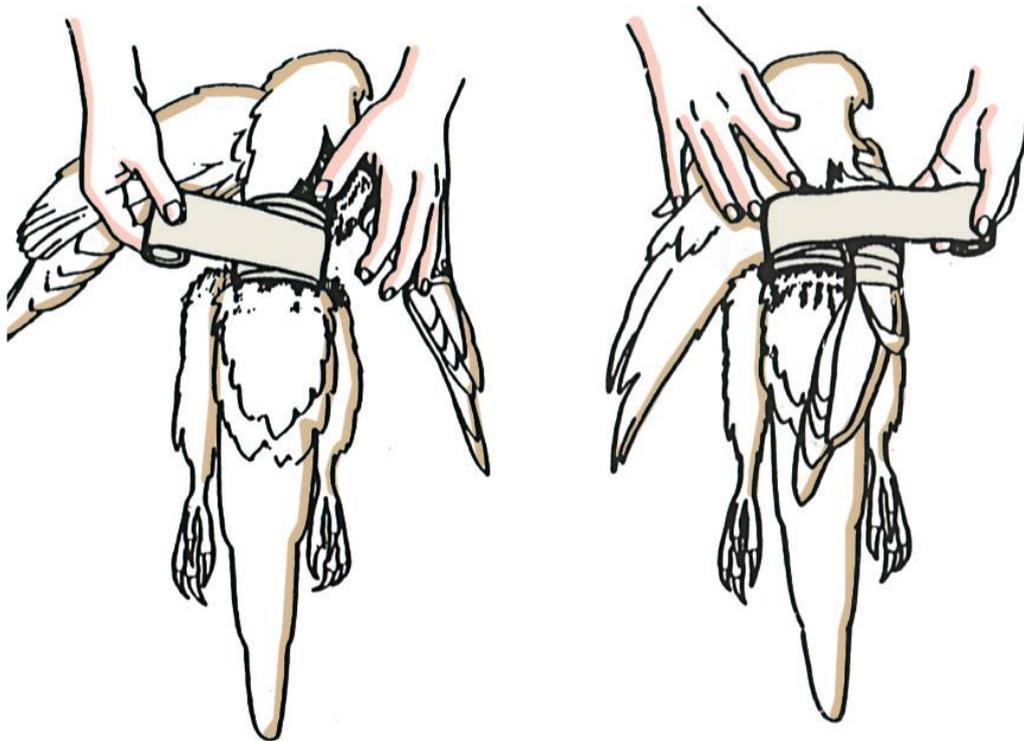


Figura 8 - Metodi di applicazione del bendaggio ad otto e del bendaggio dell'ala al corpo

È necessario fare attenzione a non comprimere troppo con il bendaggio per evitare eccessiva pressione che può determinare fenomeni di artrosi, lesioni vascolari o nervose, nonché in alcuni casi la deviazione del calamo delle remiganti o la loro caduta.

Le funzioni del bendaggio sono quelle di:

a) *Protezione:*

- Delle ferite o dell'impianto dopo la chirurgia
- Dei tessuti da eventuali auto traumatismi determinati dal becco o dalle unghie
- Dei tessuti da microrganismi patogeni

b) *Pressione:*

- Come mezzo di primo soccorso per comprimere i tessuti e limitare le emorragie, edema e l'eccessivo spazio morto tra i tessuti
- Per ridurre l'edema post operatorio o in seguito a traumi

c) *Supporto:*

- Come mezzo di primo soccorso per limitare ulteriori danni e complicazioni nei segmenti ossei fratturati
- Per immobilizzare la parte e minimizzare il dolore in seguito alla chirurgia o a traumi

- Mantenimento di un catetere endovenoso o intraosseo

d) *Assorbimento e mantenimento in posizione:*

- I bendaggi possono essere impiegati anche per assorbire gli essudati e per aiutare nella pulizia della ferita
- Favorire la riepitelizzazione e la granulazione

e) *Comfort:* Per fornire comfort al paziente

4.1.2 LA STECCATURA

E' applicabile specialmente negli uccelli di piccole dimensioni il cui peso non supera i 100 grammi e negli uccelli di peso maggiore quando non è richiesto il ritorno al volo. Tale tecnica non rappresenta la tecnica di elezione per il trattamento delle fratture nei rapaci selvatici che dovranno essere reintrodotti in natura, ne dei rapaci da falconeria. Un tipo di steccatura esterna è rappresentata dall'applicazione di materiali plastici leggeri o di spugnette per il trattamento dell'otoematoma del cane e del gatto. In questo caso è sempre necessaria la contenzione farmacologica in anestesia generale gassosa poiché, prima di applicare la steccatura, è deve essere ridotta manualmente la frattura cercando di ottenere il miglior allineamento possibile. Una volta ottenuto, si applica la spugna da otoematoma ventralmente o medialmente al segmento osseo da trattare e viene ancorata al calamo delle remiganti per mezzo di punti di sutura.

Questi vengono applicati medialmente al legamento inter remigiale attraverso la cute sottile che rivesta la parte più prossimale del calamo, avendo cura di non determinare danni vascolari o al follicolo della piuma. E' possibile visualizzazione le strutture anatomiche sottostanti umettando la parte con alcool. Sebbene questa tecnica ci permette di avere un allineamento soddisfacente dei monconi dell'ulna non ci permette di avere le stesse garanzie sull'allineamento del radio e sulla sua corretta cicatrizzazione al fine di evitare la formazione di sinostosi.

4.2 TRATTAMENTO CHIRURGICO

Il trattamento chirurgico delle fratture del radio e dell'ulna, prevede la riduzione di uno o entrambi i segmenti ossei, a seconda dei risultati che si intendono raggiungere. Nel caso in cui avvenga la frattura di entrambi i segmenti può essere sufficiente la riduzione dell'ulna per garantire la stabilità del radio anche se la scelta di questa tecnica deve essere fatta valutando attentamente il rapporto rischi/benefici, infatti la formazione di una sinostosi tra le due ossa impedirebbe i movimenti di supinazione e pronazione della parte distale dell'ala, impedendo di conseguenza anche il volo. Diverse sono le tecniche tradizionali descritte in letteratura per la riduzione delle fratture dell'ulna, del radio o di entrambi i segmenti e prevedono l'inserimento di chiodi centro midollari associati a bendaggio di contenzione dell'ala per fornire stabilità rotazionale, fissatori esterni e fissatori esterni in configurazione Tie-in con un chiodo centromidollare. Quest'ultima è considerata la tecnica di elezione per il trattamento chirurgico delle fratture negli uccelli (Harcourt-Brown, 2002). In ortopedia aviare è altamente sconsigliato l'uso di trapani ortopedici preferendo

applicare i mezzi di fissazione mediante trapani manuali (mandrino di Jacobs) più delicati e meno traumatici per la fragile struttura ossea degli uccelli (Bennet, 1997).

4.2.1 FRATTURA DELL'ULNA

Sebbene per il trattamento delle fratture dell'ulna sia possibile anche la sola applicazione di fissatori esterni filettati distalmente, come precedentemente detto il trattamento d'elezione è l'applicazione di un chiodo centromidollare (filo di Kirschner o chiodo di Steinmann, in relazione alla dimensione del segmento osseo da trattare) e di fissatori esterni in configurazione Tie-in tra loro. Dopo induzione di anestesia generale gassosa con isofluorano viene eseguita l'asportazione del piumaggio in prossimità del punto in cui verrà eseguito l'accesso chirurgico procedendo con la disinfezione della cute con clorexidina e betadine preriscaldati. Dopo l'incisione della cute si procede all'identificazione dei monconi ossei prossimale e distale.

- a. *Applicazione dei soli fissatori esterni:* nel caso in cui la scelta terapeutica sia quella di applicare i soli fissatori esterni, questi dovranno essere filettati distalmente per prevenire il loro scivolamento dalle corticali ossee. Il diametro dei fissatori esterni deve essere di 1/4 del canale centromidollare e devono essere applicati in numero pari per ogni moncone. Devono penetrare entrambe le corticali con una angolazione variabile. I fissatori prossimale e distale devono avere una inclinazione di 90° rispetto all'asse maggiore dell'ulna ed è consigliabile che il loro diametro sia

maggior rispetto ai fissatori piú prossimi al focolaio che devono essere inseriti ad una distanza dalla linea di frattura di una volta e mezza il diametro del canale centromidollare e con un'angolazione rispetto all'asse maggiore dell'ulna di 90° se filettati e di 70° se non filettati in modo da aumentare la superficie di contatto con le corticali e ridurre il rischio di deiscenza dell'impianto (Redig, 1997). Una volta inseriti tutti i fissatori esterni ritenuti necessari, deve essere eseguito l'allineamento dei monconi (sia longitudinale che rotazionale) ed applicata la barra di connessione esterna. Questa viene realizzata con resine acriliche o mediante barre e collettori usati nella chirurgia tradizionale del cane e del gatto (Bennet, 1992).

- b. *Applicazione di fissatori esterni e chiodi centro midollari in configurazione Tie-in*: nel caso in cui la scelta terapeutica sia quella di applicare i fissatori esterni in configurazione Tie-in con un chiodo centromidollare, deve essere inserito come primo elemento il fissatore esterno distale (piú prossimo all'articolazione del carpo) che dovrà avere lo stesso diametro del chiodo centromidollare ed una inclinazione di 90° rispetto all'asse maggiore dell'ulna (Olsen, 2000). Il Chiodo centromidollare dovrà avere un diametro massimo di $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ del canale midollare per lasciare spazio all'inserimento dei fissatori esterni. Esso può essere inserito per via retrograda in direzione dell'articolazione del gomito avendo cura di non penetrarvi o per via normograda inserendo il chiodo centromidollare all'altezza dell'inserzione della seconda o terza remigante secondaria, con un'inclinazione di 90° rispetto all'asse maggiore dell'ulna esercitando un movimento continuo e delicato di rotazione e lieve pressione sulla corticale. Una volta che questa viene penetrata, il chiodo centromidollare deve essere fatto ruotare e con una lieve

pressione, esercitata parallelamente all'asse maggiore dell'ulna, viene fatto scorrere nel canale midollare sino al focolaio di frattura. Una volta effettuato l'allineamento dei monconi, il chiodo centromidollare viene sospinto nel segmento distale sino a quando si arresterà a contatto con il primo fissatore esterno inserito, evitando così la penetrazione nell'articolazione del carpo (Harcourt-Brown NH, 2002). Vengono poi applicati i due fissatori esterni più prossimi al focolaio di frattura che dovranno avere un diametro di $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{8}$ del canale midollare con una angolazione rispetto all'asse maggiore dell'ulna di 90° se filettati e di 70° se non filettati e devono penetrare entrambe le corticali. In questo caso la scelta dell'uso di fissatori esterni filettati o non filettati è dettata dalla stabilità dell'impianto. Si procede alla chiusura dell'incisione chirurgica mediante punti di sutura e all'applicazione di una barra di connessione. Sebbene sia possibile applicare barre di connessione tradizionali dotate di collettori, è consigliabile realizzarla mediante una doppia piegatura a 90° del chiodo centromidollare inserito e resine acriliche (Redig, 2001).

4.2.2 FRATTURA DEL RADIO

Dal momento che l'ulna sopporta la maggior parte delle sollecitazioni e delle forze che agiscono sull'avambraccio, la sua integrità favorisce la guarigione delle frattura a carico del radio e rende più agevole il suo trattamento. Anche se in letteratura vengono descritte tecniche di trattamento conservativo mediante applicazioni di bendaggi di contenzione, la tecnica di elezione è anche in questo caso chirurgica in quanto la mal

unione o la formazione di sinostosi con l'ulna impedirebbe la supinazione e la pronazione della parte distale dell'ala tale da permettere un ritorno al volo. Nello specifico, il trattamento di elezione è l'applicazione di un chiodo centromidollare che può essere inserito per via normograda o retrograda. Il chiodo centromidollare dovrebbe essere di almeno $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ del diametro del canale midollare, anche se sono da preferire diametri inferiori poiché la sua unica funzione è quella di mantenere l'allineamento longitudinale perché l'integrità dell'ulna fornisce il supporto necessario a mantenere la stabilità rotazionale (Martin, 1994).

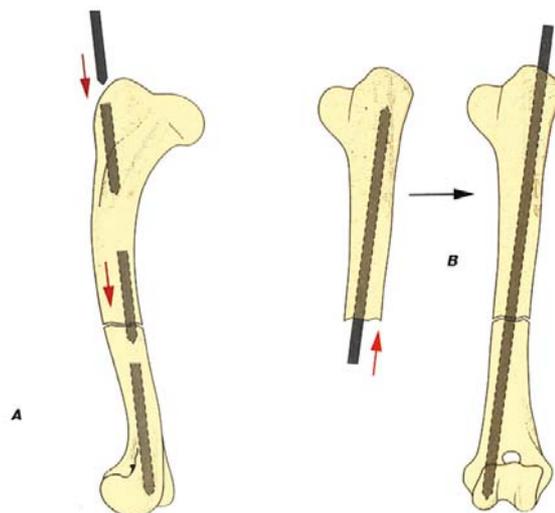


Figura 9 - Inserimento normogrado (A) e retrogrado (B) di un chiodo centromidollare

Quando applicato per via retrograda, il chiodo dovrà essere lasciato in sede in quanto non è più rimovibile. Nel caso in cui venga invece applicato per via normograda, dovrà essere inserito attraverso la corticale della curvatura distale imprimendo una lieve pressione secondo l'asse longitudinale dell'osso e imprimendo una rotazione continua, avendo cura di non

inserirlo nell'articolazione del carpo. Una volta eseguita la riduzione della frattura sarà sufficiente eseguire un bendaggio dell'arto che dovrà essere rimosso ogni 4-5 giorni per evitare fenomeni artrosici.

4.2.3 FRATTURA DI RADIO ED ULNA

Nel caso in cui entrambi i segmenti ossei che compongono l'avambraccio anatomico siano interessati da soluzione di continuo, dopo rimozione del piumaggio in corrispondenza dell'incisione e disinfezione chirurgica della parte si esegue l'accesso chirurgico dorsale e dopo individuazione dei rispettivi monconi si esegue da prima la riduzione della frattura del radio mediante infibulazione centro midollare come precedentemente descritto per facilitare la riduzione e l'allineamento della frattura dell'ulna. Successivamente la stessa viene trattata mediante applicazione di un chiodo centro midollare in associazione a mezzi di fissazione esterna in configurazione Tie-in come ampiamente descritto in precedenza.

4.3 L'ACCESSO CHIRURGICO PER IL TRATTAMENTO DELLE FRATTURE DI RADIO ED ULNA

Dal momento che la depilazione completa della parte è impossibile in queste specie, si procede alla deplumazione completa del punto in cui verrà eseguita l'incisione della cute e di un'area, il più estesa possibile, attorno ad essa in modo da rispettare i canoni di sterilità della chirurgia tradizionale del cane e del gatto. Nel caso in cui le fratture siano esposte, raramente è necessario eseguire l'incisione chirurgica dal momento che i monconi della

frattura, spesso acuminati e taglienti, hanno già determinato una più o meno estesa soluzione di continuo della cute. Nel caso in cui questa non sia già avvenuta, è necessario incidere la cute in prossimità del focolaio utilizzando una lama bisturi di dimensioni variabili a seconda delle dimensioni dell'animale cercando di non incidere i follicoli delle piume (in particolar modo delle penne remiganti). L'accesso chirurgico al radio e all'ulna è sempre dorsale per la minore quantità di tessuti molli interposti e perché ventralmente sono presenti i principali vasi sanguigni e i principali nervi che irrorano e innervano l'arto. Al di sotto del piano cutaneo vengono facilmente individuati i piani muscolari per l'assenza negli uccelli di uno strato sottocutaneo significativo, in particolar modo a livello di arti inferiori e superiori. Si procede quindi in direzione del focolaio accedendo per via smussa attraverso i piani muscolari. Raggiunto il focolaio è frequente riscontrare ematomi e coaguli quali conseguenze dall'emorragia determinata dai monconi taglienti (Bennet, 1997). Individuati i segmenti ossei questi vengono isolati ed ha inizio la procedura ortopedica come precedentemente descritta.

CAPITOLO 5: OBIETTIVI DELLA TESI

5.1 OBIETTIVO DELLA TESI

L'obiettivo della tesi è quello di individuare una valida alternativa chirurgica agli attuali metodi di trattamento delle fratture di radio e ulna dei rapaci per permettere un migliore recupero funzionale dell'arto in tempi più brevi sia nei selvatici che nei rapaci da falconeria. Gli attuali trattamenti chirurgici delle fratture infatti, non sempre garantiscono il perfetto ritorno al volo e all'attività di caccia con performance pari a quelle precedenti all'evento traumatico che ha determinato la frattura (MacCoy, 1992).

5.2 ATTUALI LIMITI DELLA CHIRURGIA TRADIZIONALE

Gli attuali limiti della chirurgia tradizionale sono rappresentati dal peso eccessivo dell'impianto di osteosintesi per l'elevato numero di elementi che lo costituiscono e per la presenza di una barra di connessione che anche se realizzata in materiali leggeri come le resine acriliche è troppo pesante per la struttura ossea di un uccello.

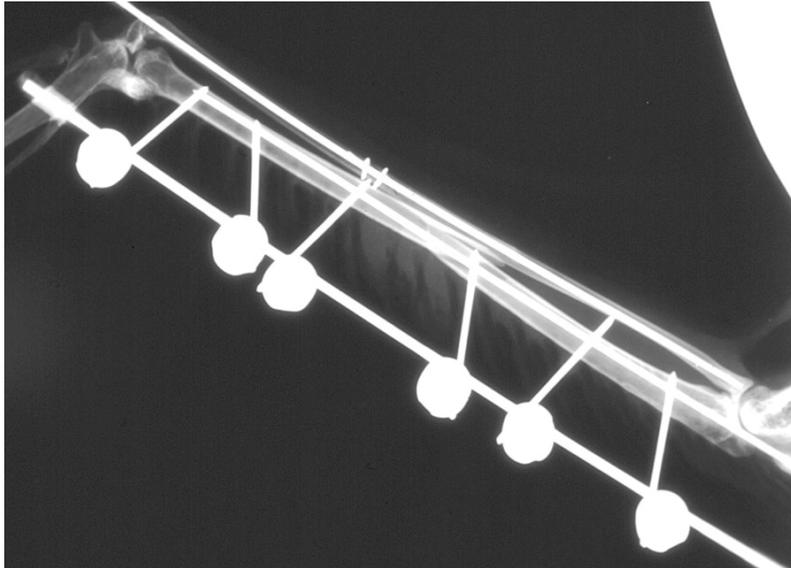


Figura 10 - Metodo tradizionale di trattamento delle fratture di radio ed ulna

L'atrofia da disuso dei muscoli deputati al volo e l'anchilosi dell'articolazione prossimale e distale al segmento fratturato sono fattori importanti, che possono influenzare la buona riuscita dell'intervento anche se correttamente eseguito. La fisioterapia riabilitativa, sin dai primi giorni dopo la chirurgia, svolge quindi un ruolo importantissimo.

E' quindi evidente che non è solo la tecnica impiegata a determinare il buon esito della guarigione ma anche le tecniche di gestione post operatoria, di bendaggio e il peso dell'impianto impiegato per l'osteosintesi.

Con le tecniche attuali la guarigione del tessuto osseo avviene entro i 45-50 giorni con formazione di un callo fibroso, cartilagineo e osseo. Il ritorno al volo con prestazioni sovrapponibili a quelle precedenti la frattura non avviene prima degli 80-90 giorni.

CAPITOLO 6: MATERIALI METODI

6.1 MATERIALI

Per gli interventi chirurgici sono stati applicati chiodi centromidollari di dimensioni variabili a seconda della specie e i diametri maggiormente utilizzati sono stati compresi tra 0,8 e 1,5 mm (Gruppo Bioimpianti s.r.l., Peschiera Borromeo, MI) . Sono stati usati fissatori esterni filettati distalmente di diametro variabile (Gruppo Bioimpianti s.r.l., Peschiera Borromeo, MI). Gli elementi dell'impianto sono stati applicati manualmente mediante un mandrino manuale di Jacobs. Per connettere la barra di connessione e il fissatore esterno sono state utilizzate resine acriliche per uso veterinario (Demotec 90®, Brentanostrasse, Nidderau, D). I fili da sutura utilizzati per connettere la barra di connessione con il calamo delle remiganti erano in materiale assorbibile multi filamento 2-0, 3-0 USP in poligalactina 910 (Vicryl®, Ethicon Inc). In alcuni casi sono stati utilizzati divaricatori Senn-Miller per divaricare la muscolatura e visualizzare meglio i monconi. Tutti i pazienti sono stati anestetizzati con isofluorano (Isoflo®, Abbott Laboratories, Queenborough Kent, UK) somministrato per mezzo di una maschere per anestesia commerciali per cani e gatti (Edling, 2006).

6.2 METODI

Scelta del campione

Per il presente studio sono stati considerati solo pazienti con fratture traumatiche e clinicamente sani. L'anamnesi raccolta al momento dell'arrivo in clinica ci ha permesso di stabilire la natura traumatica della frattura. Per definire sano un paziente oltre alla visita clinica sono stati eseguiti anche un esame citologico del gozzo, un esame coprologico completo, la lettura dello striscio ematico e un esame ematobiochimico.

Contenzione del paziente

I pazienti sono stati contenuti mediante l'uso di un cappottino da contenzione per i rapaci, cercando di non esercitare eccessiva compressione sullo sterno per non limitare il movimento della carena dello sterno e di non determinare danni al piumaggio. Il cappottino di cui sopra è realizzato in tessuto resistente agli artigli e al becco ed è dotato di velcro. La sicurezza dell'operatore è stata garantita utilizzando degli appositi guantoni da falconeria.



Figura 11 - Contenzione meccanica di un rapace mediante un asciugamano

Esame clinico del paziente

Prima dell'esame clinico in contenzione i pazienti da falconeria sono stati valutati sul pugno, mentre i pazienti selvatici sono stati contenuti direttamente. Per la visita clinica del rapace si è proceduto seguendo lo schema sottostante:

- **Testa:** valutazione della simmetria di occhi, narici, becco ed area periorbitale;
- **Cere:** valutazione di simmetria, colorazione, presenza di secrezioni ed anomalie di forma;
- **Narici ed opercoli:** valutazione della pervietà e di eventuali secrezioni, valutazione di lesioni ed altre anomalie degli opercoli;
- **Occhi:** valutazione della forma e delle secrezioni, valutazione della cornea e del loro stato di idratazione;
- **Orecchio:** valutazione della pervietà e della presenza di eventuali secrezioni. Valutazione del rispetto della simmetria nei rapaci notturni;
- **Becco:** Valutazione del colore, fratture, dimensioni e altre lesioni evidenti;
- **Cavità Orale:** valutazione del colore e dell'idratazione delle mucose, valutazione di eventuali lesioni come placche giallastre o biancastre compatibili con infezioni batteriche, protozoarie o parassitarie;
- **Piumaggio:** valutazione dell'integrità e del portamento rispetto al corpo;
- **Articolazioni:** valutazione del ROM delle principali articolazioni e della eventuale presenza di versamenti, segni di artrosi ed edemi;
- **Ali:** valutazione della mobilità e simmetria nell'estensione

- **Zampe:** valutazione dell'integrità delle squame, della simmetria d'appoggio ed eventuali lesioni apparenti come ascessi e croste;
- **Palpazione della regione del gozzo:** valutazione della consistenza del gozzo per determinare il suo stato di replezione e la natura del contenuto;
- **Palpazione dello sterno e dei muscoli pettorali:** viene valutata la convessità dei muscoli pettorali per valutare lo stato di nutrizione del soggetto e l'integrità della cute che ricopre la carena dello sterno per individuare eventuali lesioni;
- **Peso del paziente:** Il peso del paziente viene valutato mediante bilancia di precisione;
- **Palpazione della cavità celomatica:** con lo scopo di rilevare eventuali masse patologiche;
- **Valutazione della cloaca e dell'area pericloacale:** valutando lo stato di imbrattamento del piumaggio di quest'area è possibile capire se è presente diarrea

Tampone del gozzo

L'esame citologico del gozzo è stato eseguito da un tampone sterile effettuato dal paziente e colorato mediante colorazione Diff-Quick al fine di valutare la morfologia cellulare, la presenza di batteri, funghi e protozoi.

Esame coprologico

L'esame coprologico nelle specie aviari deve essere completo ovvero eseguito per flottazione, a fresco e mediante colorazione di gram. Questo esame ci permette non solo di valutare la presenza di endoparassiti, ma

anche di accertarci che la flora gastrointestinale del paziente sia nella norma.

Ematologia

Da ogni soggetto del presente studio sono stati eseguiti un esame biochimico, una lettura dello striscio ematico e la determinazione del microematocrito. Il campione ematico è stato prelevato dalla vena metatarsale mediale con il soggetto in contenzione manuale e raccolto in una provetta contenente anticoagulante litio eparina e una senza anticoagulante.

I parametri biochimici valutati sono stati AST (Aspartato amino transferasi), CK (Creatin chinasi), BA (Acidi biliari), UA (acido urico), GLU (Glicemia), Ca (Calcio), P (Fosforo), K (Potassio), Na (Sodio), TP (Proteine totali), ALB (Albumine), GLOB (Globuline).

Lo striscio ematico è stato eseguito subito dopo il prelievo con il metodo del vetrino porta oggetto e con sangue senza anticoagulante previa colorazione con il colorante Diff-quick. E' stata effettuata la conta stimata e la conta differenziale dei leucociti (Eterofili, Linfociti, Eosinofili, Basofili, Monociti). Con una piccola aliquota di sangue, raccolto dalla siringa con un capillare da microematocrito e centrifugato con apposita centrifuga, è stato determinato il PCV.

Diagnostica per immagini

Non è stato possibile eseguire l'esame endoscopico della cavità celomatica in quanto i proprietari si sono tutti rifiutati di eseguire questa indagine in vista di un intervento di chirurgia ortopedica.

Ogni paziente è stato sottoposto ad esame radiografico dell'arto interessato dalla frattura.

Protocollo Anestetico Impiegato e monitoraggio dell'anestesia

L'anestesia dei soggetti sottoposti ad intervento ortopedico per il trattamento di fratture di radio, ulna o radio ed ulna è stata ottenuta mediante induzione in maschera con una miscela di isofluorano al 5% e di ossigeno ad un flusso di 2 l/min. L'anestesia è stata mantenuta con una miscela di ossigeno ad un flusso di 2 l/min e di isofluorano ad una percentuale variabile dall' 1 al 3% in relazione alla profondità del piano anestetico. (Edling, 2006)

Il monitoraggio dell'anestesia è stato possibile mediante applicazione della sonda da pulsossimetro a livello della membrana patagiale, mantenuta in sede da due abbassalingua collegati tra loro. Il monitoraggio dell'anestesia era affidato ad un collega anestesista.

Procedura chirurgica

Tutti i pazienti sottoposti alla procedura chirurgica sono stati depilumati a livello del punto in cui eseguire l'incisione chirurgica e nelle aree circostanti. L'area è stata sottoposta a scrub chirurgico con Clorexidina e Betadine preriscaldati e i pazienti sono stati posizionati in decubito sternale su di un tappetino riscaldato per garantire l'omeostasi termica. Per il trattamento chirurgico delle fratture del radio e dell'ulna è stato utilizzato l'accesso dorsale. Dopo incisione cutanea in corrispondenza del focolaio di frattura, si è proceduto alla dissezione per via smussa delle fasce muscolari superficiali e profonde.

6.2.1 TRATTAMENTO CHIRURGICO IN CASO DI FRATTURA DELL'ULNA

Raggiunto il focolaio di frattura ed identificati i monconi si è proceduto ad esterorizzare il segmento prossimale per l'inserimento retrogrado di un chiodo centromidollare sino alla curvatura prossimale dell'ulna, da cui dopo penetrazione della corticale è stato estratto sino a permetterne l'inserimento nel segmento distale e determinarne la fuoriuscita a livello della curvatura distale, in prossimità dell'articolazione metacarpeo-radio/ulnare. Avvalendosi di due piegafili per ortopedia, le due estremità del chiodo centromidollare sono state piegate per due volte a 90° sino a rendere il decorso parallelo all'asse maggiore dell'ulna. Dopo verifica della stabilità dell'impianto, sono state eseguite legature con un filo da sutura multi filamento assorbibile tra il calamo delle remiganti secondarie e il chiodo centromidollare, formando così una barra di connessione esterna che conferisce maggiore stabilità al mezzo di fissazione, sfruttando la connessione anatomica esistente tra remiganti secondarie e periostio e tra la base delle remiganti stesse per mezzo del legamento inter remigiale.



Figura 12 - Inserzione delle remiganti secondarie sul periostio

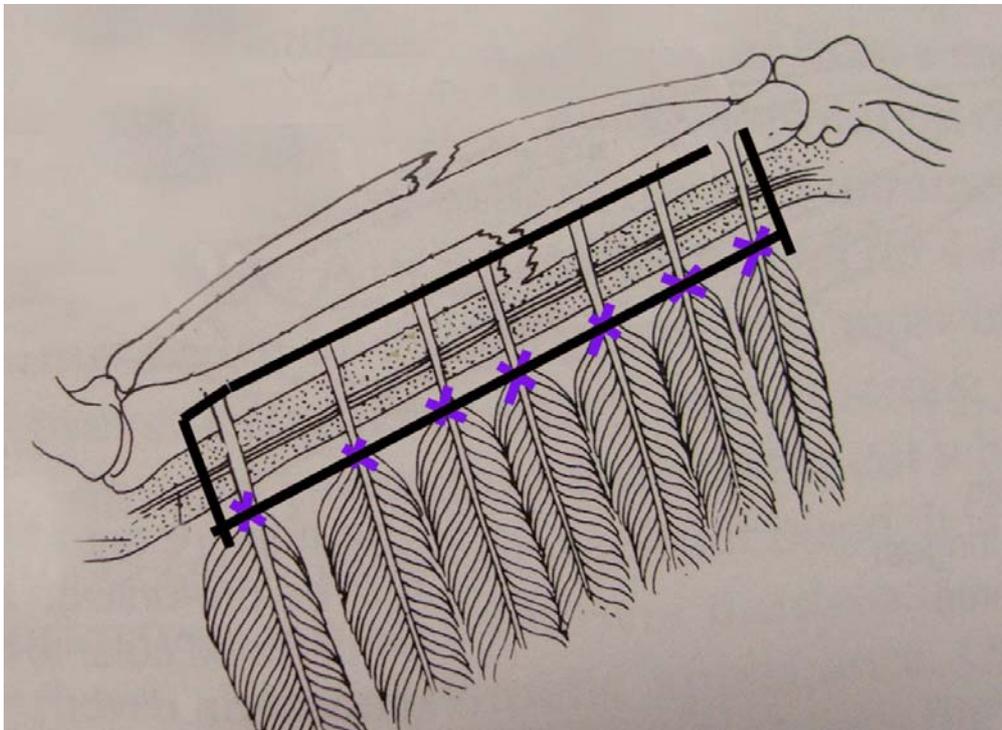


Figura 13 - Schematizzazione della tecnica di riduzione della frattura dell'ulna oggetto del presente studio

6.2.2 TRATTAMENTO CHIRURGICO IN CASO DI FRATTURA DI RADIO ED ULNA

E' stato da prima identificato il radio del quale, dopo identificazione dei monconi di frattura, si è proceduto alla infibulazione centromidollare mediante inserimento per via retrograda in direzione dell'articolazione distale (metacarpo) facendolo fuoriuscire a livello della curvatura distale del radio. Dopo allineamento dei monconi si è proceduto all'inserimento del chiodo centromidollare a livello del segmento prossimale, senza determinare la penetrazione delle corticali.

In seguito al trattamento dell'ulna come precedentemente descritto, anche il chiodo centromidollare inserito nel radio è stato piegato con una angolazione di 90° per due volte, sino a renderlo parallelo sia all'ulna che alla barra di connessione.

6.2.3 TRATTAMENTO POST OPERATORIO

Dopo la chirurgia l'ala è stata bendata mediante un bendaggio ad otto con cottonina ortopedica e benda auto aderente veterinaria. Tale bendaggio è stato mantenuto per 3-4 giorni e alla prima medicazione è stato rimosso e il paziente ricoverato in ambiente ristretto o su di un blocco con cappuccio da falconeria al fine di limitarne il movimento e i possibili traumi sull'impianto.

Ad ogni animale sono stati inoculati per via IM a livello dei muscoli pettorali 10mg/Kg di marbofloxacin e 0,25mg/Kg di meloxicam per via

orale. L'antibiotico terapia è stata protratta per 10 giorni, mentre la terapia antidolorifica per 8 giorni.

Tutti i pazienti sono stati nutriti a giorni alterni con pulcini di 1 giorno e petto di piccione o petto di quaglia. Per il basso contenuto in calcio dei pulcini di un giorno, ogni qual volta venivano somministrati erano accompagnati da integrazione di calcio in polvere.

6.2.4 FISIOTERAPIA RIABILITATIVA

Ogni 3 o 4 giorni veniva rimosso il bendaggio di contenzione dell'ala e venivano permessi movimenti passivi delle articolazioni interessate per evitare fenomeni artrosici con riduzione del ROM.

Dopo 2 sostituzioni del bendaggio il paziente veniva tenuto ricoverato su di un blocco (strumento da falconeria per fare appoggiare un falcone) con applicato il cappuccio da falconeria. Il cappuccio veniva rimosso solo al buio, per limitare i possibili movimenti eccessivi o urti dell'impianto. Con una frequenza di tre o quattro volte al giorno, il paziente veniva fatto salire su pugno (termine di falconeria per indicare che un falco sale e scende da un guantone indossato dall'operatore) in modo da stimolare il movimento attivo dell'ala.

Dopo la conferma radiografica della formazione del callo fibroso il paziente, con una frequenza di 3-4 volte al giorno, veniva stimolato a compiere una volta salito sul pugno dei movimenti attivi delle ali della durata di 1-2 minuti.

Dopo la rimozione dei mezzi di osteosintesi l'animale veniva tenuto ricoverato per altri 2-3 giorni per controllare la stabilità dell'arto e successivamente dimesso per essere affidato al proprio falconiere o al keeper del centro di recupero per iniziare la riabilitazione con tecniche di falconeria. Tali tecniche prevedevano inizialmente il volo in filagna (termine di falconeria che indica una lunga corda applicata alle zampe del falco) per distanze da 10 a 30 m. Dopo tale verifica di stabilità dell'arto il falco veniva liberato e progressivamente muscolato al logoro (finta preda realizzata in cuoio o con piume) sino ad essere reintrodotta più o meno progressivamente alla caccia dal falconiere. Per il presente studio si ritiene definitivamente riabilitato il paziente in grado di compiere almeno 7-8 passate (termine di falconeria per indicare gli attacchi del falco) al logoro.



Figura 14 - Falco Sacro mentre compie passate al logoro in riabilitazione

CAPITOLO 6: CASI CLINICI

CASO CLINICO 1

Segnalamento

Falco pellegrino da falconeria, maschio, 3 anni, frattura radio ed ulna sinistra. Dall'anamnesi raccolta la causa della frattura è un evento traumatico durante l'azione di caccia.

Trattamento

Dopo esecuzione delle visita clinica è stato eseguito lo studio radiografico dell'arto per determinare l'entità della frattura e valutare la tecnica da applicare per il trattamento chirurgico. Alla luce di quanto evidenziatosi si è optato per l' applicazione di un chiodo centromidollare nell'ulna con applicazione di fissatori esterni e in configurazione Tie-in con le remiganti secondo quanto descritto precedentemente. La frattura del radio è stata trattata mediante applicazione di un chiodo centromidollare.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni

Fisioterapia

Intervento di fisioterapia ridotta poiché il soggetto era poco trattabile. Ogni 3 giorni è stato rimosso il bendaggio di contenzione dell'arto sino a rimuoverlo definitivamente dopo la terza medicazione quando, dopo esecuzione dell'RX di controllo si è evidenziata la formazione del callo fibroso. Durante le prime medicazioni eseguite in sedazione sono stati effettuati movimenti passivi delle articolazioni per evitare fenomeni artrosici.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza

Recupero

Dopo 15 giorni è stata eseguita una radiografia di controllo dell'arto e si è evidenziata la formazione del callo fibroso. Dopo 30 giorni ed evidenza radiografica del callo osseo l'impianto è stato rimosso in anestesia generale gassosa secondo il protocollo descritto. Al momento delle dimissioni, il falconiere è stato istruito sul protocollo fisioterapico da applicare per il recupero al volo del suo falcone. Il paziente è tornato all'attività sportiva a 60 giorni dall'intervento

CASO CLINICO 2

Segnalamento

Astore (*A. gentilis*) da falconeria, maschio, 1 anno, frattura ulna sinistra. Dall'anamnesi raccolta la causa della frattura è un evento traumatico mentre cacciava inseguendo la preda nel bosco.

Trattamento

Dopo esecuzione delle visita clinica è stato eseguito lo studio radiografico dell'arto per determinare l'entità della frattura e valutare la tecnica da applicare per il trattamento chirurgico. Alla luce di quanto si è evidenziato alla visita clinica si è optato per l'applicazione di un chiodo centromidollare nell'ulna con applicazione di fissatori esterni e in configurazione Tie-in con le remiganti secondo quanto descritto precedentemente.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Dato il temperamento della specie si è optato per far trascorrere il primo periodo post intervento in un box da trasporto buio per limitare il

movimento e lo stress della manipolazione e del contatto con persone estranee. Ogni 3 giorni è stato rimosso il bendaggio di contenzione sino a rimuoverlo definitivamente dopo la terza medicazione quando.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

E' stato possibile evidenziare la formazione del callo fibroso solo dopo esecuzione di un secondo Rx di controllo a 18 giorni. Durante le prime medicazioni eseguite in sedazione sono stati effettuati movimenti passivi delle articolazioni per evitare fenomeni artrosici. Si è scelto di trattare il paziente sempre in sedazione per evitare stress e decessi improvvisi durante la manipolazione, cosa non improbabile nel genere Accipiter. Dopo 40 giorni ed evidenza radiografica del callo osseo l'impianto è stato rimosso in anestesia generale gassosa secondo il protocollo descritto. Al momento delle dimissioni, sono state impartite istruzioni sul protocollo fisioterapico da eseguire per ottenere un rapido recupero al volo del suo falcone. Il paziente è tornato all'attività sportiva a 80 giorni dall'intervento, ma la sua abilità di volo era ritornata sui livelli precedenti all'incidente già a 60 giorni. Questo ritardo è stato dovuto esclusivamente al temperamento della specie che si manifesta maggiormente se il rapace é stato allevato dai genitori.

CASO CLINICO 3

Segnalamento

Falco sacro (*F. cherrug*) da falconeria, maschio, 1 anno, frattura dell'ulna sinistra. Dall'anamnesi raccolta la causa della frattura è un evento traumatico durante l'azione di caccia, probabilmente dovuto alla giovane età.

Trattamento

Dopo aver eseguito la visita clinica sono stati eseguiti i radiogrammi necessari per verificare le lesioni dell'arto in modo tale da determinare l'entità della frattura e valutare la tecnica da applicare per il suo trattamento. Nel caso specifico si è scelto di intervenire applicando un chiodo centromidollare nell'ulna e un fissatore esterno in configurazione Tie-in con le remiganti secondo quanto descritto precedentemente.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni

Fisioterapia

Ogni 3 giorni è stato rimosso il bendaggio di contenzione dell'arto sino a rimuoverlo definitivamente dopo la terza . Dopo 15 giorni è stato effettuato

il controllo radiografico evidenziando la formazione di un callo osseo non particolarmente evidente tale da fare spostare di 5 giorni la prevista rimozione dell'impianto. Durante le prime medicazioni eseguite in sedazione sono stati effettuati movimenti passivi delle articolazioni per evitare fenomeni artrosici.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza

Recupero

Il paziente è rimasto ricoverato sino alla rimozione dell'impianto e successivamente il falconiere è stato correttamente informato sul protocollo di fisioterapia da mettere in atto. Contattato circa 1 mese dopo, il proprietario riferiva che il ritorno al volo al logoro era avvenuto entro i 65 giorni dall'intervento

CASO CLINICO 4

Segnalamento

Gufo Reale (*Bubo bubo*) femmina di 6 mesi d'età, usato per falconeria e appena acquistato dal proprietario. All'arrivo da un lungo viaggio in auto è stato estratto ed il proprietario si è accorto che portava le ali abbassate in posizione anomala.

Trattamento

Il giorno dopo l'acquisto, il proprietario si è recato presso la clinica per eseguire una visita di controllo. Dopo lo studio radiografico degli arti si sono mostrate una frattura a legno verde dell'ulna di destra e una frattura distale di radio ed ulna di sinistra. Si è quindi deciso, in accordo con il proprietario, di eseguire un bendaggio di contenzione dell'ala di destra e di eseguire una riduzione chirurgica della frattura del radio e dell'ulna di sinistra mediante la tecnica descritta nel presente studio.



Figura 16 - Frattura a legno verde ulna destra



Figura 15 - Frattura di radio ed ulna di sinistra

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Dal momento che il paziente era un soggetto allevato amano, la fisioterapia è stata molto semplice. E' stato possibile permettere il movimento quotidiano dell'arto trattato chirurgicamente, sotto supervisione di un operatore. All'arto controlaterale trattato in maniera conservativa è stato sostituito quotidianamente il bendaggio con la possibilità di eseguire movimenti di fisioterapia passiva. Dopo 8 giorni, il bendaggio dell'arto trattato chirurgicamente è stato rimosso definitivamente e al decimo giorno durante un normale controllo dell'impianto, notando la formazione di un evidente callo fibroso è stata eseguita immediatamente una radiografia di controllo. La conferma radiografica di quanto percepito alla palpazione, ha portato alla decisione di rimuovere l'impianto.

Dal momento che la stabilità del segmento osseo era ottima si è iniziato il protocollo fisioterapico anticipando i tempi prospettati.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo 2° giorni dall'intervento il paziente è stato dimesso e nell'arco di 30 giorni era già in volo, offrendo prestazioni normali di volo per l'età e la specie considerata.

CASO CLINICO 5

Segnalamento

Falco pellegrino (*F. peregrinus*) femmina di 3 anni d'età, usata per la falconeria. Trovata in falconiera da proprietario con l'arto fratturato senza un'apparente causa. All'esame fisico il sospetto è quello di un evento traumatico avvenuto nelle 24 ore precedenti.



Figura 17 - Caso clinico 5, Falco pellegrino femmina durante la visita

Trattamento

Dopo esecuzione dei radiogrammi ed aver evidenziato la frattura dell'ulna di destra si è deciso di intervenire con l'inserimento di un chiodo

centromidollare in configurazione tie-in con un fissatore esterno e i calami delle remiganti secondo con la tecnica descritta in precedenza.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo, al paziente è stata somministrata marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Poiché il rapace non era nel suo periodo di volo ma libero in voliera, è stato difficile eseguire il protocollo standardizzato di fisioterapia, anche se è stato possibile limitare il movimento confinando il soggetto in una gabbia ristretta e in ambiente calmo e buio. La luce veniva fatta entrare nel ricovero solo in concomitanza con il pasto.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Essendo un animale da falconeria anche se in periodo di risposo si è ben presto abituato alla presenza dell'uomo e a portare il cappuccio. Dopo la terza medicazione il paziente è stato tenuto ricoverato su di un blocco da falconeria ed è stato fatto salire e scendere dal pugno almeno 3 volte al giorno per circa 20 minuti. I controlli radiografici eseguiti a 15 e 30 giorni hanno mostrato la formazione un buon callo fibroso e rimosso l'impianto il paziente è stato affidato al proprio falconiere che, contattato

telefonicamente ha riferito di un ritorno a buone prestazioni di volo entro i 65 giorni dall'esecuzione della chirurgia.

CASO CLINICO 6

Segnalamento

Falco pellegrino (*F. peregrinus*) femmina di 1 anno di età. Il paziente in questo caso è un animale selvatico, ritrovato da un privato in un zona limitrofa alla campagna per cui l'anamnesi è muta, come spesso accade nella medicina degli animali selvatici.

Trattamento

Dopo aver visitato approfonditamente il rapace traumatizzato, stressato ed indebolito dal digiuno si è optato per eseguire un trattamento reidratante e di alimentare forzatamente il paziente sino al giorno successivo. Dopo qualche ora di digiuno e dopo aver eseguito le radiografie del caso, è stata riscontrata una frattura diafisaria dell'ulna e si è optato per l'applicazione di un chiodo centromidollare in configurazione Tie-in con un fissatore esterno e il calamo delle remiganti, secondo la tecnica descritta in precedenza.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Per limitare lo stress dell'animale selvatico, è stato ospedalizzato in ambiente buio e il contatto con l'uomo è stato limitato il più possibile. Il bendaggio è stato rimosso dopo 3 giorni visto che il paziente non sembrava agitato se lasciato tranquillo. Questo ha permesso comunque all'animale di poter muovere l'ala anche in assenza di un operatore. Alla rimozione dell'impianto il falco è stato affidato ad un falconiere per la riabilitazione.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Il paziente dopo 70 giorni aveva ripreso la normale funzione del volo ed è stato tenuto in addestramento sino a 90 giorni dopo l'intervento per poter essere allenato e muscolato per sopravvivere in natura una volta rimosso.

CASO CLINICO 7

Segnalamento

Astore (*A. gentilis*) maschio di 1 anno di età. Anche in questo caso il paziente è un animale selvatico, ritrovato da un privato e di non facile gestione per il temperamento della specie.

Trattamento

Il falco è stato nutrito dalla persona che l'ha trovato con una dieta per il recupero dedicata ai cani e ai gatti. Nonostante evidentemente stressato e impaurito, il paziente si è lasciato eseguire una radiografia senza necessità di sedarlo poiché poco reattivo. Dopo aver evidenziato una frattura di radio ed ulna di sinistra si è deciso per l'applicazione della tecnica chirurgica così come descritto in questo studio.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Il paziente è stato da subito abituato al cappuccio e sebbene inizialmente cercasse di rimuoverlo, nell'arco di 24 ore si è adattato alla nuova condizione. Il riposo senza traumi, ha favorito la cicatrizzazione e

nell'arco di 15 giorni si è formato il callo fibroso evidenziato radiologicamente al primo controllo. Dopo 35 giorni sono stati rimossi i mezzi di fissazione.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Il paziente dopo 70 giorni aveva ripreso la normale funzione del volo ed è stato tenuto in addestramento sino a 90 giorni dopo l'intervento per poter essere allenato e muscolato per sopravvivere in natura una volta rimesso.

CASO CLINICO 8

Segnalamento

Falco pellegrino (*F. peregrinus*) maschio di 3 anni di età di proprietà di un falconiere.

Trattamento

Sottoposto a visita per la postura anomala di un'ala dopo l'urto a grande velocità contro il logoro è stato sottoposto a radiografia dell'arto mostrando una frattura del radio e dell'ulna di sinistra. Per il tipo di lesione riscontrata è stato proposto al proprietario di intraprendere una riduzione dell'ulna con la tecnica descritta in precedenza e di eseguire la riduzione del radio inserendo nel radio un chiodo centromidollare per via normograda.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

il paziente, abituato al cappuccio è stato da subito ricoverato su blocco da falconeria con applicazione del cappuccio e l'ala bendata con bendaggio di contenzione ad otto. Ogni 3 giorni il bendaggio è stato sostituito e sono stati effettuati movimenti passivi dell'arto per evitare fenomeni artrosici,

con il paziente in contenzione manuale. A 15 giorni è stata eseguita una radiografia di controllo con evidente formazione del callo fibroso. Dopo 30 giorni l'impianto è stato rimosso e completata la fisioterapia secondo quanto previsto dal protocollo precedentemente descritto.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Il paziente ha recuperato la funzione del volo nell'arco di 65 giorni anche se non ha più mostrato interesse nei confronti del logoro.

CASI CLINICI 9, 10 e 11

Segnalamento

3 esemplari di Civetta (*Athene noctua*) di sesso indefinito, adulti ma di età indefinita. Presentati da privati che li hanno portati a visita il giorno seguente a ritrovamento anche se i tre casi clinici non sono arrivati nello stesso momento. La causa di frattura del caso clinico 11 è stata un colpo d'arma da fuoco con un fucile da caccia confermato radiologicamente per la presenza di alcuni pallini.

Trattamento

Dopo aver individuato la presenza di segni riconducibili ad una frattura sono stati eseguiti i radiogrammi del caso che hanno confermato il sospetto clinico. I soggetti sono stati trattati come da protocollo indicato in precedenza per le fratture dell'ulna e di radio ed ulna.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata Marbofloxacin 15mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e Meloxicam 0,5mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,5mg/Kg PO q24 h per 8 giorni. in questo caso i dosaggi dei farmaci sono stati aumentati perché i pazienti avendo un peso minore e un metabolismo molto rapido necessitano di una maggiore dose del farmaco

Fisioterapia

Per l'impossibilità di applicare un cappuccio da falconeria ai rapaci notturni, sono stati ospedalizzati in luogo tranquillo e buio per limitare i movimenti dopo la chirurgia. Ogni 3 giorni è stato sostituito il bendaggio e sono stati eseguiti movimenti passivi delle articolazioni.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo 15 giorni sono stati eseguiti i radiogrammi di controlli in tutti i soggetti, ma nel caso clinico 11 non era ancora avvenuta la formazione del callo osseo fibroso, probabilmente per il danno alla vascolarizzazione periostale determinato dal colpo d'arma da fuoco. La rimozione dell'impianto nei casi clinici 9 e 10 è avvenuta dopo 35 giorni dalla sua applicazione e la fisioterapia riabilitativa è stata effettuata in tunnel di volo della lunghezza di 20 metri.



Figura 18 - Radiografia di controllo dopo rimozione dei mezzi di fissazione

La rimozione dell'impianto del caso clinico 11 è stata eseguita a 40 giorni di distanza per il ritardo nella formazione del callo fibroso che preannunciava un ritardo nella formazione del callo osseo. Anche questo soggetto è stato trasferito in tunnel di volo , ma le sue capacità di volo non sono tornate ad essere soddisfacenti ne per la specie ne perché possa riprendere a cacciare in libertà.

CASO CLINICO 12

Segnalamento

Sperviero (*A. nissus*), maschio di 1 anno d'età. Soggetto selvatico portato da un privato che lo ha sentito urtare sulla finestra di casa.

Trattamento

Dopo aver notato una postura anomale dell'avambraccio e aver sospetto la frattura del coracoide, tipica di urti contro le finestre in queste e molte altre specie, è stata eseguita una radiografia per confermare il sospetto. All'esecuzione del radiogramma si è evidenziata la frattura dell'ulna ed è stata presa la decisione di intervenire chirurgicamente con il protocollo descritto in precedenza.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto, al paziente è stata somministrata marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e meloxicam 0,5mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,5mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Subito dopo la chirurgia il paziente si è dimostrato molto nervoso con ripetuti tentavi di fuggire urtando contro le pareti della gabbia di ricovero. Per limitare lo stress del soggetto, si è optato di sostituire il bendaggio solo due volte a distanza di 5 giorni.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo 15 giorni è stato eseguito un radiogramma di controllo e che non mostrava evidenza alcuna della formazione del callo fibroso. Si è quindi optato di ripetere la radiografia a 40 giorni dall'intervento per verificare l'avvenuta formazione del callo osseo. Dopo rimozione degli impianti il paziente è stato dimesso per essere inviato in un tunnel di volo per la riabilitazione.

CASO CLINICO 13

Segnalamento

Ibrido di falco sacro per gyrfalco (F.cherrug x F. rusticolus), 5 anni femmina di proprietà di un falconiere che ha trovato il rapace non l'ala cadente nella propria falconiera.

Trattamento

dopo aver sottoposto a visita il paziente è stato eseguito un radiogramma dell'arto interessato che evidenziava la frattura dell'ulna di sinistra. Si è quindi deciso di eseguire il trattamento della frattura secondo il metodo riportato in questo studio.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto al paziente è stata somministrata marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Dopo la chirurgia il paziente è stato ospedalizzato su blocco con cappuccio da falconeria. Il bendaggio di contenimento dell'arto è stato rimosso ogni 3 giorni per permettere movimenti di fisioterapia passiva. A 15 giorni di distanza il callo fibroso non era ancora ben evidente e si è quindi optato per la rimozione dell'impianto a 40 giorni dall'intervento.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo la rimozione dei mezzi di fissazione il falconiere ha continuato ad eseguire la fisioterapia come gli è stato indicato secondo quanto riportato nel protocollo di questo studio. Il paziente è ritornato ad avere le stesse prestazioni sul logoro dopo 65 giorni dall'intervento.

CASO CLINICO 14

Segnalamento

Falco pellegrino (*F. peregrinus*) di 2 anni, maschio ed usato per la falconeria.

Trattamento

dopo aver sottoposto a visita il paziente è stato eseguito un radiogramma dell'arto interessato che evidenziava la frattura dell'ulna di sinistra. Si è quindi deciso di eseguire il trattamento della frattura secondo il metodo riportato in questo studio.

Terapia antibiotica

Secondo protocollo standard precedentemente descritto il paziente è stato trattato con marbofloxacina 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Dopo la chirurgia il paziente è stato ospedalizzato su blocco con cappuccio da falconeria. Il bendaggio di contenzione dell'arto è stato rimosso ogni 3 giorni per permettere movimenti di fisioterapia passiva. Sulla base dell'esperienza del caso precedente la radiografia di controllo è stata eseguita a 20 giorni anziché a 15 giorni di distanza ed il callo fibroso era

evidente e si è quindi optato per la rimozione dell'impianto a 35 giorni dall'intervento.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo la rimozione dei mezzi di fissazione il falconiere ha continuato ad eseguire la fisioterapia come gli è stato indicato secondo quanto riportato nel protocollo di questo studio. Il paziente è ritornato ad avere le stesse prestazioni sul logoro a 60 giorni dall'intervento.

CASO CLINICO 15

Segnalamento

Falco ibrido gyr pellegrino (F. peregrinus x F. rusticolus) di 1 anno, maschio ed usato per la falconeria.

Trattamento

Dopo aver sottoposto a visita il paziente è stato eseguito un radiogramma dell'arto interessato che evidenziava la frattura dell'ulna di destra. Si è quindi deciso di eseguire il trattamento della frattura secondo il metodo riportato in questo studio.

Terapia antibiotica

Secondo il protocollo precedentemente descritto il paziente è stato trattato con marbofloxacin 10mg/kg SC q 24 h per 8 giorni e meloxicam 0,25mg/Kg PO q 12 h il giorno dell'intervento, poi 0,25mg/Kg PO q24 h per 8 giorni.

Fisioterapia

Dopo la chirurgia il paziente è stato ospedalizzato su blocco con cappuccio da falconeria. Il bendaggio di contenzione dell'arto è stato rimosso ogni 3 giorni per permettere movimenti di fisioterapia passiva. La radiografia di controllo è stata eseguita a 20 giorni dall'intervento ed il callo fibroso era ben visibile. I mezzi di fissazione sono stati rimossi a 35 giorni dall'intervento dopo controllo radiografico dell'avvenuta guarigione.

Anestesia

Induzione e mantenimento sono stati eseguiti secondo il protocollo standard descritto in precedenza.

Recupero

Dopo la rimozione dei mezzi di fissazione il falconiere ha seguito il protocollo fisioterapico consigliatogli secondo quanto riportato nel protocollo di questo studio. Contattato telefonicamente il falconiere ha riferito che il ritorno alla funzionalità dell'arto è avvenuta nell'arco di 65 giorni.

Tabella 1 - Tabella riassuntiva dei casi clinici

ID	SPECIE	ETA'	frattura	1° Rx (gg) *	2° Rx(gg) **	Ritorno al Volo
01	<i>F. peregrinus</i>	3 anni, M	Radio ed Ulna	15	30	60
02	<i>A. gentilis</i>	1 anno, M	Ulna	18	30	60
03	<i>F. cherrug</i>	1 anno, M	Ulna	15	35	65
04	<i>Bubo bubo</i>	6 mesi, F	Ulna bilaterale, radio dx	10	-	30
05	<i>F. peregrinus</i>	3 anni, F	Ulna	15	30	65
06	<i>F. peregrinus</i>	1 anno, F	ulna	20	35	65
07	<i>Acc. gentilis</i>	1 anno, M	ulna	15	35	70
08	<i>F. peregrinus</i>	3 anni, M	Radio ed ulna	15	30	65
09	<i>Athene noctua</i>	ND	Radio ed ulna	15	35	55
10	<i>Athene noctua</i>	ND	Radio ed ulna	15	35	55
11	<i>Athene noctua</i>	ND	Radio ed ulna	18	40	> 100
12	<i>Accipiter nisus</i>	1 anno, M	ulna	20	45	70
13	<i>F.cherr x rust.</i>	5 anni, F	Ulna	15	40	65
14	<i>F. peregrinus</i>	2 anni, M	ulna	20	35	60
15	<i>F.per. x rust.</i>	1 anno, M	Radio ed ulna	20	40	65

*= presenza del callo fibroso all'esecuzione della radiografia di controllo

**= esecuzione della seconda radiografia di controllo e rimozione dell'impianto

CAPITOLO 7: DISCUSSIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

13 soggetti su 15 sono tornati a volare offrendo prestazioni paragonabili a quelle precedenti alla chirurgia che hanno permesso nuovamente il loro utilizzo in falconeria o la liberazione in natura. La scelta di effettuare fisioterapia riabilitativa si é dimostrata valida ed applicabile sia in soggetti da falconeria che selvatici, mentre l'uso del cappuccio e del blocco hanno migliorato la gestione post operatoria dei pazienti di proprietà. Il temperamento dell'animale, specialmente in astori e sparrowhawks influenza non solo la gestione post operatoria ma anche la prognosi. Soggetti nevrili come il caso clinico 12 hanno dimostrato come, nonostante il rispetto delle buone pratiche veterinarie prima, dopo e durante la chirurgia possano rendere vano il nostro lavoro se i livelli di stress aumentano eccessivamente. Il caso clinico 11 ha dimostrato come il danno alla vascolarizzazione periostale riduca drasticamente la formazione del callo osseo periostale che è il principale metodo con cui avviene la cicatrizzazione del tessuto osseo negli uccelli. Come era prevedibile negli uccelli di piccole dimensioni e nei giovani soggetti i tempi di cicatrizzazione e di recupero sono stati più rapidi rispetto ai soggetti di taglia maggiore e più anziani.

CAPITOLO 8: CONCLUSIONI

Se il trattamento delle fratture degli uccelli da gabbia e da voliera (passeriformi e psittaciformi) è possibile anche mediante la stabilizzazione esterna per ottenere dei risultati accettabili per il mantenimento della funzione del volo è necessario ricorrere alla chirurgia. Se l'obiettivo da perseguire è quello del mantenimento della funzione del volo per permettere la sopravvivenza in natura o il ritorno alle performance precedenti all'intervento, l'unico metodo accettabile per il trattamento delle fratture è la chirurgia (MacCoy, 1992). Sino ad oggi gli interventi chirurgici di ortopedia aviaria hanno subito profonde modificazioni sia nei metodi che nei materiali. La tecnica ad oggi più usata è senza dubbio l'applicazione di fissatori esterni in configurazione tie-in con un chiodo centromidollare, applicabile non solo alle fratture di radio ed ulna ma anche a tutti i segmenti dello scheletro appendicolare degli uccelli. I materiali usati derivano dalla chirurgia ortopedica del cane e del gatto e i principali limiti di tali strumenti sono rappresentati dalle dimensioni e dal peso.

Il periodo post operatorio, rappresenta un momento importante e fondamentale per la prognosi. La necessità di eseguire frequenti sostituzioni del bendaggio non è dettata solo dalle buone pratiche veterinarie ma anche dalla necessità di permettere il movimento delle articolazioni. Negli uccelli infatti è basilare che venga mantenuta la funzionalità articolare per evitare la formazione di artrosi, che spesso rappresentano un complicanza in chirurgia ortopedica aviaria, nonostante la corretta riduzione della frattura.

Se con le tecniche attuali di chirurgia ortopedica il ritorno al volo funzionale può avvenire entro 3 mesi dal momento in cui viene eseguita la chirurgia, con la tecnica oggetto di questo studio il risultato desiderato si ottiene entro 2 mesi. Riducendo i tempi di formazione del callo fibroso e del callo osseo è possibile iniziare precocemente con la fisioterapia riabilitativa che permette al paziente un ritorno al volo in un tempo inferiore. Tale tecnica risulta quindi essere applicabile in tutte quelle situazioni in cui si richiede alla chirurgia ortopedica il massimo risultato desiderabile. Dal momento che l'applicazione di questa tecnica non richiede mezzi o materiali molto costosi permettendo di contenere la spesa è bene accettata dal proprietario e dal medico veterinario che la deve eseguire.

BIBLIOGRAFIA

Antinoff N. Bandaging techniques and supportive care. Proc Assoc Avian Vet (Tampa, Florida). 1996; Pp. 343-348.

Bennett RA. Orthopedic surgery. Altman RB, Clubb SL, Dorrestein GM, Quesenberry K. Avian Medicine and Surgery. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1997; pp. 733-766.

Bennett RA, Kuzma AB. Fracture management in birds. J Zoo Wildlife Med, 1992; 23(1): 5-38.

Degernes LA. Trauma Medicine. En: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LD. Avian Medicine: Principles and Application. Wingers Publishing, Inc, Lake Worth, Florida. 1994; Pp. 417-433.

Edling TM. Anesthesia and Monitoring. Harrison GJ, Lightfoot T: Clinical Avian Medicine, Vol II. Spix Publishing Inc, Palm Beach, Florida 2006: 747-759.

Forbes NA. Avian Orthopedics. Vet Q, 1998; 20(1): S69-70.

Gilbert TL, Egger EL. Management of casualty birds of prey. Iowa State Vet, 1982; 44(2): 99-103.

Harcourt-Brown NH. Orthopedic Conditions that Affect the Avian Pelvic Limb. Vet Clin North Am Exotic Anim Pract, 2002; 5(1): 49-81.

Helmer P, Redig PT. Surgical Resolution of Orthopedic Disorder. Harrison GJ, Lightfoot T: Clinical Avian Medicine, Vol II. Spix Publishing Inc, Palm Beach, Florida 2006: 761-773.

König HE, Liebich HG. Anatomie und propädeutik des geflügels. Editorial F.K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Germany. 2001; pp. 304.

Kostka V, Krautwald ME, Tellhelm B, Schildger B. A contribution to radiologic examination of bone alterations in psittacines, birds of prey and pigeons. Proc Assoc Avian Vet (Houston, Texas). 1988; pp. 37-59.

MacCoy DM. Treatment of fractures in avian species. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 1992; 22(1): 225-238.

Martin HD, Ritchie BW. Orthopedic surgical techniques. En: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LD. Avian Medicine: Principles and Application. Wingers Publishing Inc. Lake Worth, Florida. 1994: 1137-1169.

Olsen GH, Redig PT, Orosz SE. Limb Dysfunction. En: Olsen GH, Orosz SE. Manual of Avian Medicine. Mosby, St Louis. 2000: 493-526.

Redig PT. Effective methods for management of avian fractures and other orthopaedic problems. Proc Eur Conf Avian Med Surg. Munich, Germany 2001: 26-42.

Redig PT. Decision making in avian orthopedics. Proc Assoc Avian Vet
(Reno, Nevada) 1997: 453-462.