



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Medicina Veterinaria

Master di II Livello in Medicina della Conservazione e
Gestione Sanitaria della Fauna Selvatica

APPLICAZIONE DEL DEBRIDEMENT PIEZOELETTRICO NELLA PODODERMATITE DEI RAPACI

Candidato:
Dr.ssa Passacantando Erika

Relatore:
Dr.ssa Smoglica Camilla

Matricola n°.
113752

Correlatore:
Dr. Paesano Francesco

Anno accademico 2022 - 2023



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Medicina Veterinaria

Master di II Livello in Medicina della Conservazione e
Gestione Sanitaria della Fauna Selvatica

Tesi in Medicina Veterinaria

APPLICAZIONE DEL DEBRIDEMENT PIEZOELETTRICO NELLA PODODERMATITE DEI RAPACI

Candidato:
Dr.ssa Passacantando Erika

Relatore:
Dr.ssa Smoglica Camilla

Matricola n°.
113752

Correlatore:
Dr. Paesano Francesco

Anno accademico 2022- 2023

INDICE:

| | |
|---|---------|
| 1. INTRODUZIONE | pag. 4 |
| 2. LA POIANA COMUNE | pag. 5 |
| 3. LA PODODERMATITE | pag. 7 |
| 4. IL DEBRIDMENT | pag. 11 |
| 5. CASE REPORTS | |
| <u>5.1 Caso clinico 1: POIANA “VANIA”</u> | pag. 16 |
| <u>5.2 Caso clinico 2: POIANA “GUIDO”</u> | pag. 19 |
| 6. DISCUSSIONE | pag. 23 |
| 7. CONCLUSIONI | pag. 25 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | pag. 26 |
| 9. SITOGRAFIA | pag. 29 |

1. INTRODUZIONE

La pododermatite è una patologia multifattoriale che colpisce spesso volatili di diverse specie, principalmente se detenuti in cattività. Si tratta di una patologia le cui cause sono legate a diversi fattori riconducibili al soggetto stesso, alle modalità e all'ambiente di detenzione (Colopardi,2017). La sintomatologia e le manifestazioni sono variabili in base alla gravità delle lesioni e alla specie colpita (Colopardi, 2017)

In questo studio clinico viene descritto il trattamento di due casi di pododermatite di due poiane (*Buteo buteo*) ricoverate presso il Centro Toscano di Recupero Avifauna Selvatica (Ce.T.R.A.S.).

Il primo soggetto ricoverato e operato per frattura tibiotarsica e il secondo soggetto ricoverato per cachessia e perdita delle primarie. La pododermatite sviluppata a seguito di ricovero è stata trattata con un nuovo sistema di *debridment* mediante macchinario per la piezochirurgia, nuova metodica chirurgica che sfrutta ultrasuoni e microvibrazioni. Tale macchinario *Surgysonic Wound* (Esacrom srl, Imola, Italia) utilizza diversi meccanismi per consentire la rimozione di tessuto necrotico e favorire la granulazione del tessuto sano.

L'obiettivo del presente studio è valutare l'efficacia di questo nuovo approccio terapeutico per la risoluzione dei casi di pododermatite nell' avifauna selvatica.

2. LA POIANA COMUNE

La poiana comune (*Buteo buteo*) è un rapace che appartiene al vasto ordine degli Accipitriformes ed alla famiglia degli Accipitridae (Monaco Nature Encyclopedia) ed è inserita nella lista dell'Unione internazionale per la conservazione della natura (IUCN) come specie *least concern* (LC) cioè una specie considerata a rischio minimo di estinzione (IUCN, 2012).

La popolazione presente in Italia non rientra nei criteri di classificazione nelle categorie di minaccia in quanto non presenta popolazione in declino né ridotto numero di individui maturi. (Bricchetti et al., 2003).

È un rapace largamente diffuso negli ambienti più vari in quanto ha una forte capacità di adeguarsi alle modifiche ambientali di questi ultimi decenni (Monaco nature encyclopedia). È infatti presente in tutta Europa, nel continente asiatico fino alla Mongolia, in India, in Africa orientale fino al Sud Africa. Nel nostro continente si ritrova soprattutto nella zona nord ovest mediterranea, mentre manca quasi totalmente nella parte centro e sudoccidentale. (Orta et al., 2020).

La Poiana che abita le aree settentrionali migra verso Sud. (Monaco nature encyclopedia). Le migrazioni iniziano tra agosto e novembre con ritorno poi tra febbraio e maggio. Gli esemplari si spostano da soli oppure in coppia e a volte possono muoversi in piccoli gruppi familiari. (Brown et al., 1982).

L'areale della popolazione italiana è molto vasto, circa 2000 km² (Boitani et al., 2003). Il numero di individui adulti stimato è di 8000 – 16000 individui. (BirdlifeInternational, 2004).

Predilige habitat caratterizzati da zone boschive, con presenza di una buona copertura arborea per nidificare e appollaiarsi, ma occupa anche spazi aperti, zone coltivate e praterie. (Del Hoyo et al., 1994).

È un rapace dalle medie dimensioni, con una lunghezza totale tra i 51 ed i 57 centimetri, una apertura alare fra i 110 e i 140 centimetri e un peso variabile tra 520-1000 grammi per il maschio e 700-1300 grammi per la femmina. (Birdsoftheworld). Si riconosce perché è un rapace di forma compatta, che presenta ali ampie e arrotondate e una coda piuttosto corta. Nella parte superiore presenta una livrea bruno scura, mentre il colore è molto variabile in quella inferiore. Le variazioni nel colore del piumaggio dipendono anche dalla zona, per cui possono assumere colorazione che vanno dal marrone scuro, al marrone chiaro, al marrone nerastro oppure rossiccio, beige e marrone con chiazze bianche (Birdsoftheworld). La parte inferiore delle ali presenta colorazione bruna con una zona nerastra e con macchia scura al livello del polso e area chiara sfumata al centro, mentre la coda presenta tante sottili barre scure. La testa si presenta arrotondata e le zampe di colore giallastro. (Birdsoftheworld).

La Poiana Comune è un uccello molto territoriale e tendenzialmente sedentario, sono rari spostamenti superiori ai 100 km. (Birdsoftheworld).

Il successo dell'accoppiamento dipende soprattutto dalla presenza del cibo e dalla mancanza di interferenze umane, che sono infatti causa della metà degli insuccessi nella nidificazione. (Birdsoftheworld).

Nidifica in zone boscate di varia natura e di varia composizione sia sulla costa che nelle zone interne (Brichetti et al.,2003). Il nido viene costruito da esemplari sia maschi che femmine e viene realizzato su albero, su roccia o su scogliera rocciosa (Del Hoyo est al., 1994). È costituito principalmente da rami e ramoscelli, e altri materiali disponibili, la sua dimensione media, appena costruito, è di 1 metro di diametro e di 60 centimetri di profondità; i nidi che invece vengono riutilizzati possono arrivare a 1,5 metri di diametro (Birdsoftheworld). Immediatamente prima della deposizione delle uova, la parte interna del nido viene rivestita di foglie e altro materiale verde, e vengono fatte ulteriori aggiunte graduali fino a che i giovani uccelli involano (Birdsoftheworld). La femmina, nel periodo tra fine marzo e maggio, depone una covata di circa 2-4 uova, a intervalli di tre giorni. La cova dura solitamente 34 giorni viene fatta sia da esemplari maschi che femmine e i piccoli restano nel nido per i successivi 40-50 giorni (Orta et al.,2015).

La Poiana Comune è un predatore che si comporta da puro opportunisto con una dieta molto versatile. Si nutre di prede come piccoli mammiferi roditori quali arvicole, topi campagnoli, toporagni, lepri e conigli selvatici, ma anche di uccelli e nidiacei, rettili, invertebrati e anfibi vari a seconda delle specie presenti. (Del hoyo et al.,1994). Tende a cacciare in spazi aperti, rimanendo appollaiata anche per qualche ora in attesa che venga visualizzata la preda. (Monaco nature encyclopedia).

Anche se solitamente nidificano nei boschi, quando si tratta di cacciare le poiane prediligono i territori aperti. Come già detto, la poiana si posa su un albero o in cima ad un palo alla ricerca di una preda, una volta che l'ha individuata, si getta in picchiata su di essa, utilizza i piedi e gli artigli solo per la cattura dopodiché con l'estremità a uncino del becco strappa la carne se la preda è grande, oppure la preda viene inghiottita direttamente se piccola. (Battisti et al., 1999).

Questo rapace produce e rigurgita un pellet anche detto borra ogni giorno, cioè un piccolo agglomerato di tutte le parti del cibo che non possono essere digerire completamente, come le ossa, il pelo e le piume. Con questo meccanismo non solo espelle il cibo non digeribile, ma riesce ad eliminare dal tratto digerente eventuali sostanze estranee e parte anche della componente batterica (Battisti et al., 1999).

Le poiane comuni essendo estremamente territoriali, intimidiscono qualsiasi intruso nel loro territorio tramite richiami e dimostrazioni aeree. Pochi sono i predatori naturali per le poiane, data la taglia e

la velocità del rapace, ma, quando si trovano a terra, sono talvolta cacciate da aquile, gattopardi e volpi. (Battisti et al., 1999).

La più importante minaccia nella conservazione del rapace negli anni è stata l'uomo mediante caccia avvelenamenti, pesticidi e trappole (Orta et al.,2015).

3. LA PODODERMATITE

La pododermatite ulcerativa o *bumblefoot* è una patologia che affligge da sempre le zampe dei volatili (Colopardi, 2017). Ad oggi sono stati impiegati diversi tentativi di cura più o meno complessi, nessuno dei quali al momento garantisce una certezza di guarigione, questo perché la pododermatite è molto facile da diagnosticare ma clinicamente complessa da gestire, data la sua origine multifattoriale. È importante ricordare che non ci sono mai due casi di pododermatite identici tra loro. (Bailey et al., 2008)

Colpisce i volatili da cortile, uccelli da gabbia e voliera ma è soprattutto nota in falconeria perché spesso colpisce i volatili in cattività, molto rara invece nei rapaci selvatici (Colopardi, 2017).

Un tentativo di spiegazione alla maggior incidenza nei falconi è stato fornito da Brow e Amandon (1968), che hanno individuato come fattore predisponente il carico di volo, definendolo come il peso che grava per ogni unità di superficie dell'ala. Le specie appartenenti ai generi *Accipiter*, *Buteo*, *Circus* e *Milvius* sono l'esempio di uccelli con basso carico di volo (0,35g/cm²) e il *bumblefoot* si evidenzia raramente in queste specie. È frequente invece, ad esempio, nel falco pellegrino, animale con carico di volo di 0,63 g/cm². (Remple et al., 1993).

Il *bumblefoot* è un'inflammatione che coinvolge la superficie plantare o delle falangi degli arti inferiori. Si manifesta con lesioni tipiche: ulcere infette con crosta nera o marrone che le ricopre, di solito localizzate a livello di metatarso ventrale. (Forbes et al., 2011; Riddell et al., 2001). Se non trattata la patologia evolve con necrosi, tendiniti, artrite settica, zoppia e perdita di funzionalità dell'arto colpito. Si possono sviluppare problemi sistemici con infezione di altre articolazioni, endocardite valvolare, amiloidosi, setticemia e morte (Forbes et al., 2011).

L'incidenza negli animali da cortile risulta in aumento quando la lettiera è bagnata, quando le densità sono alte o quando sono presenti carenze marginali; anche il substrato inadeguato e le deviazioni degli arti possono essere fattori predisponenti (Riddell et al., 2001).

Nei rapaci le cause possono essere riconducibili ad un'errata gestione in cattività, a traumi, a carenze metaboliche o patologie debilitanti (Riddell et al., 2001). Nel caso delle due poiane trattate in questo studio, i fattori predisponenti lo sviluppo della patologia si ritrovano nell'immunodepressione post-intervento, nello stress legato alla detenzione in cattività, nelle alterazioni di carico del peso sugli arti e nell'impossibilità a volare.

Per quanto riguarda la patogenesi della malattia, sono state fatte, anche in questo caso, diverse ipotesi.

Harcourt-Brown (2008) ipotizzò che lo sviluppo della *bumblefoot* dipendesse da una riduzione della vascolarizzazione a livello di tessuto cutaneo e sottocutaneo con una eziopatogenesi analoga alle ulcere da decubito nell'uomo.

La pressione inappropriata delle aree plantari è spesso uno dei fattori iniziali, poi si sviluppa una crosta che comporta una pressione ancora maggiore nei tessuti sottostanti e che causa, di conseguenza, un'ischemia locale e ne interrompe la guarigione (Harcourt-Brown,2008).

Le lesioni istologiche comprendono produzione di cheratina alterata a carico dello *stratum intermedium*, in particolare quello adiacente all'ulcera, ed infiltrazioni di eterofili nell'epidermide adiacente. Il centro della lesione è occupato da tessuto necrotico con batteri, macrofagi e strato di cellule giganti (Riddell et al.,2001)

Il *bumblefoot* viene classificato a seconda della gravità delle lesioni. Esistono ad oggi diverse classificazioni.

In questo studio useremo la classificazione di Forbes (2011), che indica in maniera chiara e dettagliata la prognosi e trattamento adeguato:

- *grado I*: presenta una recente devitalizzazione di un'area plantare importante senza distruzione della barriera epiteliale, suddivisa in iperemia o iniziale ischemia (un'area bianca con perfusione capillare compromessa) o in reazione ipercheratosica (un callo iniziale). La prognosi è favorevole, se non è presente infezione evidente e il trattamento è conservativo, con un cambio di gestione dell'animale, includendo il cambio delle superfici dei posatoi e l'applicazione topica di unguenti. (Forbes, 2011)
- *grado II*: mostra un' infiammazione/infezione localizzata dei tessuti sottostanti a diretto contatto con l'area devitalizzata, con un gonfiore non molto grande, e viene suddiviso in lesione da punta o in necrosi ischemica dell'epitelio (un callo o una crosta penetrante). La prognosi è buona se l'infezione è localizzata, e queste lesioni rispondono bene alla chirurgia, l'area malata viene facilmente rimossa e i difetti dell'epidermide sono generalmente piccoli, quindi viene mantenuta intatta l'architettura di distribuzione del peso sul cuscinetto plantare e il suo aspetto resta intatto (Forbes, 2011).
- *grado III*: l'infezione è generalizzata con un grande gonfiore infiammatorio dei tessuti sottostanti, che da Forbes viene suddiviso in sieroso (acuta), con edema e iperemia dei tessuti, in fibrotico (cronica), con tentativo di incapsulamento e confinamento oppure in caseoso, con accumulo di materiale necrotico. La prognosi è da favorevole a riservata, a seconda di quanto sono diffusi l'infezione e i cambiamenti che hanno interessato il piede. Il trattamento di questo

grado necessita della completa rimozione chirurgica di tutti i tessuti infetti, seguita da una guarigione per prima intenzione (Forbes, 2011).

- *grado IV*: l'infezione è presente con un ampio gonfiore e con un coinvolgimento delle strutture vitali profonde del piede, spesso solo la radiografia e l'esplorazione chirurgica consentono di differenziare il grado III dal IV. È una condizione cronica che causa tenosinovite e occasionalmente artrite e osteomielite. La prognosi è riservata a scarsa ed è necessaria la rimozione chirurgica, ma a seconda della diffusione dell'infezione tra le strutture vitali profonde del piede, questa rimozione può essere difficile o impossibile, data la presenza di tasche d'infezione di tessuto incapsulato, che se non eliminato esiterà in una recidiva in futuro (Forbes, 2011).
- *grado V*: è caratterizzato da deformità invalidanti, la prognosi è grave e tali casi si devono considerare inoperabili e gli animali vanno eutanassati senza alcun trattamento. (Forbes, 2011)

L'approccio clinico è diverso a seconda del grado della pododermatite.

Nel *grado I* si consiglia di gestire adeguatamente le condizioni della detenzione, si fa terapia conservativa con applicazione di diverse pomate locali come Dimetilsolfossido (DMSO)+ unguento di sodiofusidato + piperacillina. Il DMSO viene applicato per non più di 4-7 giorni perché può comportare necrosi della cute. (Bailey et al.,2008).

Nel *grado II* è presente una crosta e sono interessati gli strati profondi della pelle. In questi casi è utile asportare la crosta ed effettuare un tampone con antibiogramma, lavaggio con soluzione salina e bendaggio leggero dopo applicazione di pomata antibiotica.

Nel *grado III* c'è un'infezione più diffusa con materiale sieroso, fibrotico o caseoso, la crosta può essere ampia. In questo caso è necessaria la rimozione chirurgica della crosta e di tutto il materiale necrotico e poi chiusura chirurgica della lesione dopo qualche giorno di lavaggi e medicazioni.

Nel *grado IV* l'infezione è generalizzata a tutto il piede, può coinvolgere anche altre articolazioni. Il materiale infetto a volte è difficile da togliere perché incapsulato. L'approccio chirurgico è necessario e spesso non si riesce a chiudere la lesione. La prognosi va da riservata ad infausta. Nel *grado IV* sono state usate nella ferita anche perle di polimetilmetacrilato (PMMA) e antibiotico (piperacillina, ceftiazime, amikacina, amfotericina).

Nel *grado V* la zampa perde la sua funzionalità e la prognosi è infausta., in questo caso è consigliata l'eutanasia.

Nel trattamento della *bumblefoot*, a completamento dell'intervento chirurgico è spesso consigliabile apporre delle scarpette da *bumblefoot* con la finalità di ridistribuire il carico dell'animale su tutta la superficie del piede, senza gravare sulla zona centrale. In genere la pododermatite è bilaterale, nel caso in cui non lo sia vanno comunque bendati entrambi i piedi.

4. IL DEBRIDMENT

Le ferite croniche sono definite difficili da curare perché sono causate da diversi disordini nei normali meccanismi di guarigione delle ferite. Hanno un alto rischio di infezione e possono formare biofilm, che causano infezioni persistenti locali o sistemiche (Kataoka et al.,2020). I biofilm sono composti da polisaccaridi extracellulari che proteggono le cellule batteriche da antibiotici, sostanze antisettiche e difese immunitarie dell'ospite (Kataoka et al.,2020). La presenza di biofilm gioca un ruolo cruciale nello sviluppo di infezioni nelle ferite croniche.

L'uso del *debridment* era ed è ancora il *gold standard* per il trattamento di ferite croniche infette per creare un adeguato tessuto su cui intervenire per la guarigione della lesione. (Steed DL et al.,2008).

Per *debridment* si intende la rimozione di tessuto necrotico, danneggiato e/o infetto da ferite, in modo da lasciare solo i tessuti sani e velocizzare la guarigione della lesione. (Wolcott RD et al.,2013).

Sono diverse le modalità con cui si può effettuare il *debridment* di una ferita, esistono tecniche chirurgiche, dispositivi di irrigazione ad alta pressione, *debridment* farmacologico mediante preparazioni enzimatiche o idrocolloidi e la terapia a pressione negativa. Il *debridment* chirurgico è in effetti una modalità utile a rimuovere il biofilm batterico sulle ferite, a differenza di altri tipi di *debridment*, ma nello stesso tempo il suo utilizzo è giustificato solo in ferite che presentano tessuto necrotico; questo perché è una tecnica molto invasiva e la procedura può essere dolorosa e accompagnata da sanguinamento (Kataoka et al.,2020).

Recentemente per il trattamento di ferite croniche, specialmente in ambito umano, e molto meno frequentemente in ambito veterinario, si sta iniziando a sfruttare la tecnica di *debridment* con onde ad ultrasuoni a bassa frequenza (20- 40 kHz) che promuovono l'eliminazione e la distruzione del tessuto necrotico devitalizzando e esercitando un effetto antisettico sui tessuti, mediante il processo di cavitazione (Strohal R et al.,1988).

L'introduzione di tecnologie avanzate di *debridment* come il *debridment* ad ultrasuoni ha dato ottimi risultati come terapia aggiuntiva e metodo per accelerare la guarigione delle ferite. (Stanisic MM et al.,2005; Carmo M et al 2015; Voigt J et al.,2011). Questa tecnica ad ultrasuoni consente di rimuovere attivamente il tessuto necrotico e di ridurre la contaminazione batterica, massimizzando al tempo stesso la preparazione del letto della ferita. (Breuing KH et al., 2005).

Gli ultrasuoni si sviluppano quando l'energia elettrica è trasformata in onde sonore con frequenze oltre i 20,00 Hz. (Hess et al.,2003). Queste onde vengono poi trasferite al tessuto mediante un manipolo con degli inserti metallici che si serve di diversi meccanismi di azione:

- *Azione meccanica*: azione vibratoria dell'inserto metallico oscillante che rimuove i tessuti non sani (Casula I. et al., 2020);
- *Azione di irrigazione*: azione dell'acqua che fluisce dalla punta lavando la superficie e rimuovendo biofilm e detriti (Casula I. et al., 2020);
- *Azione di cavitazione*: azione di disgregazione/ rimozione del biofilm mediante onde d'urto risultanti dall'implosione di bolle gassose o di ossigeno (Casula I. et al., 2020);
- *Azione di microstreaming acustico*: azione di disgregazione/rimozione del biofilm mediante correnti turbolente di acqua che circondano la punta lavorante (Casula I., et al., 2020).

I macchinari convertono l'energia elettrica in vibrazioni meccaniche ad alta frequenza per mezzo di trasduttori magnetostrittivi o piezoelettrici (Marcoccia et al.,2017).

La magnetostrizione è definita come il cambiamento delle dimensioni fisiche di un materiale in risposta a un cambiamento nella magnetizzazione dello stesso. Nel sistema magnetostrittivo l'inserto è composto da lamelle di metallo (pacco lamellare piatto) posizionate all'interno del manipolo che contiene serpentina/bobina. La corrente elettrica genera un campo magnetico capace di determinare un'espansione e una contrazione del pacco di lamelle che si tramuta in un movimento ellittico su tutta la superficie convessa della punta, rendendola così attiva. Gli strumenti operano tra 18000 e 45000 Hz/sec (Casula I et al.,2020).

Sono definiti, invece, piezoelettrici quegli strumenti che contengono strutture cristalline, come il quarzo e alcune ceramiche, che sono sottoposte a cambiamenti dimensionali quando soggette a campo elettrico. Nei dispositivi ultrasonici con trasduttore piezoelettrico è applicata una corrente elettrica alternata su dischi di ceramica o quarzo. In risposta al passaggio della corrente, la struttura cristallina alternativamente si espande e si contrae, producendo vibrazioni che ottengono un'oscillazione lineare ad alta frequenza della punta. Gli strumenti operano tra i 25000 e i 50000 Hz/sec. (Casula I et al.,2020).

La piezochirurgia è una tecnica che sfrutta l'azione di microvibrazioni ed ultrasuoni. Il bisturi piezoelettrico agisce selettivamente solo sui tessuti ossei o lesionati non danneggiando quelli sani neppure in caso di contatto diretto con la punta dello strumento. (Marcoccia et al.,2017).

L'effetto piezoelettrico, come già detto in precedenza, è un fenomeno fisico per cui, sottoponendo a sollecitazioni meccaniche una lamina di una certa categoria di cristalli, si manifesta una differenza di potenziale tra le sue due facce. L'effetto si verifica anche in forma opposta: l'applicazione di un campo elettrico a due facce opposte di un cristallo ne produce una deformazione meccanica (Paola S.M. et al., 2006).

La piezoelettricità fu osservata per la prima volta nel 1880 da Pierre Curie e Jacques e sfruttata poi come principio negli accendini o accendigas (Enciclopedia Treccani). È una tecnica che garantisce estrema precisione, poco traumatismo e maggiore sicurezza. Inoltre, permette una guarigione più rapida (Marcocchia et al., 2017). Usata inizialmente solo per la chirurgia dentale è stata poi traslata per diversi scopi in medicina umana.

Il macchinario ad ultrasuoni si usa, al momento, per il trattamento di ulcere croniche, ferite difficili, ulcere arteriose e venose, fistole, osteomieliti, ustioni, piede diabetico, infezione della pelle (Marcocchia et al., 2017).

Riduce notevolmente i tempi di trattamento, consentendo una detersione e pulizia profonda del fondo della ferita, garantendo un sistema selettivo che non danneggia i tessuti sani, riducendo i tempi di trattamento e assicurando un effetto battericida, quest'azione viene garantita da una vera e propria rimozione meccanica dei biofilm batterici e da una più accurata pulizia delle ferite (Gupta S et al., 2017; Kataoka et al., 2020; La Rosa A et al., 2005; Serena T et al., 2009.). È uno strumento che permette di rimuovere i tessuti necrotici mantenendo il tessuto di granulazione e fornendo un'azione desensibilizzante in modo da ridurre e gestire il dolore, ha un'azione sulla proliferazione batterica tramite temperatura e cavitazione, pur mantenendo selettività e non danneggiando tessuti sani (Marcocchia et al., 2017).

Nel nostro studio è stato utilizzato in particolare lo strumento ad ultrasuoni *Surgisonyc Wound Esacrom* (Esacrom srl, Imola, Italia) (Figura 1).



Figura 1: *Macchinario Surgisonyc Wound (Esacrom srl, Imola, Italia).*

Tale strumento è composto da una base costituita da una pompa peristaltica (per irrigazione, disinfezione e raffreddamento del sito trattato), alla base si attacca un manipolo ad ultrasuoni

piezoelettrico, un pedale pneumatico e diversi tipi di inserti per le diverse lesioni. È usato in modalità continua o pulsatile per ottimizzare le *performance*, in base alla sensibilità del paziente e al tipo di lesione (Marcoccia A., 2017).

Ogni punta è selezionata in base allo Spessore (Sp) nelle punte da taglio, al diametro nelle punte a forma conica, alla lunghezza operativa (LO), cioè la lunghezza della parte lavorante, e alla lunghezza dell'angolo (LA), cioè la lunghezza della punta dall'angolo all'estremità (Esacrom scheda tecnica).

In base all'inserto e al suo specifico utilizzo, inoltre, si possono impostare la Potenza (U), la Vibrazione (V) e la Portata della Pompa (P). Esiste una potenza massima a cui è possibile utilizzare l'inserto, alla massima potenza c'è un alto rischio di rottura della punta (Esacrom scheda tecnica).

Il macchinario genera ultrasuoni in grado di attivare l'inserto usato per rimuovere i tessuti e di controllare la temperatura della punta utilizzando soluzione salina precedentemente raffreddata a 4°C, a contatto diretto con la lesione trattata.

Gli ultrasuoni sono onde a più alta frequenza rispetto a quelle percepite dall'orecchio e consentono la vibrazione del manipolo dello strumento ad una frequenza di circa 30000 Hz/ sec.

Gli inserti sviluppano delle oscillazioni (circa 30000 al secondo) sulle lesioni. Il movimento dell'inserto per ogni oscillazione è inferiore al millimetro (circa 0,3 mm), si parla quindi di micro-oscillazioni.

Associato a questo meccanismo d'azione, per coadiuvare l'efficacia del *debridment* ultrasonico, viene sfruttato l'effetto di cavitazione; tale processo si basa sulla cavitazione delle gocce di acqua mediante emissione di ultrasuoni: ciò si verifica quando un liquido viene sottoposto ad ultrasuoni in modo tale che l'onda acustica provochi la formazione, la crescita e la rapida decompressione di bolle di vapore nel liquido, formando aree di vapore all'interno del liquido che successivamente collassano e implodono (McColluch J. Et al.,1995). Ciò è dovuto alla diminuzione della pressione locale ad un valore inferiore alla tensione di vapore del liquido stesso, che diventa un gas e forma cavità contenenti vapore. Questo forma delle microbolle contenenti vapore che, sollecitate dalla pressione esterna implodono esercitando pressione a loro volta sulle microbolle circostanti; questo favorisce la cavitazione, la dissezione dei tessuti a diverse densità, la frammentazione della fibrina e del tessuto necrotico e infine il *debridment* (Charles A. M. et al., 2017).

L'insieme di questi meccanismi distacca i tessuti di densità diverse, per emulsionare la fibrina o il biofilm, così da eliminare la necrosi. Grazie infatti alle sue proprietà elastiche, il tessuto sano possiede una maggiore ampiezza di vibrazione e capacità di deformazione e quindi viene preservato. (Voigt et al., 2013).

La tecnica è relativamente semplice, i risultati sono immediati e selettivi; quindi, non si lesiona il tessuto sano e non si genera dolore durante la rimozione del materiale necrotico della ferita. Comparata alle altre tecniche di *debridement* (chirurgico o farmacologico), la tecnica ad ultrasuoni è proposta come una tecnica avanzata nel trattamento di ferite croniche e ulcere nei pazienti umani. (Marcoccia A et al.,2017). In veterinaria fino ad oggi è stata usata in uno studio effettuato sul trattamento di ferite croniche nella specie equina (Rinnovati R.,2022).

5. CASE REPORTS

Nel seguente studio sono riportati due casi clinici, gestiti presso il Ce.T.R.A.S. di due poiane che hanno sviluppato, a seguito di degenza, la pododermatite.

5.1 Caso clinico 1: POIANA “VANIA”

L'esemplare viene condotto in struttura per trauma da arma da fuoco che ha causato frattura esposta tibio-tarsica del terzo prossimale. Viene eseguito ricovero e stabilizzazione del paziente per cinque giorni. Al quinto giorno viene eseguita stabilizzazione chirurgica della frattura. Il paziente resta a ricovero per riabilitazione e dopo circa quattro settimane vengono rimossi i mezzi di fissazione della frattura.

Dopo una settimana dalla rimozione viene diagnosticata pododermatite di classe III, con gonfiore e lesioni essudative (Figura 2).



Figura 2: *Bumblefoot di grado III nella poiana “Vania”.*

Si procede inizialmente con terapia medica sistemica consistente in somministrazione di antinfiammatorio meloxicam al dosaggio di 1 mg/kg da eseguire ogni 24 ore per 7 giorni associato ad antibiotico clindamicina al dosaggio 100 mg/kg da somministrare ogni 12 ore per sette giorni totali. Inoltre, per evitare il peggioramento delle lesioni e bilanciare adeguatamente il peso si procede con bendaggio “Donuts” (Figura 3). (Bailey T. et al., 2008).



Figura 3: Esempio di bendaggio tipo Donuts.

Alle classiche terapie si associa il *debridment* ultrasonico con *Surgisonyc Wound Esacrom* (Esacrom srl, Imola, Italia).

Il trattamento consiste in quattro sedute effettuate con cadenza settimanale, una volta a settimana.

Dopo ogni seduta viene applicato localmente un unguento per uso topico contenente collagenasi (clostridiopeptidasi A) 60 unità e cloramfenicolo 1%.

Alla quarta settimana si ha la risoluzione completa e la guarigione della lesione, a circa un mese dall'insorgenza dalla patologia (Figura 4, 5, 6, 7, 8, 9).



Figura 4,5: Lesioni in corso di trattamento con strumento per piezochirurgia.



Figura 6: Poiana Vania durante il trattamento con Surgysonic Wound (Esacrom srl, Imola, Italia).
Figura 7,8,9: Situazione di Bumblefoot della Poiana “Vania” a quattro settimane di trattamento. Lesione riepitelizzata con guarigione dell’epidermide. Permane lieve escoriazione superficiale.

5.2 Caso clinico 2: POIANA “GUIDO”

Il soggetto si presenta cachettico, gravemente debilitato ma senza lesioni esterne evidenti. Si procede con ricovero all'interno di una nursery per stabilizzazione dei sintomi. Viene somministrata fluido terapia sottocutanea, alimentazione forzata e vitamine del gruppo B per via intramuscolare.

Dopo una prima terapia d'urto, il paziente viene ospedalizzato in voliera interna, ma presenta difficoltà a volare, si muove molto poco e si sposta saltuariamente da un trespolo all'altro.

Dopo due settimane di ricovero viene diagnosticata una pododermatite di classe III (Figura 10.)



Figura 10: *Bumblefoot di grado III Poiana “Guido”.*

Anche in questo caso, come per la poiana precedente, si effettua terapia medica con antinfiammatorio meloxicam al dosaggio di 1mg/kg da somministrare una volta al giorno per 7 giorni e terapia con antibiotico clindamicina al dosaggio di 100 mg/kg da somministrare due volte al giorno per 7 giorni. Terapia topica con unguento a base di collagenasi (clostridiopeptidasi A) 60 unità e cloramfenicolo 1% e bendaggio bilaterale di Donuts (Bailey t., et al., 2008).

Si procede poi con *debridement* ultrasonico, effettuando quattro trattamenti a cadenza settimanale per quattro settimane di fila. (Figura 11, 12, 13).



Figura 11,12,13: *Lesioni in via di guarigione della Poiana “Guido”. Nella prima foto a tre settimane di trattamento, nell’ultima a quattro settimane, con completa chiusura dello strato dell’epidermide. A distanza di quattro settimane dall’insorgenza della patologia, anche in questo caso si ha guarigione completa delle lesioni.*

Infine, l’esemplare entra a ricovero in pessime condizioni sanitarie, quindi già dai primi giorni di degenza si evidenzia un’alterazione importante del piumaggio. Data poi l’incapacità a volare, durante i giorni di ricovero, si riscontra rottura delle primarie. Risulta quindi necessario, in vista del rilascio, effettuare la procedura di “imping” delle piume per ripristinare la funzionalità dell’ala (Figura 14,15,16).



Figura 14: *Strumentario per preparazione delle primarie per procedura di imping.*



Figura 15: *Rappresentazione della manualità di imping.*



Figura 16: *Poiana "Guido" prima e dopo "imping". Risultati.*

6. DISCUSSIONE

In entrambi i due casi clinici presentati, il trattamento ultrasonico è stato effettuato in 4 sedute con l'animale sveglio. Sono state usate due punte in particolare, una di forma sferica diamantata 150 micron (ES08AT) (Figura 17) e uno scalpello trapezoidale con punta affilata e seghettata (ES07ST) (Figura 18). (Figura19).



Figura 17,18,19: Rappresentazione degli inserti utilizzati.

In entrambi i casi è stata impostata una potenza (U) di 20, una vibrazione(V) di 40 e una portata della pompa(P) di 100. La potenza della pompa a cento consente un adeguato raffreddamento dei tessuti. Gli inserti si utilizzano inizialmente per rimuovere l'escara sulla zona superficiale e poter così accedere ai piani sottostanti e profondi, rimuovendo materiale caseoso e necrotico senza utilizzare strumenti chirurgici taglienti (curette, cucchiaio di volkmann), eliminando il rischio di poter causare danno a strutture importanti come tendini e vasi.

L'inserto va mantenuto in movimento continuo applicando pressione leggera (non più di 0,5 kg), pressioni superiori riducono le oscillazioni e di conseguenza il funzionamento e l'efficacia dell'operazione.

Già dal primo trattamento la zona necrotica superficiale viene rimossa adeguatamente e, tramite il meccanismo di cavitazione, le sacche infette profonde, dove si accumula materiale caseoso, vengono pulite e disinfettate; questo consente una più rapida guarigione con diminuzione dell'edema e dell'infiammazione tissutale.

Dai trattamenti successivi la zona inizia a granuleggiare fino a chiusura totale dell'epidermide e risoluzione delle lesioni.

7. CONCLUSIONI

Dai due casi clinici proposti si può concludere che la piezochirurgia potrebbe essere annoverata tra le modalità di trattamento del *bumblefoot* e di altre ferite croniche negli animali selvatici e/o domestici. Il *debridement* ultrasonico consente di ottenere ottimi risultati nella risoluzione delle ferite croniche, permettendo il trattamento degli animali in assenza di sedazione. I pazienti possono quindi effettuare trattamenti anche ravvicinati, riducendo i tempi di guarigione delle lesioni e abbattendo i rischi anestesiológicos.

La metodica risulta praticamente indolore e consente la rimozione di tutto il materiale necrotico delle ferite e grazie all'azione antimicrobica crea l'ambiente ideale per lo sviluppo di tessuto di granulazione molto più rapidamente che con la sola pulizia e medicazione delle lesioni.

Inoltre, l'azione antisettica dello strumento consente di limitare al minimo l'utilizzo di antibiotici e di conseguenza di evitare antibiotico resistenza.

Si riesce quindi, ad ottenere una pulizia molto simile al *curettage* chirurgico, ma minimizzando i rischi associati alla chirurgia e all'anestesia.

In conclusione, sarebbe utile effettuare un confronto tra il trattamento del *bumblefoot* con metodica classica e con *debridement* piezoelettrico per valutarne adeguatamente tutti i vantaggi e i tempi di guarigione.

8. BIBLIOGRAFIA:

1. Bailey T., Lloyd C.: Raptors: disorders of the feet. In: BSAVA Manual of Raptors, Pigeons and Passerine Birds, edited by John Chitty and Michael Lierz, England, 2008.
2. Battisti C., Taffon D., Giucca F. Atlante degli uccelli nidificanti, Gangemi Editore, Roma. 2008.
3. BirdLife International, Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status, 2004.
4. Boitani L., Corsi F., Falcucci A., Maiorano L., Marzetti I., Masi M., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., & Rondinini C., Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, Direzione per la Conservazione della Natura. Istituto di Ecologia Applicata, Roma, 2002
5. Breuing KH., Bayer L., Neuwalder J., Orgill DP. Early experience using low-frequency ultrasound in chronic wounds. *Ann Plast Surg*; 55(2):183–187. 2005.
<https://doi.org/10.1097/01.sap.0000168695.20350.07/>
6. Bricchetti P. and Fracasso G., *Ornitologia italiana - Gaviidae-Falconidae* Alberto Perdisa Editore, Bologna. 2003.
7. Brown L.H., Urban E.K. and Newman K. *The birds of Africa vol I.* Academic Press, 1982.
8. Butcher G., Pinnuck L. Wound bed preparation: ultrasonic assisted debridement. *Br J Nurs*; 22:38-43. 2013.
9. Carmo M., Mazzaccaro D., Barbetta I. et al. Use of ultrasound debridement as an adjunctive tool for treating infected prosthetic vascular grafts in the lower extremities. *Ann Vasc Surg*; 29(3):607–615. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2014.11.001/>
10. Casula I., Anzaldi T., Melzani C., Bonfanti L., Ganda A.R., Bianchi M., Marchesini E. Indicazioni teorico-pratiche per l'operatività clinica dell'igienista dentale: terapia di debridement parodontale - gen-feb; 16(1) 2020.
11. Charles A. Messa IV, BS; Brett C. Chatman, DPM; Irfan A. Rhemtulla, MD, MS; Robyn B. Broach, PhD; Jaclyn T. Mauch, BA; Albert M. D'Angelantonio III, DPM; John P. Fischer, MD, MPH. Ultrasonic debridement management of lower extremity wounds: retrospective analysis of clinical outcomes and cost - *Journal of wound care NORTH AMERICAN SUPPLEMENT*, VOL 28, NO 5, MAY 2019.
12. Colopardi M. Esperienze nel trattamento della pododermatite ulcerativa negli uccelli. *AIVPA JOURNAL- Italian journal of companion animal practice-* 2/2017.

13. Del Hoyo J., Elliot A., Sargatal J. (eds). Handbook of the birds of the world, new world vultures to guineafowl, vol 2. Lynx Edicions, Barcelona. 1994
14. Forbes N.A. Bumblefoot: management and surgery. 2011.
15. Franz MG., Robson MC., Steed DL. et al. Guidelines to aid healing of acute wounds by decreasing impediments of healing. *Wound Repair Regen*; 16(6):723–748. 2008.
16. Gupta S., Andersen C., Black J., et al. Management of chronic wounds: diagnosis, preparation, treatment, and follow-up. *Wounds*; 29(9): S19-S36. 2017.
17. Harcourt-Brown N.H. Bumblefoot. In: J. Samour, *Avian Medicine*, Mosby Elsevier, Spagna. 2008.
18. Hess CL., Howard MA., Attinger CE. A review of mechanical adjuncts in wound healing: hydrotherapy, ultrasound, negative pressure therapy, hyperbaric oxygen, and electrostimulation. *Ann Plast Surg*; 51(2):210-218. 2003.
<https://doi.org/10.1097/01.SAP.0000058513.10033.6B/>
19. Kataoka Y., Kunimitsu M., Nakagami G., Koundounas S., Weller D. C., Sanada H., Effettiveness of ultrasonic debridment on reduction of bacteria and biofilm in patient with chronic wound: A scoping review, 2020.
1. La Rosa A., Moia R., Ruffoni M., Yusuf M., Blus C., Perversi L., Marone P. Ultrasonic Treatment of Infected Leg Ulcers: Preliminary Results. 15th World Congress of Phlebology of the Union Internationale de Phlebologie – Rio de Janeiro, October 2-7. 2005
20. London.Ferguson-Lees J. and Christie D.A. *Raptors of the world*. Christopher Helm, London.2001
21. Marcocchia A.: Ultrasonic-assisted wound debridement for scleroderma digital ulcers. *Journal of Wound Care Italian Journal of Wound Care* (1(2)):73-78. 2017.
22. McCulloch J. Physical modalities in wound management: ultrasound, vasopneumatic devices and hydrotherapy. *Ostomy Wound Manage*; 41(5):30–32. 1995.
23. Morcavallo P.S., Riazoli G., Carini F. *Piezosurgery e mininvasività in chirurgia pre-implantare avanzata- Il dentista moderno*. 2006.
24. Nichter LS., Milliams J. Ultrasonic wound debridement. *J Hand Surg Am*;13:142-6.1988.
25. Orta, J., Boesman, P. and Marks, J.S. Eurasian Buzzard (*Buteo buteo*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. and de Juana, E. (eds.) 2015. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.2015.
26. Remple J.D. & Al-Ashbal A.A.: Raptor Bumblefoot: another look at histopathology and pathogenesis. In: Redig T.P., Cooper E.J., Remple J.D. & Hunter B.D. (eds), *Raptor Biomedicine*, University of Minnesota Press, Minneapolis. 1993.

27. Riddell C.: Malattie dello sviluppo, malattie metaboliche e miscellanea. In: B.W. Calnek, Patologia aviare, Piccin. 2001.
28. Rinnovati R.: Osteotomies and difficult wounds; Università di Bologna Dipartimento di Scienze Mediche Veterinaria. 2022.
29. Serena T., Lee SK., Lam K., Attar P., Meneses P., Ennis W. The impact of noncontact, non-thermal, low-frequency ultrasound on bacterial counts in experimental and chronic wounds. *Ostomy Wound Manage*, Jan; 55(1): 22- 30.2009
30. Stanisic MM., Provo BJ., Larson DL., Kloth LC. Wound debridement with 25 kHz ultrasound. *Adv Skin Wound Care*; 18(9):484–490.2005. <https://doi.org/10.1097/00129334-200511000-00012/>
31. Steed DL. Foundations of good ulcer care. *Am J Surg*; 176(2A Suppl):20S–25S.1998.
32. Strohal R., Dissemond J., Jordan O. et al. An updated overview and clarification of the principle role of debridement. *J Wound Care J*;22:S1-S52.2013.
33. Svensson L., Mullarney K., Zetterstrom D., Guida agli uccelli d'Europa, Nord Africa e Vicino Oriente, Harper Collins Editore, Regno Unito. 1999.
34. Voigt J., Wendelken M., Driver V., Alvarez OM. Low-frequency ultrasound 20-40 kHz) as an adjunctive therapy for chronic wound healing: a systematic review of the literature and meta-analysis of eight randomized controlled trials. *Int J Low Extrem Wounds*; 10(4):190–199.2011. <https://doi.org/10.1177/1534734611424648>.
35. Wolcott R.D., Rhoads D.D., Benth M.E. et al. Chronic wounds and medical biofilm paradigm. *J Wound Care*;19:45-53.2010.

9. SITOGRAFIA

1. <http://www.gwexotics.com/wp-content/uploads/2016/04/Bumblefoot-management-and-surgery.pdf/>
2. <http://www.iucn.org/>
3. <https://www.esacrom.com/>
4. <https://www.esacrom.com/dispositivi/surgysonic-wound/>
5. <https://www.monaconatureencyclopedia.com/buteo-buteo/>
6. <http://www.hbw.com/node/53137> on 16 March 2015/

