UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

APLICACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE RESOLUCIÓN DE FRACTURAS DE TIBIOTARSO EN PSITÁCIDOS

por

Carina Lucía ESTEVES RODRÍGUEZ

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Estudio de caso

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: _____
Dr. Fernando Cirillo

Segundo miembro (Tutor): _____
Dra. Patricia Infante

Tercer miembro: _____
Dr. Fernando Fumagalli

Cuarto miembro (Co-tutor): _____
Dra. Susana Casanova

Fecha: 14 de agosto de 2019

Autor: _____
Br. Carina Lucía Esteves Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos por su apoyo incondicional y por ser un pilar fundamental en la culminación de esta carrera.

A Rodrigo por estar siempre presente.

A la Dra. Patricia Infante por ser la tutora de esta tesis y por todo lo que me enseñó sobre medicina de animales de compañía no tradicionales.

A la Dra. Susana Casanova por aceptar ser co-tutora y por su gran colaboración con el armado de este trabajo.

A los Dres. Fernando Cirillo, Marcos Infante y Valeria Hannay por el apoyo así como por haber compartido sus conocimientos.

Al personal de Biblioteca de la Facultad de Veterinaria por facilitar la búsqueda de información y la redacción de las referencias bibliográficas.

TABLA DE CONTENIDO

Página
PÁGINA DE APROBACIÓN……..……...2
AGRADECIMIENTOS……..……....3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS..……..5
RESUMEN……..……...7
SUMMARY……...8
1. INTRODUCCIÓN……..……...9
1.1. Situación de la medicina aviar en Uruguay……..……..……....9
1.2. Recordatorio anatómico del tibiotarso……....10
1.3. Fracturas y reparación ósea en aves……....12
1.3.1 Biomecánica y patrones de fracturas……....12
1.3.2. Métodos de diagnóstico……..……..……....13
1.3.3. Reparación ósea en aves……..……....14
Consideraciones generales……..……....14
Osificación……...14
1.3.4. Principios de reparación ortopédica…….....16
1.4. Técnicas de reparación de fracturas de tibiotarso……..…….....16
1.4.1. Descripción general de las técnicas de reparación en aves…….....16
1.4.2. Anestesia y analgesia……..……....18
Consideraciones anatomofisiológicas……..……..……....18
Manejo preanestésico…….....…….....19
Protocolos anestésicos……20
Manejo del dolor……...22
Cuidados postoperatorios……...22
1.5. Coaptación externa……...23
1.5.1. Indicaciones…….23
1.5.2. Descripción de la técnica……...24
1.5.3. Complicaciones……...25
1.6. Asociación de clavo intramedular y coaptación externa…….25
1.6.1. Indicaciones…….25
1.6.2. Descripción de la técnica……...25
1.6.3. Cuidados postoperatorios……..27
1.6.4. Complicaciones……...27
2. OBJETIVOS……..……28
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA……..…..29
3.1. Caso clínico 1: coaptación externa……..……29
3.2. Caso clínico 2: asociación de clavo intramedular y coaptación externa……31
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES……..……34
BIBLIOGRAFÍA……..…….35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:
Ejemplar de amazonas de frente azul (Amazona aestiva aestiva)……..9

FIGURA 2:
Ejemplar de cotorra argentina (Myiopsitta monachus)…….....9

FIGURA 3:
Ubicación del tibiotarso y su relación con los huesos adyacentes……10

FIGURA 4:
Anatomía del tibiotarso……11

FIGURA 5:
Estructuras adyacentes al tibiotarso……...12

FIGURA 6:
Ejemplo de coaptación externa en gallina……17

FIGURA 7:
Flujo de aire a través de los sacos aéreos durante inspiración y espiración…….18

FIGURA 8:
Inducción mediante administración de agentes volátiles por mascarilla facial……..20

FIGURA 9:
Campo operatorio formado por una película de PVC……..……..…..26

FIGURA 10:
Esquema del abordaje craneomedial del tibiotarso……..……..…26

FIGURA 11:
Colocación de gasa de algodón desde proximal del tibiotarso hacia distal……...30

FIGURA 12:
Aplicación de cinta autoadherente (Vetrap™) con la articulación flexionada.……...30

FIGURA 13:
Fijación del vendaje con cinta Leukoplast®……..30

FIGURA 14:
Colocación de collar isabelino……30

FIGURA 15:
Arrancamiento de las plumas de la zona medial del muslo……..…..32

FIGURA 16:
Abordaje craneomedial del tibiotarso……32

FIGURA 17:
Colocación del clavo intramedular de forma retrógrada desde el extremo distal…...32

FIGURA 18:
Aproximación de los cabos óseos……..…32

FIGURA 19:
Ingreso del clavo en la cavidad medular desde el extremo proximal de la fractura...33

FIGURA 20:
Sutura de piel y subcutáneo……..……33

FIGURA 21:
Vendaje en forma de “botita”……...33

FIGURA 22
Paciente luego de 10 días de realizada la cirugía……33

RESUMEN

Hasta el momento no existen datos oficiales del tamaño de la población de aves mantenidas como mascota en Uruguay, pero se presentan con frecuencia en clínicas especializadas en medicina de animales de compañía no tradicionales.
Es por esto que surge este trabajo con el fin de contribuir al conocimiento sobre las técnicas de resolución de fracturas de tibiotarso más utilizadas en psitácidos, recopilando la información existente en la actualidad.
Se describieron dos casos clínicos donde este tipo de fracturas fueron resueltas, ambos procedentes de un consultorio quirófano veterinario privado de Montevideo especializado en la atención tanto clínica como quirúrgica de animales de compañía no tradicionales.
En el caso clínico 1 se presentó una cotorra monje (Myopsitta monachus), para la cual se optó por la coaptación externa como método único para la reparación de la fractura. Asimismo, se indicó al propietario de mantener al ave en confinamiento por un período mínimo de 3 semanas para asegurar la formación del callo óseo. Al cabo de un mes el paciente recuperó la función del miembro afectado por lo que el vendaje fue retirado.
Por otro lado, el caso clínico 2 describe la colocación de un clavo intramedular asociado a un vendaje en un ejemplar de amazonas de frente azul (Amazona aestiva aestiva). Para esto el paciente fue inducido por medio de mascarilla facial con Isofluorano al 4%, disminuyendo la dosis del mismo a 1-2% para el mantenimiento. Se colocó un clavo intramedular de 1.5 mm de espesor por el extremo distal de la fractura de forma retrógrada. Luego de finalizado el procedimiento quirúrgico se vendó el miembro y se indicó al propietario que retirara de la jaula aquellos objetos que pudieran provocar accidentes durante la recuperación. El paciente recuperó la función del miembro afectado en un plazo de 10 días.
A pesar de que la toma de radiografías no fue posible, la mejoría clínica fue positiva en ambos casos.
Asimismo, el reposo en confinamiento fue esencial en ambas aves a pesar de tratarse de metodologías diferentes. Es importante asegurar que el propietario lo comprenda de forma de asegurarse la formación del callo óseo, la cual puede tardar un mínimo de 3 semanas en completarse.

SUMMARY

There are no official data so far on the size of the population of birds kept as pets in Uruguay, but they are frequently taken to clinics specializing in non-traditional pet medicine.

This work arises in order to contribute to the knowledge about the most used techniques of resolution of tibiotarsal fractures in psittacines, compiling the existing information at present.

Two clinical cases were described where these types of fractures were resolved in a private veterinary clinic in Montevideo specializing in both clinical and surgical care of non-traditional companion animals.

In case 1, a monk parakeet (Myopsitta monachus) was presented, for which external coaptation was chosen as the only method for fracture repair. Likewise, the owner was instructed to keep the bird in confinement for a minimum period of 3 weeks to ensure the formation of bone callus. After one month, the patient regained the function of the affected limb so the bandage was removed.

On the other hand, clinical case 2 describes the placement of an intramedullary pin associated with a bandage in a blue-fronted amazon (Amazona aestiva aestiva). For this, the patient was induced by means of a facial mask with 4% Isofluoran, with a dose reduction to 1-2% for maintenance. An intramedullary pin 1.5 mm thick was placed at the distal end of the fracture retrogradely. After the surgical procedure was finished, the pelvic limb was bandaged and the owner was instructed to remove objects that could cause accidents during recovery from the cage. The patient regained the function of the affected limb within 10 days.

Although radiography was not possible, clinical improvement was positive in both cases.

Despite the different methodologies, confinement rest was essential in both birds. It is important to ensure that the owner understands it in order to ensure the formation of bone callus, which can take a minimum of 3 weeks to be completed.

5. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación de la medicina aviar en Uruguay

Si bien los conocimientos en medicina aviar se han incrementado en los últimos años, en América Latina los veterinarios dedicados a esta rama constituyen menos del 1% de la Association of Avian Veterinarians a pesar de que el continente se caracteriza por su gran biodiversidad aviar, dentro de la cual las psitácidas juegan un rol importante (Saggese y col, 2012).

Figura 1. Ejemplar de amazonas de frente azul (Amazona aestiva aestiva).

Hasta el momento no existen datos oficiales del tamaño de la población de aves mantenidas como mascota en nuestro país, pero se presentan con frecuencia en clínicas especializadas en medicina de animales de compañía no tradicionales.
A pesar de que tampoco se conoce con exactitud el número de clínicas veterinarias que brindan atención a pacientes aviares, se sabe que son escasas, pudiendo deberse a la insuficiente formación en cuanto a estas especies refiere en la carrera de Medicina Veterinaria en Uruguay.

En la actualidad no cabe duda que muchos propietarios desarrollan un fuerte vínculo con sus aves, lo que justifica la importancia de la especialización veterinaria en estas especies tanto para asegurar la salud animal como la salud pública (Harrison y Lightfoot, 2006).

Es por esto que surge este trabajo con el fin de contribuir al conocimiento sobre medicina aviar, evaluando su aplicabilidad de acuerdo a las condiciones y limitaciones de nuestro país.

En contraste con los animales de compañía más conocidos popularmente, el paciente aviar presenta diferencias anatómicas, fisiológicas y comportamentales dependiendo del orden al que pertenezca (Harrison y col, 1994).

La presente tesis se enfocará en pacientes aviares pertenecientes al orden Psittaciformes, que se destaca entre otras cosas por tener pico curvado, cortos tarsos y pies zigodáctilos como adaptación para la manipulación de objetos (Heatley y Cornejo, 2015).

Figura 2. Ejemplar de cotorra argentina (Myiopsitta monachus).

Una de las especies que se presenta en la clínica aviar es el amazonas de frente azul o *Amazona aestiva aestiva* (Figura 1).
Es importante destacar que cualquier animal capturado de la naturaleza y transportado en condiciones paupérrimas sufre un sinfín de patologías. El médico

veterinario cumple un rol importante en la difusión de este hecho, con el fin de educar e informar a la población para intentar disminuir al máximo la demanda y desalentar la adquisición de estos animales (Harrison y col, 1994).
La cotorra monje (*Myiopsitta monachus*), al ser un ave ampliamente distribuida en Uruguay (Meyer de Schauensee, 1966), se presenta también con frecuencia en consultorios especializados en medicina aviar (Figura 2).

Debido a su carácter activo, en estas especies son frecuentes las patologías de origen traumático por accidentes dentro del hogar, ya sea por golpearse contra objetos al volar, por lesiones ocasionadas por otros animales o debido al intento de liberarse al quedar atrapados o enganchados (Harrison y Lightfoot, 2006; Aguilar y col, 2010; Heatley y Cornejo, 2015).

Este trabajo pretende aportar conocimientos sobre las técnicas de resolución de fracturas de tibiotarso, las cuales son muy comunes en las aves mantenidas como mascota. Mediante la presentación de dos casos clínicos, se hará énfasis en las dos técnicas más utilizadas en nuestro país: la coaptación externa como técnica única, así como asociada a la colocación de un clavo intramedular.

1.2. Recordatorio anatómico del tibiotarso

El tibiotarso consiste en la fusión de la tibia con la fila proximal de los huesos tarsianos (König, 2016).

Conocer la anatomía aviar es de vital importancia ya que este hueso fracturado puede fácilmente ser confundido con el fémur o el tarsometatarso (Figura 3) (Infante, comunicación personal, 2019).

Ubicado en la pierna, es un hueso de forma triangular irregular en su extremo proximal cuya base se sitúa de medial a mediocaudal (Samour, 2010).

Presenta en su extremo proximal una cresta cnemial craneal prominente, que se conecta con la cresta cnemial lateral por medio de la cresta patelar, ubicada de forma transversal y que sirve a su vez como sitio de inserción del ligamento patelar (Figura 4) (König, 2016).

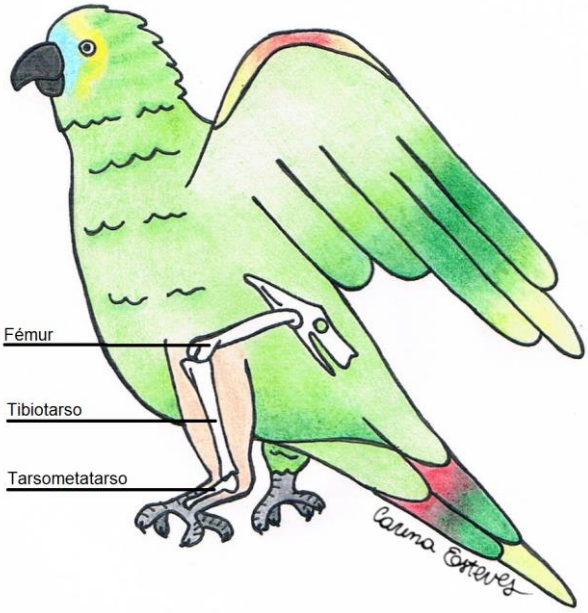

Figura 3. Ubicación del tibiotarso y su relación con los huesos adyacentes.

Sus dos tercios proximales se encuentran protegidos por los tejidos blandos, siendo las cargas durante su uso de tipo compresivo (Samour, 2010).

En los psitácidos se encuentra cubierto principalmente hacia craneolateral por el músculo fibularis longus, similar al peroneus longus de los mamíferos; mientras que hacia craneal y cubriendo a este músculo se encuentra un importante flexor del tarso conocido como tibialis cranialis, el cual presenta dos cabezas: una que se origina en

el cóndilo lateral femoral, y otra sobre la cresta cnemial lateral (Figura 5) (Orosz, 1992).

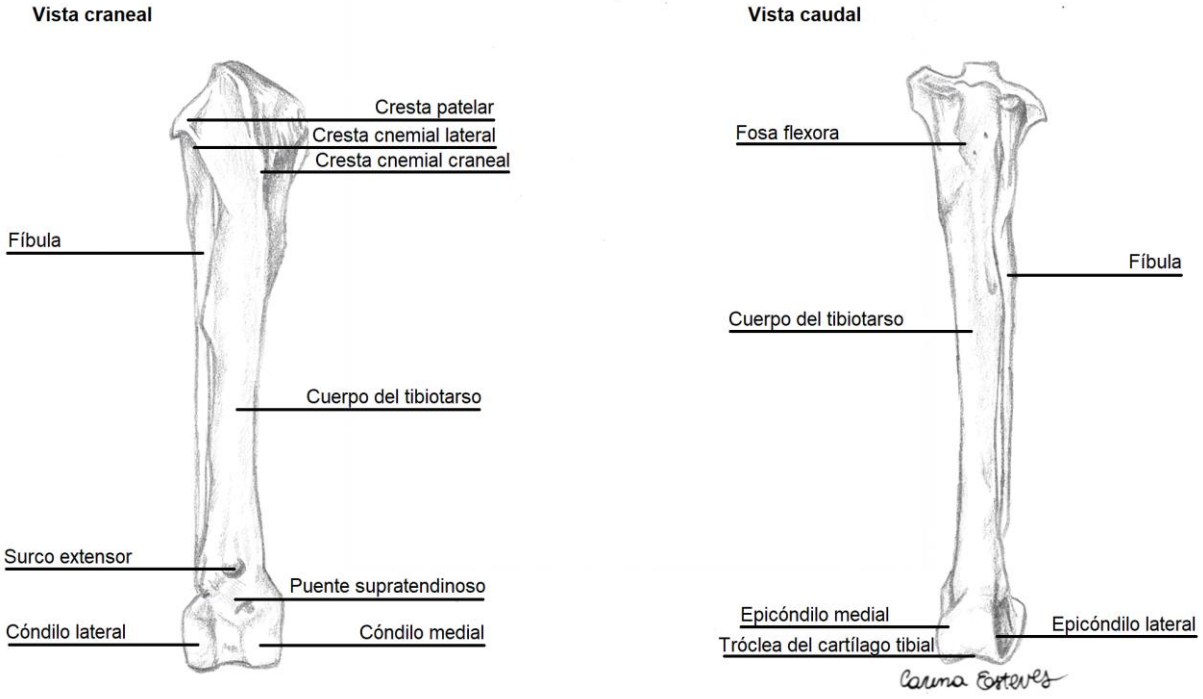

Figura 4. Anatomía del tibiotarso (Basado en König, 2016).

Por debajo del músculo tibialis cranialis se ubica la arteria tibial craneal acompañada por el nervio fibular profundo, responsables de la irrigación e inervación locales (Orosz, 1992).

Asimismo, cruzando el tarso se ubica la vena metatarsiana medial, la cual corre caudalmente al tibiotarso (Orosz, 1992; Harrison y col, 1994; Coles, 2007; Doneley, 2016).

El principal músculo caudal de la pierna es el gastrocnemius, que cubre a los músculos flexores digitales (Orosz, 1992).

Por otro lado, en su extremo distal el tibiotarso presenta un surco extensor localizado hacia craneal, el cual es atravesado por el puente supratendinoso, que guía a los tendones extensores hacia los dedos (König, 2016).

Presenta también cóndilos mediales y laterales, cuyas superficies articulares forman la tróclea del cartílago tibial (König, 2016).

El cartílago tibial consiste en una estructura fibrocartilaginosa sobre la cual se deslizan los tendones del músculo gastrocnemius y de los flexores digitales (König, 2016).

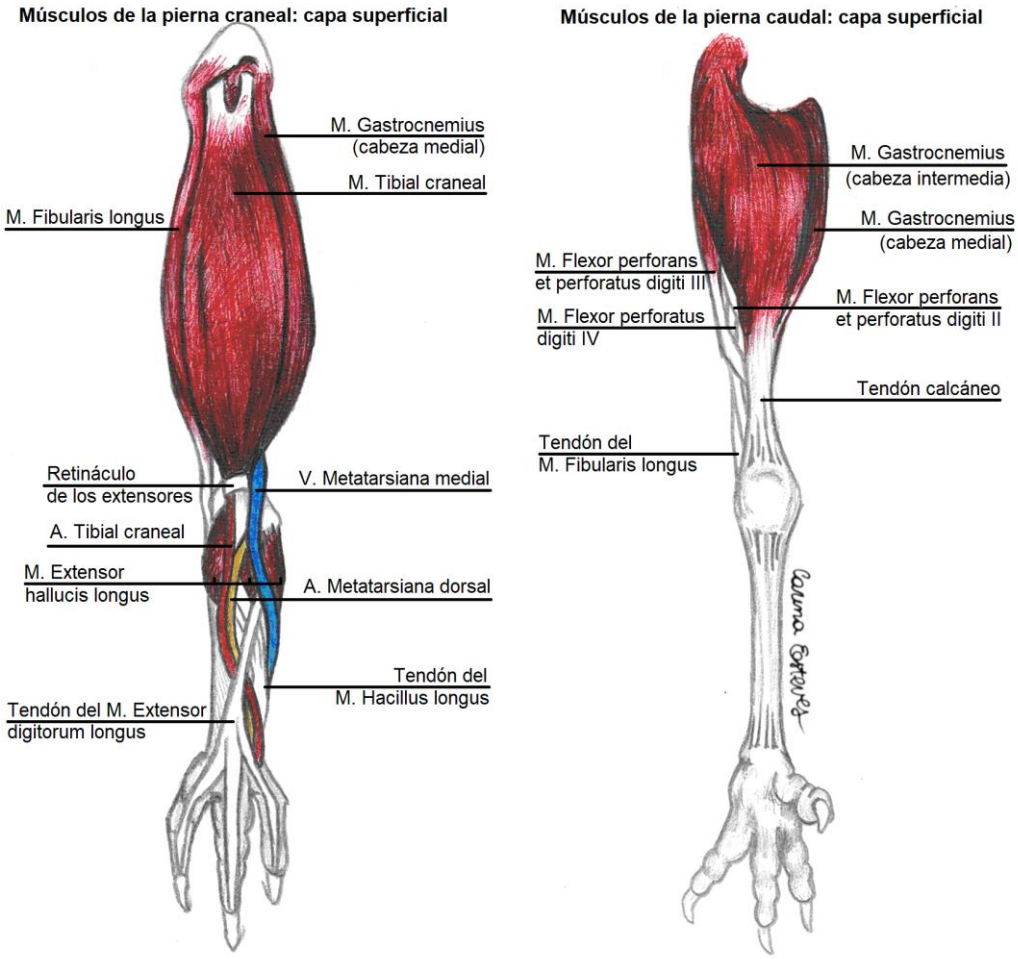

Figura 5. Estructuras adyacentes al tibiotarso (Basado en Orosz y col, 1992).

1.3. Fracturas y reparación ósea en aves

1.3.1 Biomecánica y patrones de fracturas

Las fracturas consisten en la pérdida de continuidad de la estructura normal del hueso, el cual es sometido a distintas fuerzas durante su funcionamiento normal. Cuando la suma de estas fuerzas supera la capacidad de resistencia máxima del hueso, se produce una fractura (Tobias y Johnston, 2012).

El patrón de la misma es determinado principalmente por la orientación de las fuerzas que la provocaron (Tobias y Johnston, 2012).

Las fracturas oblicuas son originadas por fuerzas compresivas, presentándose la línea de fractura en un ángulo de 30 a 45º respecto a la dirección de dicha fuerza; las fuerzas de tracción así como las de flexión ocasionan fracturas transversas; mientras que las fuerzas de torsión resultan en fracturas en espiral con un segmento de fractura longitudinal (Tobias y Johnston, 2012).

Asimismo, la combinación de fuerzas de flexión y compresión ocasiona una grieta que se propaga hacia la superficie compresiva, dividiéndose y desviándose hacia proximal y distal a lo largo de las líneas de estrés, originando un fragmento en el lado compresivo, clasificándose este tipo de fracturas como conminutas (Tobias y Johnston, 2012).

La resolución definitiva de una fractura no suele ser una situación de emergencia, siendo importante en primer lugar estabilizar al paciente traumatizado (Harrison y Lightfoot, 2006).

1.3.2. Métodos de diagnóstico

Para llevar a cabo el examen clínico de forma exitosa, las psitácidas pequeñas pueden inmovilizarse sobre la palma de la mano colocando la cabeza entre dos dedos, mientras que las psitácidas de gran porte pueden sujetarse con dos manos alrededor de las alas. El uso de una toalla o similar puede ayudar en la inmovilización del paciente (Samour, 2010).

El examen clínico debe incluir la revisación ortopédica. Para ello, se deberá en primer lugar observar al paciente verificando si el apoyo es equitativo en ambos miembros, si las alas se presentan simétricamente entre sí, si el ave puede mantenerse de pie así como la normalidad o no de su postura. A continuación, la palpación de las alas y miembros pelvianos es esencial para la búsqueda de posibles fracturas, comparando el miembro afectado con el contralateral (Harrison y Lightfoot, 2006).

A pesar de que la mayoría de las fracturas pueden diagnosticarse durante el examen clínico, el uso de la radiología es esencial para evaluar el tratamiento a aplicar (Jiménez y col, 2009).

De todas formas, antes de indicar una radiografía se debe tener en cuenta la condición del paciente ya que loros debilitados o periquitos de pequeño porte pueden no soportar la manipulación manual excesiva, lo que compromete su vida (Orosz, 1992).

En estos casos es importante mantener al ave en un entorno tranquilo y oscuro, además del aporte de calor y la rehidratación (Orosz, 1992; Longley, 2008).

El uso de anestesia o sedación para la toma de radiografías no suele ser necesario en aves, aunque puede considerarse en el caso de tratarse de pacientes agresivos o nerviosos (Jiménez y col, 2009).

Para esto, es necesario que un operador extienda la cabeza del animal mientras otro mantiene las alas abiertas y las patas extendidas, considerando que el estrés que ello supone puede conducir al paciente enfermo a la muerte a causa del estrés por el manejo (Jiménez y col, 2009).

En caso de tratarse de pacientes menos dóciles, puede administrarse midazolam por vía intranasal a una dosis de 2mg/kg (Schäffer y col, 2016).

En algunos casos se recomienda el uso de anestesia inalatoria, ya sea isofluorano o sevofluorano. A pesar de brindar varios beneficios como la disminución del estrés y la calidad de la radiografía, el riesgo anestésico individual de cada paciente deberá ser evaluado previamente (Harrison y Lightfoot, 2006).

La realización de una proyección ventrodorsal así como una laterolateral es lo ideal para un diagnóstico adecuado (Harrison y Lightfoot, 2006; Jiménez y col, 2009).

El posicionamiento del paciente puede lograrse asegurando al mismo con cinta de enmascarar directo sobre el chasis (Harrison y Lightfoot, 2006).

1.3.3. Reparación ósea en aves

Consideraciones generales

Es importante para el médico veterinario conocer la anatomía ósea de las aves tanto para seleccionar el método de tratamiento más adecuado como para determinar y comunicar el pronóstico al propietario (Tully, 2002).

Los huesos del paciente aviar se caracterizan por ser livianos siendo su corteza muy delgada, así como por poseer una gran fuerza aerodinámica (Levitt, 1989; Harrison y Lightfoot, 2006; Doneley, 2016).

Asimismo, las fracturas pueden ser abiertas y conminutas debido al escaso recubrimiento de tejidos blandos que estas especies poseen (Harrison y Lightfoot, 2006; Doneley, 2016).

Es importante recordar que al tratarse de animales bípedos, la distribución de la carga corporal deberá ser rápidamente recuperada en los miembros pelvianos (Harrison y Lightfoot, 2006).

Osificación

Los huesos largos se dividen en varias regiones: la diáfisis, es decir, la porción central; la metáfisis, que se encuentra en los extremos de la diáfisis; y la epífisis, que comprenden los extremos del hueso. (Harrison y col, 1994).

Por otro lado, la fisis consiste en un segmento de hueso tubular implicado en el crecimiento óseo, y está conformado por cuatro zonas: la zona de cartílago, comprendida por condrocitos dispersos irregularmente; la zona de proliferación celular, cuyos condrocitos se ubican en columnas; la zona de maduración celular, compuesta por células agrupadas en columnas, las cuales comienzan a acumular glucógeno y producir fosfatasa alcalina, estimulando la calcificación; y la zona de calcificación y osificación, que se conforma por capilares que invaden los espacios entre el cartílago tras la muerte de los condrocitos, iniciando la actividad osteoblástica con posterior formación de trabéculas longitudinales (Harrison y col, 1994).

La formación de los huesos largos en las aves se produce mediante osificación endocondral. Las células se transforman en condrocitos que secretan la matriz extracelular, mientras que las células externas se transforman formando una vaina pericondral con una capa externa de fibroblastos rica en tejido conjuntivo y una capa interna de células mesenquimales (Tully, 2002).

Existe simultaneidad entre la formación de vasos sanguíneos y la diferenciación celular pericondral respecto a la osteólisis, generándose un collar óseo que se expande por acción osteoblástica y en cuyo centro los condrocitos secretan FAS permitiendo la calcificación (Tully, 2002).

Por otro lado, los huesos planos suelen desarrollarse a partir de dos centros de crecimiento formados por mesénquima embrionario que luego dan lugar a osteoblastos y vasos sanguíneos, los cuales sostienen el crecimiento óseo (Tully, 2002).

En un momento determinado, el cartílago de crecimiento se agota y el tejido medular penetra luego en el cartílago epifisario (Harrison y col, 1994).

Fisiológicamente existe un equilibrio entre osificación y resorción ósea. La homeostasis del calcio está regulada por la hormona paratiroidea, la calcitonina, la vitamina D3 y las hormonas sexuales como los estrógenos (De Matos, 2008).

La hormona paratiroidea o PTH, secretada por las células de la glándula paratiroides, aumenta sus niveles en respuesta a la hipocalcemia incrementando el calcio plasmático mediante la estimulación de la reabsorción tubular de calcio, la resorción ósea y la formación renal de vitamina D3. A diferencia de los mamíferos, las aves responden a inyecciones endovenosas de PTH en cuestión de minutos, por lo que se consideran más sensibles a esta hormona (De Matos, 2008).

Por otro lado, las aves cuentan con glándulas ultimobranquiales ubicadas en la entrada torácica caudal a la paratiroides. Estas glándulas poseen dos tipos celulares: las células principales, similares a las células C tiroideas de los mamíferos; y las células endócrinas, con grandes gránulos intracitoplasmáticos. Ambos tipos celulares son responsables de la secreción de calcitonina, incrementando su producción cuando los niveles de calcio plasmático son elevados. La calcitonina entonces actúa inhibiendo la actividad osteoclástica, y a pesar de existir receptores a esta hormona a nivel renal, su efecto en la regulación de la producción de vitamina D3 aún es discutido (De Matos, 2008).

La vitamina D3 también interviene en el metabolismo del calcio facilitando la absorción del mismo a nivel de duodeno y yeyuno. Asimismo, en aves eucalcémicas promueve la formación ósea al estimular la acción osteoblástica, mientras que en aves hipocalcémicas e hipofosfatémicas favorece tanto la activación osteoclástica como la reabsorción tubular de calcio de forma tal de incrementar sus niveles plasmáticos (De Matos, 2008).

Se ha demostrado en gallinas que los niveles plasmáticos de vitamina D3 disminuyen durante el proceso de reparación de una fractura, mientras que sus valores se ven incrementados en el sitio de formación del callo óseo (Tully, 2002).

Los estrógenos también influyen en la formación ósea. Altos niveles de esta hormona sexual perjudican la resistencia del callo óseo promoviendo la inestabilidad en el sitio de fractura (Tully, 2002).

A pesar de que los estudios sobre la reparación de fracturas en aves son limitados, se conoce que el tiempo necesario para su recuperación disminuye de forma inversamente proporcional al grado de inmovilización obtenido en el sitio de fractura (Tully, 2002).

Tanto es así que las fracturas bien alineadas en aves reparan más rápido respecto a los mamíferos, consolidándose el callo fibroso luego de 2 a 3 semanas, y evidenciándose radiográficamente el callo óseo al cabo de 4 a 8 semanas (Doneley, 2016).
Otras fuentes también indican que la evidencia radiográfica puede visualizarse a partir de las 3 a 6 semanas (Harrison y col, 1994).

La formación del callo óseo en estas especies, a diferencia de los mamíferos, se origina principalmente a partir del periostio cumpliendo un rol importante el suministro sanguíneo hacia el mismo a partir de los tejidos circundantes, mientras que el aporte de sangre intramedular cumple un rol menos significativo (Harrison y Lightfoot, 2006).

La recuperación del hueso fracturado depende de diversos factores: el grado de desplazamiento de los fragmentos óseos, demorándose la reparación de 9 a 18 semanas en casos de fracturas segmentarias; el suministro sanguíneo al hueso afectado; la presencia de infecciones, pudiendo conducir a secuestros óseos; y el grado de movilidad en el sitio de fractura, que de ser excesivo puede retrasar o impedir la reparación (Doneley, 2016).

1.3.4. Principios de reparación ortopédica

Los principios de reparación ortopédica en aves se asemejan a los de otras especies (Harrison y Lightfoot, 2006; Meredith y Redrobe, 2012).

La diferencia radica en la necesidad de ciertos equipos y técnicas especializadas para las intervenciones de tipo quirúrgico, por lo que es importante considerar la necesidad de derivarlo en estos casos (Meredith y Redrobe, 2012).

La técnica de reparación a instaurar debe tener como objetivos producir el mínimo daño a los tejidos blandos para preservar el aporte sanguíneo; alinear los fragmentos del hueso; asegurar una correcta estabilización del foco de fractura; y procurar un retorno temprano de la funcionalidad, de modo de prevenir complicaciones en las estructuras adyacentes como la contracción permanente de músculos, tendones y ligamentos (Harrison y Lightfoot, 2006; Doneley, 2016).

1.4. Técnicas de reparación de fracturas de tibiotarso

1.4.1. Descripción general de las técnicas de reparación en aves

Las fracturas de tibiotarso en psitácidas tienden a producirse a nivel de tercio medio a tercio distal de la diáfisis (Harrison y Lightfoot, 2006).

La resolución indicada para las fracturas de este hueso implica una alineación rotacional de la rodilla y el tarso mientras que los fragmentos deben mantenerse alineados de lateral a medial, cobrando mínima importancia el alineamiento anteroposterior (Samour, 2010).

Algunas fracturas pueden resolverse en base a reposo en confinamiento durante un período de dos a tres semanas (Levitt, 1989; Jones, 2013).
Este tipo de tratamiento puede aplicarse en fracturas digitales y las que se presentan en vara verde principalmente en aves de porte pequeño, las cuales deberán mantenerse en una caja sin posaderos (Harrison y Lightfoot, 2006).

Asimismo pueden utilizarse métodos de coaptación externa como el vendaje de Altman, también llamado tape splint, y el vendaje de Robert-Jones ya sea de forma temporal o como tratamiento único (Harrison y Lightfoot, 2006; Doneley, 2016).

Este tratamiento está indicado en casos en los que se logre asegurar el menor grado de movilidad posible, el desplazamiento de la fractura sea mínimo, el paciente sea muy pequeño como para la resolución quirúrgica o el mismo no se encuentra apto para ser sometido a anestesia por diversas razones (Harrison y col, 1994).

A pesar de que la coaptación externa como método único no asegura una total alineación de los fragmentos del hueso pudiendo presentarse cierta rotación, provoca menor daño a la vascularización regional y disminuye el riesgo de infección siempre y cuando el vendaje no se coloque demasiado ajustado como para inducir necrosis del miembro afectado (Doneley, 2016).

Esto puede prevenirse controlando que el vendaje no produzca demasiada tumefacción de las falanges (Figura 6) (Infante, comunicación personal, 2018).

Asimismo, los clavos intramedulares pueden utilizarse en estas especies, que al carecer de estabilidad rotacional deberán combinarse con otro método, ya sea con un vendaje de Altman en pacientes de hasta 300 gramos aproximadamente, o en forma de fijador híbrido (Harrison y Lightfoot, 2006).

En el caso del tibiotarso, la combinación del clavo intramedular con un método de coaptación externa suele ser eficaz (Bennett y Kuzma, 1992; Coles, 2007; Speer, 2016). De esta forma se realiza un vendaje del tibiotarso desde su extremo proximal hasta cubrir el tarso inclusive, simulando una bota (Infante, comunicación personal, 2018). La metodología de esta técnica se describirá con detalle más adelante.

Si se opta por colocar un fijador híbrido, el clavo proximal deberá situarse en posición craneolateral distalmente al platillo tibial y craneal a la fíbula, mientras que el clavo distal se ubicará de lateral a medial a través de los cóndilos (Harrison y Lightfoot, 2006).

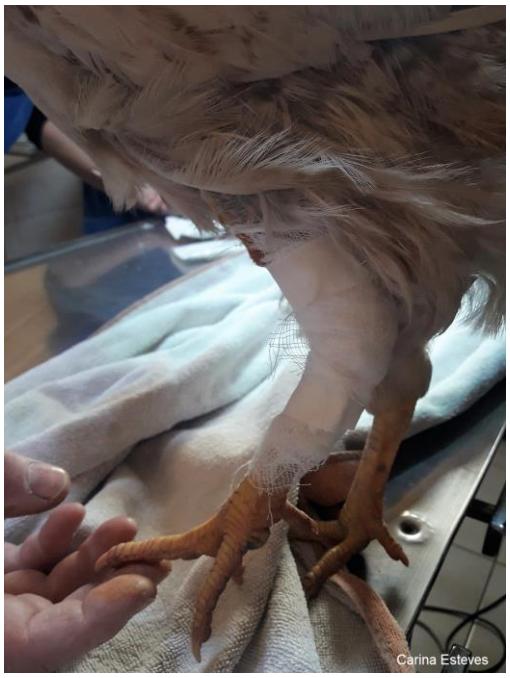

Figura 6. Ejemplo de coaptación externa en gallina. En este caso se asoció a la colocación de un clavo intramedular, colocándose el vendaje en la articulación distal con el fin de prevenir la rotación.

A pesar de que las corticales de los huesos aviares son muy delgadas y no se recomienda el uso de fijadores externos uniplanares unilaterales o de tipo I como método de fijación primaria, las fracturas de tibiotarso pueden resolverse de manera eficaz en aves de porte mediano a grande mediante el uso de fijadores externos bilaterales o de tipo II con clavos de lado a lado que atraviesen la segunda cortical (Levitt,1989).

El fijador externo suele retirarse luego de las 3 a 5 semanas de su colocación, pudiendo tardar más en caso de presentarse complicaciones como inestabilidad o la presencia de enfermedad ósea metabólica (Hatt y col, 2007).

Este trabajo hará hincapié en dos métodos: la coaptación externa como único método de fijación y la asociación de la misma a un clavo intramedular. Esto se debe a que, además del reposo en confinamiento, son las dos técnicas más aplicadas actualmente en nuestro país por veterinarios especializados en medicina aviar.

1.4.2. Anestesia y analgesia

Consideraciones anatomofisiológicas

El modo de vida que llevan muchas psitácidas mantenidas en cautiverio puede influir en su respuesta a la anestesia, debido principalmente a la administración de dietas altas en grasa y deficientes en vitaminas que predisponen tanto a la obsesidad como a la aterosclerosis, características que se potencian en aquellas aves que no vuelan por diversas razones (Longley, 2008).

Las intubación en estas especies, especialmente en aquellas de porte pequeño, puede resultar difícil debido a la dificultad que supone la visualización de la glotis en la base de la lengua, la cual es muy carnosa. Es por esto que la anestesia suele inducirse mediante la administración de anestésicos volátiles por medio de una mascarilla facial en aves de más de 100g de peso (Longley, 2008).

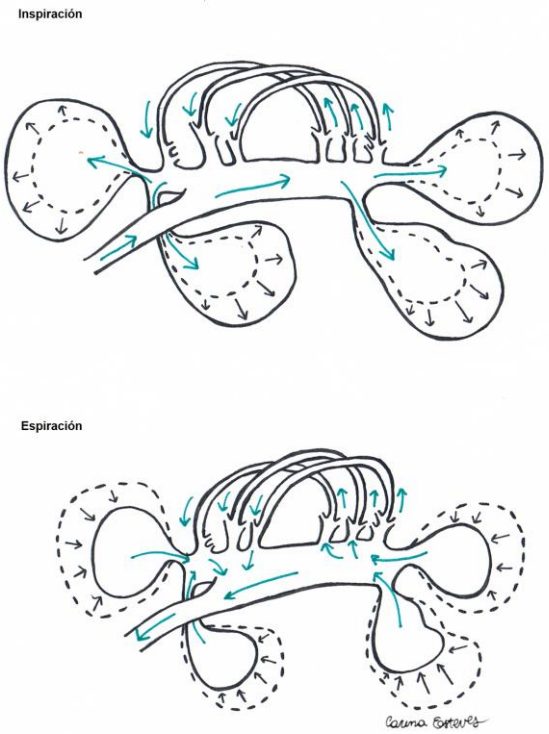

Figura 7. Flujo de aire a través de los sacos aéreos durante inspiración y espiración.

Las aves poseen una capacidad menor que los mamíferos para mantener la temperatura corporal por lo que son propensas a la hipotermia, principalmente las de pequeño porte. Esto puede evitarse mediante la utilización de una manta térmica (Aguilar y col, 2004; Coles, 2007; Samour, 2010).
Otra forma de prevenir la hipotermia consiste en evitar mojar excesivamente al animal y reducir al mínimo el arrancamiento de plumas durante la etapa preparatoria (Aguilar y col, 2004; O'malley, 2005; Coles, 2007; Samour, 2010; Meredith y Redrobe, 2012).
Esto es de vital importancia ya que las aves presentan una piel fina y carente de glándulas por lo que las plumas cobran un rol importante en el mantenimiento de la temperatura corporal (Aguilar y col, 2004).

El sistema pulmonar de las aves consiste en un componente dedicado a la ventilación, formado por tráquea, bronquios, sacos aéreos, esqueleto torácico y músculos respiratorios; y un componente cuya función es el intercambio gaseoso,

compuesto por el pulmón parabronquial. Esto debe tenerse en cuenta en el momento de utilizar anestesia inhalatoria (Grimm y col, 2015).

La tráquea, la cual está formada por anillos cartilaginosos completos, tiene como funciones la conducción, la calefacción y la humidificación del aire inspirado. A pesar de presentar relativamente una longitud mayor a la de los mamíferos, su amplitud también es mayor por lo que la resistencia traqueal es comparable en ambas especies (Samour, 2010; Grimm y col, 2015).

El hecho de presentar anillos traqueales completos debe ser considerado, ya que las sondas endotraqueales con manguito pueden dañar dichos anillos (Samour, 2010).

Por otra parte, las aves presentan un órgano de fonación conocido como siringe, la cual se ubica en la bifurcación de la tráquea con los bronquios. Es por esto que durante la anestesia, a causa de la ventilación por presión positiva un ave intubada puede producir sonidos (Grimm y col, 2015).

A pesar de que los mamíferos cuentan con 23 ramas bronquiales que se dirigen a los alvéolos pulmonares, las aves cuentan únicamente con 3: los bronquios primarios; los bronquios secundarios, dentro de los cuales los medioventrales y lateroventrales suelen desembocar en los sacos aéreos; y el bronquio terciario o parabronquio, que cuenta con un tejido periparabronquial que da lugar al intercambio gaseoso (Grimm y col, 2015).

Existen dos tipos de tejido parabronquial en las aves: el paleopulmón y el neopulmón. El primero se encuentra en todas las aves y consiste en anastomosis paralelas de parabronquios; mientras que el segundo, el cual está presente en ciertas especies y con diferentes grados de desarrollo, está compuesto por una malla de parabronquios anastomosados en la zona caudolateral del pulmón. La dirección del flujo del aire en el paleopulmón es unidireccional, debiéndose a la presencia de válvulas aerodinámicas. Por otro lado, en el neopulmón el flujo es bidireccional. (O'malley, 2005; Grimm y col, 2015).

Otro aspecto a considerar es la presencia de sacos aéreos, los cuales son sacos finos de epitelio escamoso fácilmente expansible que al no participar en el intercambio gaseoso presentan muy escasa irrigación. Por lo general, las aves poseen un total de nueve sacos aéreos: uno clavicular, dos cervicales, dos torácicos craneales, dos torácicos caudales y dos abdominales (O'malley, 2005; Grimm y col, 2015).
La función de los sacos aéreos es brindar un flujo unidireccional de aire a través de los pulmones, lo que maximiza la obtención de oxígeno (Figura 7). Asimismo, mediante la evaporación que ocurre a través de los mismos se disminuye la cantidad de calor producida durante el vuelo. También participan en la vocalización.
(O'malley, 2005; Grimm y col, 2015).

Manejo preanestésico
Las aves con un peso menor a 100 gramos no deben hacer ayuno antes de la cirugía, ya que tenderán a la hipoglicemia debido al rápido tránsito gastrointestinal que las caracteriza. Por otro lado, las aves de mayor porte pueden ayunar por un período corto de 2 a 3 horas (Longley, 2008).

Asimismo, es importante medir el peso del paciente previo a la cirugía para el cálculo de dosis de los fármacos inyectables a administrar (Longley, 2008).

Protocolos anestésicos

La premedicación no suele utilizarse en aves (Longley, 2008).

El uso de anestesia inhalatoria en estas especies permite tanto una rápida inducción como recuperación, mejor control del plano anestésico así como de la oxigenación del paciente (Gleed y Ludders, 2002).

La inducción anestésica suele realizarse mediante la administración de agentes volátiles por medio de una mascarilla facial en aves de más de 100 gramos de peso vivo (Figura 8) (Longley, 2008).

Figura 8. Inducción mediante administración de agentes volátiles por medio de mascarilla facial.

El isofluorano es considerado actualmente el anestésico de elección en aves (Coles, 2007; Samour, 2010; Grimm y col, 2015).

El uso de este fármaco permite una rápida inducción y recuperación debido a su baja solubilidad, además de disminuir las complicaciones del estrés que supone la aplicación de inyecciones al administrarse anestésicos fijos, facilitando la inducción (Samour, 2010).
Asimismo, el isofluorano se caracteriza por aportar una muy buena miorrelajación (Samour, 2010).

El circuito anestésico entonces consta de un vaporizador, un tanque de oxígeno y una mascarilla facial, permitiendo esta última no sólo la inducción sino también el mantenimiento si se trata de cirugías cortas (Samour, 2010).

El flujo de oxígeno deberá ser lo suficientemente alto para asegurar la movilización del gas anestésico, recomendándose un flujo mínimo de 500ml/minuto (Harrison y col, 1994).
La concentración alveolar mínima del isofluorano en aves, a pesar de sus diferencias anatómicas, es similar a la de los mamíferos; presentando en cocotillas un valor de 1.44% (Grimm y col, 2015).
La recuperación suele ser rápida si se opta por utilizar únicamente este anestésico (Longley, 2008).

En caso de sobredosis, es común la apnea previo al paro cardíaco permitiendo un cambio a la ventilación artificial de forma inmediata con consecuente recuperación del paciente (Samour, 2010).

En cuanto a la anestesia fija, es importante destacar que la mayoría de las drogas no suelen aportar un adecuado plano anestésico sin comprometer la vida del animal. Además, el tiempo de recuperación es mayor ya que sus niveles disminuyen a ritmo lento aumentando el estrés del paciente así como el riesgo de hipotermia (Harrison y col, 1994; Longley, 2008; Grimm y col, 2015).

Al necesitar volúmenes tan pequeños de fármaco la dosificación puede dificultarse, sin embargo esto puede solucionarse mediante la dilución del mismo con suero fisiológico en una jeringa de insulina (Longley, 2008).

Es por esto que tanto para inducción como mantenimiento los anestésicos inyectables son muy poco utilizados en estas especies (Longley, 2008).

Los sitios de inyección subcutánea más aplicados incluyen el pliegue inguinal, el pliegue del patagio y el área interescapular a nivel dorsal, mientras que los sitios de inyección intramuscular consisten en los músculos pectorales y el cuádriceps. Por otro lado, para las inyecciones intravenosas se prefiere la vena ulnar, la vena metatarsiana dorsal y la vena yugular (Samour, 2010; Grimm y col, 2015).

Las combinaciones de anestésicos inyectables más utilizados en aves incluyen ketamina+xilacina y ketamina+diazepam, pudiendo en ambos casos administrarse de forma intravenosa o intramuscular (Harrison y col, 1994).

La combinación ketamina+xilacina puede administrarse conjuntamente en la misma jeringa con una relación ketamina/xilacina de 10:1 (Harrison y col, 1994).

La unión de los efectos de ambas drogas aportan una suave inducción con adecuada miorrelajación sin comprometer la recuperación (Samour, 2010).

Existen diversas dosis descritas para esta combinación anestésica según el tipo de ave. En psitácidos, puede administrarse por vía intramuscular a dosis de 10-50 mg/kg de ketamina + 1-10 mg/kg de xilacina, ó 20-30 mg/kg de ketamina + 2.5-4 mg/kg de xilacina (Carpenter, 2012).

Si se opta por la vía intravenosa, en cambio, una de las dosis descritas de ketamina es de 4.4 mg/kg + 2.2 mg/kg de acepromazina (Samour, 2010; Carpenter, 2012).

En el caso de la combinación ketamina+diazepam, la misma de administra de forma intravenosa o intramuscular a una dosis de ketamina de 20–40 mg/kg y 1–2 mg/kg de diazepam (Coles, 2007).
El diazepam puede sustituirse por midazolam a una dosis de 0.2-2 mg/kg por vía subcutánea o intramuscular, teniendo como ventaja la posibilidad de administrarse conjuntamente con la ketamina en la misma jeringa, característica que el diazepam no comparte (Samour, 2010).

Otra combinación descrita es ketamina+acepromazina, colocando en una jeringa 1ml de acepromazina de 10mg con 10ml de ketamina a una concentración de 10 mg/ml. De esta combinación, se administra a una dosis de ketamina de 25-50 mg/kg, la cual equivale a 0.5-1 mg/kg de acepromazina. La desventaja de esta combinación es que ambas drogas producen bradicardia (Coles, 2007).

El uso de propofol en aves carece de practicidad debido a su rápida metabolización (Coles, 2007).

En cuanto a la monitorización anestésica, se deberá vigilar la presencia de reflejos incluyendo el reflejo palpebral, el corneal, el de la punción de los dedos y el de las alas, además del reflejo de la cera (Samour, 2010).

Otros parámetros a evaluar incluyen la temperatura cloacal, la cual puede variar de 40 a 44ºC en aves; la respiración, evitando que la misma disminuya por debajo de 25 a 50 respiraciones por minuto; y la frecuencia cardíaca, que no debe ser menor de 120 latidos por minuto puediendo ser medida ya sea por electrocardiograma o mediante el uso de un estetoscopio (Samour, 2010).

Manejo del dolor

Otro aspecto a evaluar durante el acto quirúrgico es la respuesta del paciente a estímulos dolorosos, la cual se manifiesta con movimientos o alteraciones en la frecuencia respiratoria y cardíaca (Samour, 2010).

Se cree que las aves tienen un umbral del dolor relativamente alto (Samour, 2010).

Uno de los analgésicos a utilizarse puede ser el carprofeno a una dosis de 5 a 10 mg/kg intramuscular (Samour, 2010).

El carprofeno puede ser utilizado para el control de la inflamación y del dolor postquirúrgicos teniendo en consideración que a pesar de ser un inhibidor preferencial de la COX-2 podría de igual forma afectar la perfusión renal durante casos de hipotensión, por lo que de anticiparse una posible hipotensión intraoperatoria la administración de este fármaco deberá limitarse al tratamiento postquirúrgico (Meredith, 2015).

Otro potente antiinflamatorio no esteroideo que puede considerarse en el manejo del dolor intraoperatorio es el ketoprofeno a una dosis de 5-10 mg/kg por vía intramuscular (Samour, 2010).

El meloxicam, por otro lado, está indicado para el alivio del dolor y la inflamación de patologías musculoesqueléticas así como para la prevención del dolor postoperatorio. Su dosis es de 0.5-1 mg/kg intramuscular cada 12 a 24 horas (Meredith, 2015).

Cuidados postoperatorios

Al igual que durante la anestesia, luego del procedimiento quirúrgico se debe mantener al paciente con una temperatura aproximada de 30ºC (Aguilar y col, 2004).

Otros cuidados postoperatorios incluyen la administración de antibióticos como enrofloxacina o amoxicilina con ácido clavulánico, los cuales se administran por vía oral cada 12 horas durante 5 días (Samour, 2010). Tanto la dosis como la frecuencia de dosificación dependerán de la especie y su tasa metabólica, siendo de vital importancia el aporte de calor durante la etapa postoperatoria (Infante, comunicación personal, 2018).

La dosis de enrofloxacina en psitácidos es de 5-15 mg/kg cada 12 a 24 horas por vía oral o intramuscular (Carpenter, 2012).

Por otro lado, la amoxicilina con ácido clavulánico puede administrarse por vía oral a una dosis de 125 mg/kg cada 6 horas (Carpenter, 2012).

Para el manejo del dolor, el uso de AINES como el meloxicam o el carprofeno es más ventajoso respecto a los opioides ya que tanto el efecto antiinflamatorio como analgésico son más duraderos (Speer, 2016).

El carprofeno puede administrarse a una dosis de 1-5 mg/kg cada 12 a 24 horas por vía oral, intramuscular o subcutánea (Meredith, 2015).

Por otro lado, la dosis del meloxicam es de 0.1-0.2 mg/kg cada 24 horas por vía oral o intramuscular (Carpenter, 2012).

Como la vida media de este fármaco es menor en aves grandes respecto a las pequeñas, pueden considerarse dosis de 0.5-1 mg/kg cada 12 horas por vía oral (Samour, 2010; Meredith, 2015).

Otra alternativa para la administración de analgesia de forma domiciliaria consiste en el uso de ibuprofeno a una dosis de 5-10 mg/kg cada 8 a 12 horas, teniendo la precaución de utilizar suspensiones pediátricas en aves de pequeño porte (Carpenter, 2012).

Se debe tener en cuenta que el efecto antipirético de los AINES disminuye la temperatura (Infante, comunicación personal, 2019).

1.5. Coaptación externa

1.5.1. Indicaciones

Los métodos de coaptación externa incluyen el vendaje de Altman, también llamado tape splint, y el vendaje de Robert-Jones ya sea de forma temporal o como tratamiento único (Harrison y Lightfoot, 2006; Doneley, 2016).

La coaptación externa tiene varias ventajas. En primer lugar, tanto el daño a la vasculatura regional como el riesgo de infección son mínimos, además de ser un método práctico y económico (Doneley, 2016).

Asimismo, el riesgo anestésico se ve minimizado ya que se trata de un procedimiento rápido que puede incluso realizarse sin anestesia en la mayoría de los casos. Por otro lado, al ser un método conservador está indicado en pacientes de porte muy pequeño como para ser sometidos a cirugía (Doneley, 2016).

De igual manera, en pacientes de pequeño porte la pérdida de unas gotas de sangre puede llegar a comprometer su vida, por lo que es preferible evitar someterlos a un procedimiento quirúrgico en caso de ser posible (Aguilar y col, 2004).

Este tratamiento está indicado entonces en casos en los que se logre asegurar el menor grado de movilidad posible, el desplazamiento de la fractura sea mínimo, el paciente sea muy pequeño como para la resolución quirúrgica o el mismo no se encuentra apto para ser sometido a anestesia por diversas razones (Harrison y col, 1994).

Estas razones incluyen pacientes con disnea o disfunción hepática, entre otros (Aguilar y col, 2004).

En aves con un peso vivo menor a 150g el vendaje de Altman (tape splint) ha demostrado tener buenos resultados utilizado como método único de tratamiento (Orosz, 1992).
En pacientes de mayor porte, por otra parte, no garantiza una inmovilización apropiada (Aguilar y col, 2010).

Por otro lado, el vendaje de Robert Jones debe restringirse a las fracturas simples del tercio distal del tibiotarso, ya que no aporta una correcta inmovilización en los dos tercios restantes del hueso (Aguilar y col, 2010).

1.5.2. Descripción de la técnica

El tibiotarso, al ser un hueso de forma simple, es ideal para ser sometido a coaptación externa (MacCoy, 1992).

Al realizar un vendaje es importante asegurarse de que el mismo sea cómodo así como lo suficientemente acolchado, de forma tal que el paciente no intente quitárselo (Samour, 2010).

Para realizar un vendaje de Altman, el paciente debe colocarse en decúbito lateral (Harrison y Lightfoot, 2006).

Los materiales apropiados para la coaptación externa incluyen cinta autoadhesiva (Vetrap™), cinta de enmascarar o cinta de dibujo (MacCoy, 1992).
En el caso del tibiotarso, el vendaje se realiza mediante la colocación de varias capas de cinta de papel o vendaje autoadherente (Vetrap™) como alternativa, comenzando a nivel proximal y dirigiéndose hacia distal hasta inmovilizar el tarso (Harrison y Lightfoot, 2006).

No se recomienda el uso de cinta Leukoplast® para este fin debido a su dificultad para retirarla (Harrison y Lightfoot, 2006).

Para esto deben utilizarse materiales livianos con el fin de evitar la sobrecarga del miembro así como del contralateral, hecho que puede conducir a una artrosis o pododermatitis (Harrison y col, 1994).
Los psitácidos suelen intentar quitarse el vendaje, por lo que se deberá evaluar en cada caso la necesidad de colocar un collar isabelino para prevenir este hecho (Samour, 2010).

En caso de tratarse de pacientes poco dóciles, puede administrarse midazolam por vía intranasal a una dosis de 2mg/kg (Schäffer y col, 2016), o incluso considerarse la anestesia para facilitar la colocación del vendaje.

1.5.3. Complicaciones

La coaptación externa no asegura una rígida inmovilización de los fragmentos óseos por lo que los mismos pueden verse desalineados y la reparación ósea retrasada siendo la no unión una posible complicación. Esto puede complicarse aún más en caso de producirse un deslizamiento del vendaje que aumente la movilidad de los fragmentos (Doneley, 2016)

Por otro lado, puede producirse necrosis local en caso de aplicarse vendajes demasiado ajustados e incluso llevar a la contracción tisular con consecuente anquilosis articular (Doneley, 2016).

1.6. Asociación de clavo intramedular y coaptación externa

1.6.1. Indicaciones

Las ventajas de la colocación de un clavo intramedular incluyen la facilidad de aplicación así como la alineación de la fractura con un alineamiento anatómico preciso sin perjudicar el aporte sanguíneo perióstico (Fossum, 2009; DeCamp y col, 2016).

En contraste, si los fragmentos óseos fueran muy pequeños este método puede no ser lo suficientemente estable (DeCamp y col, 2016). Es por esto que se recomienda en pacientes con más de 300 gramos de peso vivo (Harrison y Lightfoot, 2006).

Las fracturas resueltas con clavos intramedulares deben ser inmovilizadas con vendajes por 10 a 21 días, ya que este método por sí solo no garantiza la no rotación de los cabos óseos (Harrison y col, 1994).

Los resultados de este método quirúrgico suelen ser buenos a excelentes permitiendo al paciente incluso soportar cierto peso en el miembro afectado luego de la cirugía (Orosz, 1992).

1.6.2. Descripción de la técnica

En primer lugar es importante destacar que la fijación interna por medio de clavo intramedular como único método de fijación no asegura una correcta estabilidad rotacional, por lo que siempre deberá asociarse a otro método (Harrison y col, 1994; Samour, 2010).

El ave se colocará preferiblemente en decúbito lateral mientras que se deberán arrancar las plumas ubicadas a nivel del tibiotarso medial, desde el cóndilo femoral medial hasta el tarsometatarso (Orosz, 1992).

Al igual que en otras especies, la cirugía debe ser aséptica. El campo operatorio puede estar formado por una película de PVC comúnmente utilizada para almacenar alimentos (Figura 9) de forma tal de poder monitorear correctamente los movimientos respiratorios del paciente (Aguilar y col, 2004).

El abordaje del tibiotarso deberá ser craneomedial (Figura 10) para evitar tanto las grandes masas musculares como la arteria tibial craneal que se ubican hacia lateral. (Harrison y col, 1994; Coles, 2007; Doneley, 2016).

Esta arteria se ubica más precisamente a nivel craneolateral, desde el tercio medio hacia distal de tibiotarso (Harrison y col, 1994).

Asimismo, cruzando el tarso se ubica la vena metatarsiana medial, la cual corre caudalmente al tibiotarso por lo que la incisión cutánea deberá realizarse desde craneal del tarso hasta el cóndilo femoral medial (Orosz, 1992; Harrison y col, 1994; Coles, 2007; Doneley, 2016).

A continuación se procederá a separar los músculos fibularis longus y tibialis cranialis de la cabeza medial del músculo gastrocnemius (Harrison y col, 1994; Coles, 2007; Doneley, 2016).

El diámetro del clavo deberá ser un 50 a 75% del canal medular, ya que diámetros mayores pueden afectar el aporte sanguíneo pudiendo conducir a una necrosis avascular o fracturas iatrogénicas (Doneley, 2016).

Figura 9. Campo operatorio formado por una película de PVC comúnmente utilizada para almacenar alimentos.

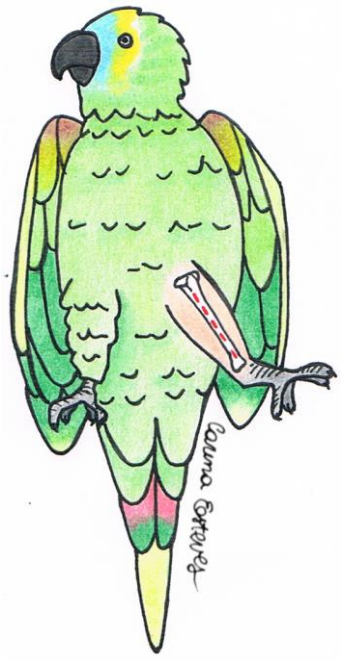

Figura 10. Abordaje craneomedial del tibiotarso.

Los clavos intramedulares utilizados en aves incluyen tanto clavos de Steinmann como agujas de Kirschner o K-wires con un diámetro menor a 1.6mm (Orosz, 1992; Samour, 2005).

El clavo intramedular puede colocarse de forma normógrada desde la cresta tibial hasta el fragmento distal (Bennett y Kuzma, 1992; Harrison y col, 1994; Harrison y Lightfoot, 2006; Samour, 2005; Doneley, 2016; Speer, 2016) o de forma retrógrada, mediante la colocación del clavo en el fragmento distal de la fractura haciéndolo salir por el tarso para luego dirigirlo hacia la rodilla (Bennett y Kuzma, 1992; Orosz, 1992; Doneley, 2016).

Otro método de colocación retrógrado consiste en hacer salir el clavo por la rodilla (Bennett y Kuzma, 1992).

Los músculos ya mencionados pueden ser suturados entre sí previo a la sutura cutánea (Orosz, 1992).

Para la sutura de piel el hilo debe ser de tamaño 3-0 a 6-0 ya sea o no absorbible, pudiendo optarse por un patrón simple o continuo según el criterio del cirujano (Aguilar, 2004).

1.6.3. Cuidados postoperatorios

En primer lugar y como se mencionó previamente, luego de la cirugía es de vital importancia mantener al paciente en un entorno con una temperatura aproximada de 30ºC (Aguilar y col, 2004).

Asimismo, se deberá vendar la herida quirúrgica y colocar un collar isabelino en caso de considerarse necesario (Levitt, 1989; Doneley, 2016).
El mismo deberá colocarse antes de que el ave se recupere de la anestesia (Doneley, 2016).

El vendaje será quien evite la rotación axial del miembro (Orosz, 1992; Doneley, 2016).
El mismo debe realizarse de la forma ya descrita previamente, mediante la colocación de varias capas de cinta de papel o vendaje autoadherente (Vetrap™), comenzando desde proximal hacia distal hasta inmovilizar el tarso (Harrison y Lightfoot, 2006).

Debe evitarse el uso de cinta Leukoplast® o similar directamente sobre la piel (Infante, comunicación personal, 2019).

Los cuidados postoperatorios incluyen también la administración de antibióticos y analgésicos (Samour, 2010). Las drogas a utilizar así como su dosificación fueron descritas previamente.
Es importante destacar que tanto la dosis como la frecuencia de dosificación dependerán de la especie y su tasa metabólica, siendo de vital importancia el aporte de calor durante la etapa postoperatoria (Infante, comunicación personal, 2018).

En el caso de existir enfermedad ósea metabólica concurrente, se deberá corregir la misma mediante el aporte de calcio así como cambios en la dieta (Harrison y Lighfoot, 2006).

Por otra parte, la toma de radiografías postquirúrgicas puede realizarse luego de 10 a 14 días (Speer, 2016), lográndose la unión de los fragmentos óseos luego de 3 a 6 semanas (Levitt, 1989; Harrison, 1994).

Cuando la formación del callo fibroso es suficiente como para mantener la estabilidad de la fractura, es de suma importancia comenzar con la rehabilitación postoperatoria del paciente mediante el uso activo y pasivo del miembro, principalmente si se trata de un ave salvaje y se pretende liberar a la naturaleza (Levitt, 1989).

Esto se debe a que la fisioterapia cumple un rol importante para la prevención de anquilosis. La misma puede iniciarse incluso a los diez días de realizada la cirugía, y consiste en sesiones de 5 minutos dos veces al día por al menos dos semanas (Doneley, 2016).

1.6.4. Complicaciones

Si se opta por aplicar este método para la resolución de la fractura, es importante colocar el clavo intramedular de forma cautelosa para disminuir el riesgo de dañar las articulaciones adyacentes al tibiotarso (Samour, 2010).

En el caso de que la cicatrización no progrese de la forma esperada, puede evidenciarse el secuestro óseo mediante la toma de una radiografía luego de las tres semanas, debiendo eliminarse el mismo de forma quirúrgica (Samour, 2010; Doneley, 2016).
La inestabilidad en el sitio de fractura puede conducir tanto a la malaunión como a la no unión, siendo el reposo del paciente un factor importante para prevenir esta complicación, así como el uso de vendajes que reduzcan la movilidad de la fractura (Harrison y col, 1994).

La osteomielitis postraumática, cuya causa principal suele ser una infección bacteriana, puede verse vinculada a la unión retrasada e incluso a la no unión debido a la inestabilidad en el foco de la fractura, siendo más probable que se produzca en pacientes con fracturas abiertas (Fossum, 2009). Esta patología puede tratarse mediante el uso de Lincomicina o Clindamicina (Harrison, 1994).

Asimismo es importante la realización de controles periódicos para asegurarse que el clavo no haya migrado, de lo contrario el mismo deberá ser removido y, si el callo óseo aún no es lo suficientemente rígido, se procederá a realizar nuevamente la osteosíntesis (Speer, 2016).

Por otro lado, el daño en un miembro pelviano provoca distribución desigual de cargas respecto al miembro contralateral, predisponiendo a una pododermatitis en éste. (Samour, 2010).
Otros predisponentes de esta patología incluyen obesidad, carencias nutricionales, inactividad y posaderos inadecuados conduciendo a una hiperemia de las almohadillas digitales y metatarsianas, pudiendo progresar la infección hacia el subcutáneo con consiguiente edema e incluso formación de abscesos (Samour, 2010).
Esto puede solucionarse mediante la resolución de los factores predisponentes, el uso de antibióticos, la higiene de la lesión e incluso mediante intervención quirúrgica en casos graves (Samour, 2010).

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Aportar conocimientos sobre las técnicas de resolución de fracturas de tibiotarso más utilizadas en psitácidos.

Objetivos específicos

- Sintetizar los métodos descritos en la actualidad para la resolución de fracturas de tibiotarso en psitácidos.
- Describir los materiales y la metodología necesarios para la resolución de fracturas de tibiotarso mediante coaptación externa así como la misma asociada a la colocación de un clavo intramedular.
- Comparar el uso de ambas técnicas mediante la presentación de dos casos clínicos.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

A continuación se describen dos casos clínicos en los cuales se resolvieron fracturas de tibiotarso en psitácidos con dos metodologías diferentes: coaptación externa como técnica única (caso clínico 1) y asociación de la misma a un clavo intramedular (caso clínico 2). Ambos fueron atendidos en un consultorio quirófano veterinario privado de Montevideo, especializado en la atención tanto clínica como quirúrgica de animales de compañía no tradicionales.

3.1. Caso clínico 1: coaptación externa

El 18 de diciembre de 2017 se presentó a la clínica un ejemplar de cotorra argentina (Myiopsitta monachus) llamado Loli, de 3 años de edad con historia de trauma tras haber sido pisada por su propietaria resultando en la claudicación de un miembro, motivo por el cual consulta.

Durante el examen clínico se observó claudicación con falta de apoyo del miembro pelviano izquierdo, el cual además se encontró desviado hacia lateral. A la palpación se percibió la fractura del tibiotarso por crepitación a nivel distal del mismo.

Debido al pequeño tamaño del paciente se optó por la realización de un vendaje como método de reparación.

En este caso, se prefirió la inmovilización física con la colaboración de un ayudante para la colocación del vendaje procurando cubrir la cabeza del animal y sujetándola por caudal al maxilar superior con los dedos pulgar e índice para luego colocar el ave en decúbito dorsal. El vendaje se realizó colocando una gasa de algodón hidrófilo desde proximal al sitio de fractura del tibiotarso hacia distal del tarso (Figura 11). A continuación, se vendó con material autoadherente (Vetrap^{TM}) en el mismo sentido sobre la gasa, flexionando la articulación tibiotarso-tarsometatarsiana en ángulo de 90 grados (Figura 12). Por último, el vendaje fue fijado con cinta Leukoplast® de la misma manera (Figura 13).

Debido al carácter del paciente, el cual mostró intentos de retirarse el vendaje una vez colocado, se optó por colocarle un collar isabelino realizado a partir de una lámina de acetato (Figura 14).

Asimismo, se indicó al propietario de mantener al ave en confinamiento en una caja de cartón de tamaño adecuado, con suelo de viruta de aproximadamente 4cm de espesor por al menos 3 semanas para garantizar el reposo absoluto y así asegurar la formación del callo óseo.

Se le indicó también administrar Ibuprofeno (Actron pediátrico 2%) a una dosis de 5mg/kg cada 12 horas por vía oral por 2 días.

Al cabo de un mes el paciente recuperó la función del miembro afectado y su rutina volvió a la normalidad, por lo que el vendaje fue retirado.

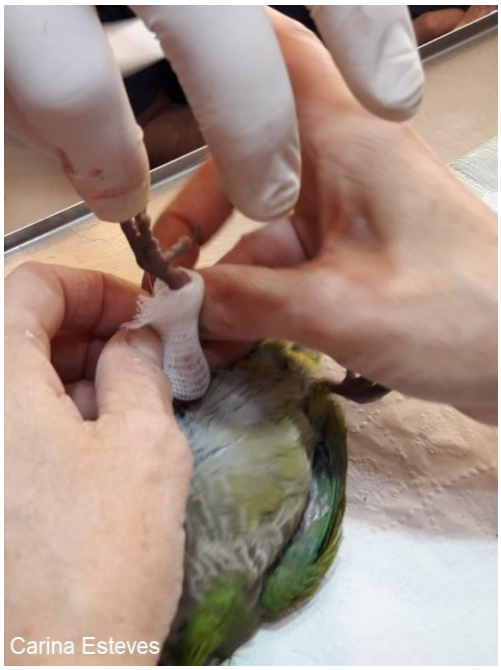

Figura 11. Colocación de gasa de algodón hidrófilo desde proximal del tibiotarso hasta distal del tarso.

Figura 12. Aplicación de cinta autoadherente (Vetrap™) sobre la gasa, con la articulación tibiotarso-tarsometatarsiana flexionada en ángulo de 90 grados.

Figura 13. Fijación del vendaje con cinta Leukoplast®.

Figura 14. Colocación de collar isabelino realizado a partir de una lámina de acetato.

3.2. Caso clínico 2: asociación de clavo intramedular y coaptación externa

El 29 de agosto de 2018 se presentó a consulta Pol, un loro amazonas (Amazona aestiva aestiva) de 5 años de edad que tras haber tenido un accidente en el hogar manifestó claudicación de miembro pelviano izquierdo. Tras el examen clínico se percibió deformación en más en dicho miembro con crepitación a nivel del tercio medio del tibiotarso izquierdo.

En este caso se optó por la colocación de un clavo intramedular asociado a un vendaje debido al carácter inquieto del paciente así como por su gran tamaño, características que fundamentan el hecho de complementar la coaptación externa con otro método de fijación para asegurar la inmovilización de los cabos óseos.

No se solicitó ayuno previo con el fin de evitar una hipoglicemia, debido a que las aves presentan una gran predisposición de padecerla.

En primer lugar, se sujetó al ave de forma manual con una toalla u otro género tal como se mencionó para el procedimiento anterior.

El paciente fue inducido con Isofluorano al 4% por medio de mascarilla facial. El manejo preoperatorio incluyó la administración por vía subcutánea en el pliegue cutáneo de la ingle de ketoprofeno al 10% (Calmavet) a una dosis de 10mg/kg, así como la administración intramuscular en el músculo pectoral de enrofloxacina al 5% (Enromic 5%) a una dosis de 5mg/kg. A continuación se posicionó al mismo en decúbito dorsal sobre una manta térmica para prevenir la hipotermia y se retiraron las plumas de la zona medial del muslo por arrancamiento. Se desinfectó la zona quirúrgica con una torunda embebida en Despadac (Laboratorio Calier) diluido en agua al 0.5% para luego colocar el campo quirúrgico (Figura 15). Una vez inducido, se disminuyó la dosis de Isofluorano al 1-2% para el mantenimiento. El tibiotarso se abordó de forma craneomedial con una incisión en piel y subcutáneo de aproximadamente 1.5 cm de longitud, separando a continuación los músculos tibialis cranialis y fibularis longus de la cabeza medial del músculo gastrocnemio para exponer el foco de fractura (Figura 16).

A continuación se introdujo un clavo intramedular de 1.5mm de espesor por el extremo distal de la fractura de forma retrógrada, mediante el uso de un mandril y haciéndolo salir atravesando la piel del tarso (Figura 17). Luego, se aproximaron los cabos óseos (Figura 18) y se dirigió el clavo en sentido opuesto con el mandril, ingresándolo en la cavidad medular del extremo proximal de la fractura, y se cortó el excedente con una cizalla (Figura 19). El tejido subcutáneo fue suturado con material 4/0 reabsorbible y patrón interrumpido simple, repitiéndose el procedimiento para el cierre de la piel (Figura 20).

Por último, el muslo fue vendado desde proximal hacia distal incluyendo el tarso en forma de “botita” mediante la colocación en primer lugar de gasa cubierta luego por cinta de papel y fijado con cinta Leukoplast® , de la misma manera que se indicó en el procedimiento anterior (Figura 21).

El manejo postoperatorio incluyó administración de enrofloxacina al 5% por vía oral a una dosis de 5mg/kg cada 12 horas por 7 días e ibuprofeno al 2% a una dosis de 5mg/kg cada 12 hs vía oral por 2 días. Asimismo, se indicó al propietario que retirara de la jaula aquellos objetos que pudieran provocar accidentes o enganches durante la recuperación de forma de garantizar su seguridad en este período.

El paciente ya apoyaba el miembro afectado al despertarse de la cirugía, recuperando la función del miembro afectado en un plazo de 10 días (Figura 22) por lo que se retiró el vendaje a los 15 días de colocado.

Figura 15. Arrancamiento de las plumas de la zona medial del muslo y colocación del campo quirúrgico.

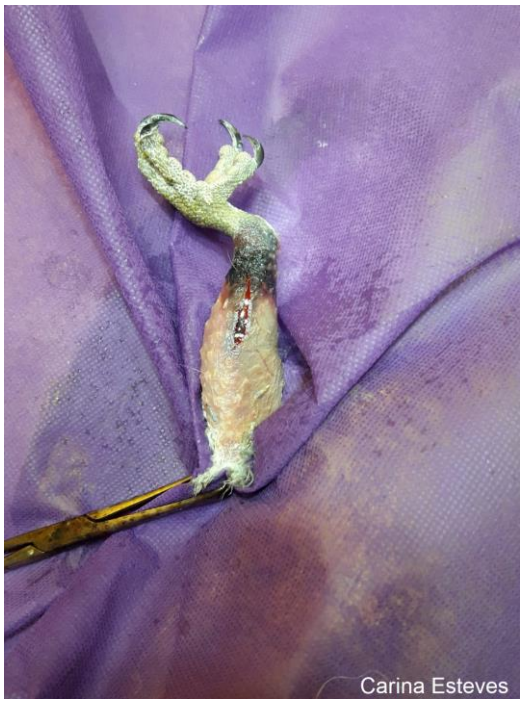

Figura 16. Abordaje craneomedial del tibiotarso.

Figura 17. Colocación del clavo intramedular por el extremo distal de la fractura de forma retrógrada y haciéndolo salir atravesando la piel del tarso mediante el uso de un mandril Jacob.

Figura 18. Aproximación de los cabos óseos.

Figura 19. Movilización del clavo con un martillo quirúrgico ingresándolo en la cavidad medular del extremo proximal de la fractura.

Figura 20. Sutura de piel y subcutáneo con material 4/0 reabsorbible y patrón interrumpido simple.

Figura 21. Aplicación del vendaje en forma de "botita" mediante la colocación de gasa cubierta luego por cinta de papel y fijada con cinta Leukoplast®.

Figura 22. Paciente luego de 10 días de realizada la cirugía.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La función del miembro afectado se recuperó en ambos casos independientemente de la técnica utilizada. El apoyo en el caso clínico 2 se produjo en cuanto el ave se recuperó de la anestesia, recobrando su función total en tan solo 10 días mientras que en el caso clínico 1 se produjo recién luego de un mes. Esto podría deberse a la elección de la técnica o a factores individuales.

Según Doneley (2016), la coaptación externa como técnica única no asegura una inmovilización rígida del sitio de fractura por lo que la reparación ósea podría retrasarse. De todas formas, no puede asegurarse que la diferencia en el tiempo de recuperación sea producto de la elección de la técnica ya que también influyeron factores individuales como el carácter inquieto del paciente así como la poca disposición de los propietarios a mantener al ave en reposo por el tiempo asignado, lo que podría explicar el retraso en la recuperación de la función del miembro respecto al caso clínico 2. De todas formas, la formación del callo óseo se produjo dentro de los plazos descritos en la bibliografía (Harrison y col, 1994; Doneley, 2016).

En cuanto al caso clínico 2, a pesar de que se describe en la bibliografía la migración del clavo intramedular como posible complicación (Speer, 2016), no ocurrió en este caso. El clavo fue introducido de manera retrógrada haciéndolo salir por el tarso de forma de preservar la integridad de la rodilla en caso de que el mismo migrara.

El reposo en confinamiento fue esencial en ambas aves a pesar de tratarse de metodologías diferentes. Es importante asegurar que el propietario lo comprenda de forma de asegurarse la formación del callo óseo, la cual puede tardar un mínimo de 3 semanas en completarse (Harrison y col, 1994).

En conclusión, a pesar de que la toma de radiografías no fue posible en ningún caso, la mejoría clínica fue evidente en cualquiera de las dos técnicas aplicadas.

Por otro lado, si bien este trabajo logra esclarecer los mecanismos de resolución de fracturas de tibiotarso en psitácidos existentes en la actualidad haciendo énfasis en las dos técnicas más utilizadas en Uruguay, el número de casos descritos es muy limitado para extrapolar la efectividad de cada una de las dos técnicas en la población de psitácidos en general, por lo que será fundamental realizar más investigaciones al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bennett R.A., Kuzma A.B. (1992) Fracture management in birds. J Zoo Wildl Med, 23(1): 5-38.
2. Coles B. H. (2007) Essentials of avian medicine and surgery. 3ª ed. Oxford, Blackwell. 406 p.
3. Carpenter J. (2012) Exotic animal formulary. 3a ed. St Louis, Elsevier Saunders. 714 p.
4. DeCamp, C. E., Johnston S. A., Déjardin L. M., Schaefer S. L. (2016) Brinker, Piermattei and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 5a ed. St. Louis, Elsevier. 832 p.
5. De Matos R. (2008). Calcium Metabolism in Birds. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, 11(1): 59–82.
6. Doneley B. (2016) Avian medicine and surgery in practice: companion and aviary birds. 2ª ed. Boca Raton, CRC. 495 p.
7. Fossum T. W. (2009) Cirugía en pequeños animales. 3ª ed. Barcelona, Elsevier. 1632 p.
8. Gleed R. D., Ludders J. W. (2002) Recent advances in veterinary anesthesia and analgesia: Companion animals. Disponible en: http://www.ivis.org/advances/Anesthesia_Gleed/ludders2/chapter.asp?LA=1 Fecha de consulta: 5 de enero de 2019
9. Grimm K. A., Lamont L. A., Tranquilli W. J., Greene S. A., Robertson S. A. (2015) Veterinary anesthesia and analgesia. 5ª ed. Oxford, Wiley. 1072 p.
10. Harrison G.J., Harrison L.R., Ritchie B.W. (1994) Avian medicine: principles and application. 2ª ed. Lake Worth, Wingers. 1384p.
11. Harrison G.J., Lightfoot T. (2006) Clinical avian medicine. Florida, Spix. 1008 p.
12. Hatt J. M., Christen C., Sandmeier P. (2007) Clinical application of an external fixator in the repair of bone fractures in 28 birds. The Veterinary record, 160(6): 188-194.
13. Heatley J. J., Cornejo J. (2015) Psittaciformes. En: Fowler M.E., Miller R.E. Zoo and wild animal medicine. 8ª ed. St. Louis, Elsevier Saunders. pp. 172-185.
14. Jiménez J., Domingo R., Crosta L., Martínez-Silvestre A. (2009) Manual clínico de animales exóticos. Barcelona, Multimédica. 316 p.
15. Jones R. (2013) Fracture management in birds. Disponible en: https://www.vettimes.co.uk/article/fracture-management-in-birds/ Fecha de consulta : 13 de Mayo de 2019.
16. König H. E., Korbel R., Liebich H. (2016) Avian anatomy: textbook and colour atlas. 2ª ed. Sheffield, 5M. 360 p.
17. Levitt L. (1989) Avian orthopedics. Compendium on Continuing Education for Practicing Veterinarian, 11(8):899-929.
18. Longley L. A. (2008) Anaesthesia of exotic pets. Philadelphia, Saunders. 320 p.

19. MacCoy D. M. (1992). Treatment of Fractures in Avian Species. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 22(1): 225–238.
20. Meredith A. (2015) Small animal formulary: exotic pets. 9a ed. Gloucester, BSAVA. 352 p.
21. Meredith A., Redrobe S. (2012) Manual de animales exóticos. Barcelona, Ediciones S. 434 p.
22. Meyer De Schauensee R. (1966) The species of birds of South America and their distribution. Wynnewood, Livingston. 577 p.
23. O'malley B. (2005) Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos. Zaragoza, Servet. 332 p.
24. Orosz S. E., Ensley P. K., Haynes C. J. (1992) Avian surgical anatomy: Thoracic and pelvic limbs. Philadelphia: WB Saunders. 151 p.
25. Saggese M., Pedrosa F., Luján-vega C., Keenan L., Mattielo R., Soler-tovar D., Hidalgo E. (2012). Avian Medicine in Latin America. Journal of Avian Medicine and Surgery, 26(4): 258–265.
26. Samour J. (2010) Medicina aviaria. 2da ed. Barcelona, Elsevier España. 544 p.
27. Sánchez-Migallán D., Tully T. N. (2010) Medicina Aviar. En: Aguilar R., Hernández S. M., Divers S. J., Perpiñán D. Atlas de medicina de animales exóticos. 2ª ed. Buenos Aires, Intermédica. pp. 233-306.
28. Schäffer D., Raposo A., Libório F., Silva R. (2016) Intranasal administration of midazolam in blue-and-yellow macaws (Ara ararauna): evaluation of sedative effects. Veterinary Anaesthesia and Analgesia 43: 459–460.
29. Silvino Z., Neri S. (2004) Medicina y patología de aves de compañía. En: Aguilar R., Hernández-Divers S. M, Hernández-Divers S. Atlas de medicina, terapéutica y patología de animales exóticos. Buenos Aires, Intermédica. pp. 213-264.
30. Speer B. (2016) Current therapy in avian medicine. St. Louis, Elsevier. 928 p.
31. Tobias K. M., Johnston S. A. (2012) Veterinary surgery: Small animal. Ontario: Saunders. 2332 p.
32. Tully T. N. (2002) Basic avian bone growth and healing. Veterinary clinics of North America: Exotic animal practice, 5(1): 23-30.