



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**FRACTURAS CATASTRÓFICAS EN EQUINOS PURA SANGRE DE CARRERA.  
Reporte de dos casos de fractura de escápula**

**por**

**María Victoria HERNANDEZ FUREST  
José Ignacio BONINO CABRERA**

**TESIS DE GRADO** presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias

Orientación: Medicina

**MODALIDAD:** Caso Clínico

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2023**

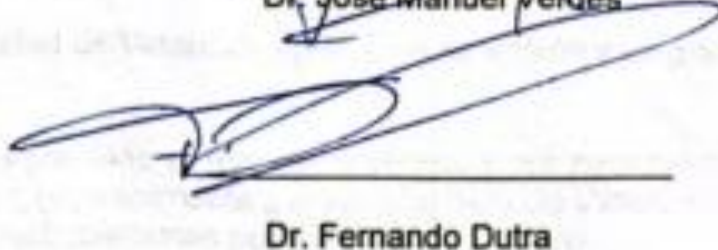
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



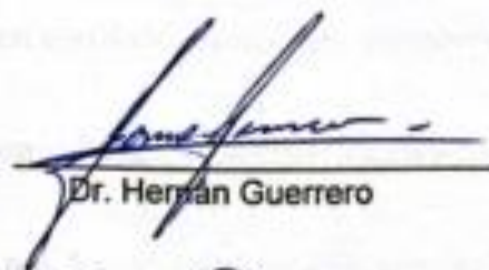
Dr. José Manuel Verdes

Segundo miembro (Tutor):



Dr. Fernando Dutra

Tercer miembro:



Dr. Hernán Guerrero

Cuarto Miembro:



Dra. Rita Rocca

Quinto Miembro:



Dr. Luis Delucchi

Fecha:

28 de Diciembre 2023

Autores:



María Victoria Hernández



José Ignacio Bonino

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a nuestro tutor Dr. Fernando Dutra por aceptar la tutoría, por enseñarnos y guiarnos con total dedicación en todo este proceso.

A nuestros co-tutores Dr. Luis Delucchi y la Dra. Rita Rocca por aceptar la co-tutoría y por todo el tiempo dedicado a ayudarnos en la realización de la tesis.

Al personal de Biblioteca de la Facultad de Veterinaria por su comprensión y su gran dedicación hacia los estudiantes.

Al Hipódromo Nacional de Maroñas por todo el material brindado y por permitirnos realizar el estudio de ambos equinos, especialmente a la jefatura Servicio Veterinario y personal que sin su colaboración no hubiéramos podido realizar la misma.

A la Dra. Valentina Barone y Dr. Nicholas Bimson que fueron parte del proceso y de una ayuda invaluable.

A nuestras familias por permitirnos hacerlo a nuestros tiempos, siempre acompañando e incentivando a seguir y nunca rendirnos.

Infinitamente agradecidos con todos los amigos que fueron parte de este camino que llega a su fin, pero comienza otro.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS .....                          | 3  |
| TABLA DE CONTENIDO.....                        | 4  |
| LISTA DE FIGURAS.....                          | 5  |
| GLOSARIO.....                                  | 7  |
| RESUMEN.....                                   | 8  |
| SUMMARY .....                                  | 9  |
| INTRODUCCIÓN.....                              | 10 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....                   | 12 |
| MIEMBRO TORÁCICO .....                         | 12 |
| ESCÁPULA .....                                 | 12 |
| ARTICULACIÓN DEL HOMBRO .....                  | 13 |
| TEJIDO ÓSEO.....                               | 15 |
| FRACTURAS DE ESTRÉS DE LA ESCÁPULA.....        | 18 |
| HIPÓTESIS .....                                | 21 |
| OBJETIVOS .....                                | 21 |
| OBJETIVO GENERAL.....                          | 21 |
| OBJETIVO PARTICULAR.....                       | 21 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                     | 22 |
| RESULTADOS .....                               | 24 |
| CASO 1:.....                                   | 24 |
| CASO 2:.....                                   | 34 |
| DISCUSIÓN.....                                 | 44 |
| CONCLUSIÓN.....                                | 47 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                              | 48 |
| ANEXO 1 .....                                  | 52 |
| Ficha registro de casos .....                  | 52 |
| ANEXO 2 .....                                  | 54 |
| Ficha AO VET .....                             | 54 |
| ANEXO 3 .....                                  | 55 |
| Clasificación y descripción de fracturas ..... | 55 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Escápula izquierda de equino superficie lateral (Alsina, 2013) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13 |
| Figura 2. Caso 1. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior izquierdo, se observa fractura de escápula conminuta o multifragmentaria, que involucra la articulación escápulo-humeral. ....                                                                                                                               | 24 |
| Figura 3. Caso 1. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior derecho.....                                                                                                                                                                                                                                                 | 25 |
| Figura 4. Caso 1. (A) Fractura de escápula izquierda, articular, completa, multifragmentaria, comenzando en la espina escapular y se continúa con líneas de fractura secundarias completas e incompletas. (B) Escápula derecha. ....                                                                                                                             | 26 |
| Figura 5. Caso 1. Escápula izquierda se observa la línea de fractura secundaria sobre la fosa infraespinosa (flecha azul). ....                                                                                                                                                                                                                                  | 27 |
| Figura 6. Caso 1. Espina escapular izquierda, con presencia de woven bone en la punta de la espina escapular fracturada (flecha). Presencia de coloración rojiza, indicativa de vascularización. ....                                                                                                                                                            | 28 |
| Figura 7. Caso 1. (A) Espina escapular izquierda con presencia de woven bone (círculo). (B) Espina escapular derecha sin presencia de callo óseo. ....                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| Figura 8. Caso 1. El fragmento articular compromete a la cavidad glenoidea hacia craneal y el tubérculo supraglenoideo. Podemos observar sobre el hueso subcondral presencia de esclerosis (flecha) y un callo subperióstico (estrella). El borde de la fractura es irregular. ....                                                                              | 29 |
| Figura 9. Caso 1. El otro fragmento articular compromete a la cavidad glenoidea hacia caudal. Podemos observar sobre el hueso subcondral presencia de esclerosis (flecha) y un callo subperióstico (estrella). ....                                                                                                                                              | 30 |
| Figura 10. Caso 1. Fragmento articular compromete la cavidad glenoidea hacia caudal, se observa el borde de la fractura con una línea irregular (flecha). ....                                                                                                                                                                                                   | 31 |
| Figura 11. Caso 1. Húmero izquierdo con presencia de lesiones en la superficie articular proximal. ....                                                                                                                                                                                                                                                          | 32 |
| Figura 12. Caso 1. Diáfisis del metacarpo izquierdo, presenta una exostosis sobre la superficie dorsomedial (círculo).....                                                                                                                                                                                                                                       | 33 |
| Figura 13. Caso 2. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior derecho, observándose fractura de escápula derecha, articular, completa, multifragmentaria. ....                                                                                                                                                            | 34 |
| Figura 14. Caso 2. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior izquierdo. ....                                                                                                                                                                                                                                             | 35 |
| Figura 15. Caso 2. (A) Escápula derecha con fractura articular, completa, multifragmentaria, a partir del cuello escapular, no involucrando la espina escapular, pero sí encontrando lesiones de estrés en la misma (flecha). Se observan las líneas de fractura con un borde irregular (círculo). (B) Escápula izquierda, presenta lesiones preexistentes. .... | 36 |
| Figura 16. Caso 2. Fragmentos articulares de la cavidad glenoidea, se observa esclerosis (flecha azul). ....                                                                                                                                                                                                                                                     | 37 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17. Caso 2. Fragmento articular de la cavidad glenoidea, esclerosis sobre el hueso subcondral (flecha azul).....                                                                                                                                                               | 38 |
| Figura 18. Caso 2. Superficie articular distal de la escápula (cavidad glenoidea), sobre la zona de esclerosis se puede observar en el cartílago articular la línea de fractura con borde irregular (flecha azul) y presencia de úlcera sobre la superficie articular (estrella)..... | 39 |
| Figura 19. Caso 2. Húmero derecho, observamos en la superficie articular proximal grandes desprendimientos del cartílago articular. ....                                                                                                                                              | 40 |
| Figura 20. Caso 2. Escápula izquierda, se encontraron en la espina escapular lesiones por estrés. ....                                                                                                                                                                                | 41 |
| Figura 21. Caso 2. Húmero izquierdo, presenta una fractura traumática del cuello. ....                                                                                                                                                                                                | 42 |
| Figura 22. Caso 2. Superficie articular proximal de radio. Presentó una úlcera con desprendimiento de cartílago en borde dorsomedial (estrella) y lipbone en todo el borde dorsal (círculo).....                                                                                      | 43 |

## | GLOSARIO

*Woven bone*: tipo de hueso inmaduro que se forma rápidamente durante la reparación de fracturas o en el desarrollo óseo inicial. Se caracteriza por su disposición desorganizada de fibras colágenas, lo que lo hace menos denso y más flexible que el hueso maduro.

*Lipping* o *Lipbone*: se utiliza para describir el crecimiento óseo adicional en los márgenes de las articulaciones, especialmente en las superficies de los huesos. Este fenómeno puede ocurrir con el envejecimiento, la artritis u otras condiciones que afectan las articulaciones, y a menudo se presenta como un engrosamiento o proyección en los bordes de los huesos en las zonas articulares.

## RESUMEN

Las fracturas por estrés en equinos deportivos son lesiones asociadas a la práctica del deporte que provocan claudicaciones en estos y no se asocian con algún evento traumático específico, estas lesiones se producen debido a las actividades repetidas que se dan tanto en el entrenamiento como en las carreras provocando un sobreuso del esqueleto. Es este sobreuso el que genera una mala adaptación ósea a la actividad y si no se tiene en cuenta esto y se continúan con las actividades se va a producir una fractura por estrés, la cual puede derivar en una fractura catastrófica. Las fracturas catastróficas de escápula producidas por estrés no son lesiones comunes en caballos de carreras, pero cuando suceden presentan una configuración en donde vamos a encontrar una zona de callo óseo en la región distal de la espina y la línea de fractura va a involucrar la zona del cuello escapular. El objetivo de este estudio fue describir dos casos de fracturas catastróficas de escápula en equinos Pura Sangre de Carrera (PSC) ocurridas en la pista de césped del Hipódromo Nacional de Maroñas. Se busca detallar la clínica, la patología macroscópica y las circunstancias que rodearon ambos incidentes, con el objetivo de proporcionar una comprensión más completa de estos eventos. Además, se pretende establecer comparaciones con fracturas de escápula en pistas de arena, con el fin de destacar posibles diferencias y similitudes que puedan aportar conocimientos valiosos en cuanto a la prevención de los eventos catastróficos en las competiciones hípicas.

## **SUMMARY**

Stress fractures in Thoroughbred racehorses are overuse injuries that cause lameness and are not associated with any specific traumatic event. They are caused by the repeated loads that occur in both training and racing, which lead to poor bone adaptation to the activity. If overuse is not taken into account and training is continued, a stress fracture will occur, and in severe cases, a catastrophic fracture may result. Catastrophic scapula fractures caused by stress are not common injuries in racehorses, but when they do happen, they present a fracture configuration with a bone callus in the distal region of the spine and a fracture line that involves the scapular neck. This study describes two cases of catastrophic scapula fractures in Thoroughbred racehorses (PSC) that occurred on turf at the Maroñas National Racecourse. The study details the clinical presentation, macroscopic pathology, and circumstances surrounding both incidents, with the aim of providing a more complete understanding of these events. Additionally, it seeks to establish comparisons with scapula fractures on dirt, in order to highlight possible differences and similarities that can provide valuable knowledge regarding the prevention of catastrophic events in equestrian competitions.

## INTRODUCCIÓN

Los equinos en el Uruguay han sido un pilar fundamental para la producción agropecuaria, utilizados como herramientas para un mayor crecimiento económico, actividades deportivas y ecuestres y en el desarrollo del turismo rural. Uruguay ocupa el puesto 24 en el ranking mundial del total de cabezas de equinos y el puesto 4 en relación de equinos por habitantes, siendo estos 1 por cada 8 habitantes (Uruguay XXI, 2021). De acuerdo con información de la Federación Internacional de Autoridades Hípicas (IFHA) Uruguay ocupa el puesto número 8 en el ranking internacional de cría de equinos Pura Sangre de Carrera (PSC). Hoy en día la mayor concentración de equinos de alta competencia, así como las actividades con fines de enseñanza o de paseo, se encuentran en los departamentos del área metropolitana (Uruguay XXI, 2021). La hípica representa el mayor porcentaje dentro de la actividad deportiva con un 39%; pero luego les siguen el Enduro con un 22%, el Raid con el 11% y el Polo con el 5% (Ferrari, Sader, Pérez, López y Recuero, 2012). La actividad hípica, a su vez, genera fuentes de trabajo de manera directa e indirecta, tanto en la cría, la reproducción, las competencias hípicas y la comercialización, que se calculan en un total aproximado de 10.000 puestos de trabajo (Uruguay XXI, 2021).

El Hipódromo Nacional de Maroñas (HNM) se construyó en el año 1874 por la comunidad inglesa, y fue a los pocos años de fundado, que se dictó el primer Reglamento de Carreras. En noviembre de 1888, se fundó el Jockey Club de Montevideo y en diciembre se reconoció su Personería Jurídica y tomó posesión del Hipódromo. El 3 de febrero de 1889, con la presencia del presidente de la República, Máximo Tajes, se cumplió la primera reunión organizada por el Jockey Club de Montevideo, cuya pista tenía por entonces una extensión de 1750 metros (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021). Entre 1997 y 2003 el Hipódromo permaneció abandonado hasta su reinauguración el 29 de junio de 2003 por parte de Hípica Rioplatense Uruguay S.A. (HRU), la cual cuenta con la concesión por 30 años (HRU, s.f.a). El HNM cuenta con una pista de arena de 2065 metros, la cual fue acondicionada previo a la reapertura, una pista auxiliar de arena y la primera pista de césped en Uruguay, de 1906 metros, que fue construida en el año 2018, lo que ha permitido un gran crecimiento de la actividad hípica nacional (HRU, s.f.b; Maroñas, 2019). El HNM abre los partidores de promedio 10.000 veces por año y el número de participantes se ha ido incrementando debido a la mayor cantidad de equinos en las carreras (Bimson, et al., 2022; Ferrari et al., 2012). Anualmente, se realizan alrededor de 100 reuniones, en las cuales participan equinos nacionales y extranjeros. Las carreras en el Uruguay se corren en distancias que van desde los 650 a 2800 metros, siendo entre los 1000 y los 1400 metros las distancias más frecuentes (Ferrari et al., 2012).

Por las características del deporte ecuestre (Turf), los equinos están expuestos a sufrir accidentes, los cuales pueden llegar a ser catastróficos, siendo el sistema musculoesquelético el más afectado (Stover, 2013). Las lesiones musculoesqueléticas son uno de los mayores problemas para el equino PSC en todos los hipódromos del mundo. Esta problemática genera un impacto negativo en el Turf y su entorno, resultando en pérdidas económicas significativas para cuidadores y propietarios. Estas pérdidas incluyen inversiones en medicamentos, honorarios veterinarios, terapias de rehabilitación y el mantenimiento de un equino fuera de las pistas, con costos elevados. La situación se agrava en casos de lesiones catastróficas con mal pronóstico, que pueden requerir la eutanasia,

ocasionando pérdidas totales. Además, estas lesiones se manifiestan de manera espectacular y angustiante, poniendo en peligro la vida de jinetes y otros equinos durante las carreras (Diab et al., 2017; Rocca y Dutra, 2018). Los accidentes catastróficos no solo afectan a nivel económico, sino que también captan inevitablemente la atención pública, influyendo en la percepción del deporte ecuestre (Stover, 2017). Por lo tanto, es imperativo abordar estas problemáticas no solo desde un punto de vista económico, sino también considerando la seguridad y el bienestar tanto de los equinos como de quienes participan en estas competiciones.

Según Rocca y Dutra (2018) se considera como accidente, a toda lesión de origen tendinoso, ligamentoso u óseo que no permita al equino regresar a las pistas antes de los 6 meses, lo que afecta su campaña deportiva. Estas lesiones pueden ser fatales (catastróficas) o inhabilitantes. Las lesiones catastróficas son cuando el equino debe ser eutanasiado, ya que las mismas no permiten un posterior tratamiento y sobrevida del animal, como por ejemplo fracturas de grandes huesos, fracturas irreversibles o luxaciones expuestas. Las fracturas pueden ser provocadas por un evento traumático monotónico o por lesiones microscópicas preexistentes, como lo son las fracturas por estrés. Éstas, son el resultado de cargas repetitivas en el esqueleto durante el entrenamiento o carrera que provocan injurias en lugares específicos de los huesos (sitios de predilección) (Riggs, 2002; Stover, 2015). A su vez, estas lesiones preexistentes muchas veces pasan clínicamente desapercibidas, ya que no presentan un signo claro, o tampoco se ven por medio de radiografías previo a que se forme el callo óseo (Davidson y Ross, 2003; Entwistle et al., 2009; Stover, 2017) y, al no ser diagnosticadas a tiempo, el equino continúa entrenando o corriendo y un alto porcentaje culmina en una fractura catastrófica (Stover, 2017). Las fracturas por estrés pueden ser consideradas injurias ocupacionales, y pueden ser predecibles ya que las lesiones preexistentes suelen encontrarse generalmente en las mismas zonas anatómicas o sitios de predilección de los huesos fracturados. Por lo tanto, si podemos identificar precozmente las lesiones de estrés en los sitios de predilección y controlar los factores de riesgo que influyen en éstas de manera temprana, se podría evitar el desenlace catastrófico (Riggs, 2002; Stover, 2017).

A partir del año 2012 se comenzaron a estudiar y analizar patológicamente las fracturas ocurridas en las pistas de arena del Hipódromo Nacional de Maroñas, observándose que la mayoría ocurrían en huesos largos, principalmente el metacarpo principal, el húmero y la tibia (Rocca y Dutra, 2018). Los dos casos de este estudio sucedieron en carrera, en la pista de césped y representan el 28,5 % del total de accidentes catastróficos ocurridos en la pista de césped (Rocca, 2022). Este hecho motivó la realización de este estudio y la investigación de esta tesis.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La evolución del caballo ha hecho de estos una máquina locomotora muy especializada permitiéndole alcanzar altas velocidades en distancias cortas, así como viajar largas distancias a una velocidad moderada en busca de alimento y agua. Esto les ha permitido, a lo largo de su evolución, escapar de los depredadores. Las características de velocidad y resistencia han sido mejoradas mediante la cría selectiva realizada por los humanos (Getty, 1982; Hinchcliff, Kaneps y Geor, 2007).

La extraordinaria capacidad atlética del caballo se debe a diversas características anatómicas y fisiológicas. Por ejemplo, es un animal que tiene sus extremidades bien adaptadas para dar pasos más largos y correr rápidamente en comparación con otras especies. Esto se debe a la angulación sobreextendida del carpo, lo que resulta en el enderezamiento y alargamiento de sus extremidades (Budras, Sack y Rock, 2009).

### MIEMBRO TORÁCICO

La escápula junto con el hueso coracoides y la clavícula forman parte de lo que se denomina cintura torácica y es donde se une el miembro torácico con el tronco. En los equinos el hueso coracoides y la clavícula se encuentran adaptados de tal manera que la clavícula no es un hueso propiamente dicho, sino que esta se encuentra como una cinta de tejido conectivo (Konig y Liebich, 2005).

La unión del miembro anterior al cuerpo es por medio de músculos y ligamentos, lo que facilita el movimiento, y la absorción de las fuerzas de impacto. Por lo tanto, los miembros anteriores soportan del 55 al 60 % del peso corporal en estación y actúan en la amortiguación, propulsión y en el arranque cuando los caballos están en movimiento (Budras et al., 2009; Dyce, Sack y Wensing, 1991; Pilliner, Elmhurst y Davies, 2002).

### ESCÁPULA

La escápula es un hueso plano, triangular que está situado en la pared lateral y craneal del tórax, comprimida laterolateralmente y solo está unido a este por músculos, ligamentos y tendones sin articulaciones (sinsarcosis) (Dyce et al., 1991; Getty, 1982; Konig y Liebich, 2005; Pilliner et al., 2002). La orientación del eje longitudinal de la escápula es oblicua desde la IV espina torácica al extremo ventral de la primera costilla, siendo la angulación ideal de 45°, y es la que determina la pendiente del hombro y la longitud del paso (Getty, 1982; Pilliner et al., 2002). El borde dorsal mira hacia la columna vertebral y es en ese borde donde se encuentra el cartílago de la escápula. Este cartílago en los animales ungulados tiene como fin agrandar la superficie como una medialuna permitiendo la inserción muscular y actuando como amortiguador. Con la edad este cartílago pierde su elasticidad y se hace quebradizo. En el caballo, particularmente, el cartílago llega hasta la línea de la cruz (Dyce et al., 1991; Konig y Liebich, 2005).

La superficie lateral de la escápula está dividida en dos fosas por una prominencia ósea denominada espina de la escápula. Estas fosas reciben su nombre debido a la ubicación con respecto a la espina de la escápula, quedando la fosa supraespinosa hacia craneal, generalmente pequeña y la fosa infraespinosa hacia caudal más grande. La espina de la escápula comienza en el borde dorsal hasta el ángulo ventral, poco antes de su punto medio se encuentra la tuberosidad de la espina de la escápula. La superficie costal o medial es deprimida y presenta una fosa, en el

borde proximal de la superficie hay una zona rugosa dorsal que se llama cara serrata (Konig y Liebich, 2005). El borde craneal es convexo y rugoso en su parte dorsal, cóncavo y liso ventralmente. El borde caudal es ligeramente cóncavo, grueso y rugoso en su parte dorsal, delgado en la parte media y grueso ventralmente. El borde dorsal como habíamos mencionado anteriormente es el que contiene el cartílago escapular y está situado a lo largo de las espinas vertebrales. La parte ventral en su parte craneal posee la escotadura glenoidea; de inmediato y dorsal a su porción caudolateral hay un tubérculo. El tubérculo supraglenoideo es una prominencia rugosa y larga cranealmente siendo el punto más saliente del hombro del caballo. Del lado medial al tubérculo supraglenoideo sobresale la apófisis coracoides (Baxter, 2020; Getty, 1982). La espina de la escápula proporciona resistencia a la flexión mediolateral del cuerpo escapular (Vallance, Spriet y Stover, 2011b).



*Figura 1: Escápula izquierda de equino superficie lateral (Alsina, 2013)*

#### ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La articulación del hombro es una articulación esferoidea o cotiloidea. Está formada por la parte distal de la escápula, la cavidad glenoidea, que articula con la parte proximal del húmero, la cabeza del húmero. La libertad de movimiento de la articulación se ve limitada por la gran cantidad de músculos que la rodea, siendo el movimiento solo de flexión y extensión, quedando restringida los movimientos de abducción y aducción. A pesar de que es una articulación de tipo esferoidea, los músculos y tendones que la rodean la hacen muy estable, haciendo casi imposible que se disloque. La cápsula articular es grande, la capa fibrosa de la misma se une a los huesos a 1 o 2 cm de las superficies articulares. Esta cápsula articular está reforzada cranealmente por dos ligamentos glenohumerales elásticos y divergentes que van desde el tubérculo supraglenoideo hasta las tuberosidades del húmero. Entre la cápsula articular y el tendón del bíceps braquial hay una almohadilla grasa (Baxter, 2020; Dyce et al., 1991; Getty, 1982; Konig y Liebich, 2005).

### *Músculos asociados a la articulación del hombro:*

Todos los músculos que se encuentran en el hombro tienen su origen en la escápula y se van a insertar en la parte proximal del brazo (Konig y Liebich, 2005). La articulación escápulo-humeral es una articulación cubierta por grandes masas musculares y la limitación en movimiento en bisagra se debe a las diferentes acciones musculares, la aducción la restringe principalmente el músculo infraespinoso y la abducción es restringida por el subescapular y la inserción inferior de los músculos pectorales superficiales (Baxter, 2020; Dyce et al., 1991). Los músculos se van a disponer en un grupo lateral y en otro medial, aunque en realidad toda la articulación se encuentra rodeada por estos (Dyce et al., 1991). El grupo muscular lateral lo integran el supraespinoso, el infraespinoso, el deltoides y el redondo menor. El supraespinoso se ubica en la fosa supraespinosa de la escápula, el origen es el cartílago de la escápula, el borde craneal y la espina escapular, ocupa por completo la fosa y se extiende hasta insertarse en la zona craneal del húmero; la función principal que tiene es la de estabilizar la articulación, además de la extensión de esta (Baxter, 2020; Denoix, 2014; Dyce et al., 1991). El infraespinoso, al igual que el supraespinoso tiene como función la de fijar la articulación y la ubicación es en la fosa infraespinosa de la escápula (Dyce et al., 1991). El deltoides, tiene su origen en el borde caudal y en la espina de la escápula por una aponeurosis, se encuentra unido al infraespinoso por medio de una aponeurosis y su inserción es en la tuberosidad deltoidea del húmero y la función es la de flexionar el hombro (Baxter, 2020; Denoix, 2014; Dyce et al., 1991). Por último, el redondo menor es un músculo que se encuentra por debajo del deltoides y que colabora con la función de flexionar la articulación (Baxter, 2020; Dyce et al., 1991). Los músculos mediales son el subescapular, redondo mayor y coracobraquial. El subescapular se origina y ocupa la fosa subescapular, se inserta en el tubérculo menor del húmero y su principal función es la de estabilizar la articulación; el redondo mayor se origina en el ángulo caudal de la escápula, se inserta junto al dorsal ancho y la función es la de flexionar el hombro; el coracobraquial nace en la apófisis coracoides y se inserta en la diáfisis del húmero (Dyce et al., 1991).

Según Wright (2022) los huesos que forman el esqueleto de los distintos seres vivos incluido el caballo, al realizar los movimientos cotidianos para trasladarse de un punto a otro, sufre la acción de distintas fuerzas. Para poder entender de mejor manera esto, vamos a tomar como ejemplo la diáfisis de un hueso largo, la cual es como un cilindro.

### *Las distintas fuerzas las podemos categorizar de la siguiente manera:*

Tensión: Lo que sucede en este tipo de fuerza es que se aplican fuerzas iguales y opuestas para separar los extremos del hueso. La máxima tensión se produce en un plano que es perpendicular a las fuerzas que son aplicadas en el hueso. Esto provoca que el hueso se estire y se acorte fallando posteriormente. El resultado de esta acción sobre el hueso es la fractura transversal, por lo tanto, los huesos largos no están adaptados para resistir las tensiones unidireccionales que salgan de las actividades fisiológicas normales.

Compresión: en este caso lo que sucede es que la fuerza que se aplica es igual y opuesta desde los extremos del hueso, es decir, como queriéndose juntar, lo que provoca que el hueso se acorte y se ensanche, esto va a provocar una fractura oblicua. Por lo general cuando se dan in vivo las fracturas oblicuas se producen por una combinación de fuerzas de compresión, flexión y/o torsión. La morfología de la fractura va a determinar el tipo predominante de fuerza que lo provocó, por ejemplo,

si la fuerza que predomina es la compresión tendremos una fractura oblicua con o sin fragmento de mariposa.

Torsión: la fuerza de torsión es cuando los extremos del hueso giran de manera opuesta provocando que el eje longitudinal se tuerza. Esta torsión provoca un tipo de fractura en espiral.

Flexión: Cuando se da la fuerza de flexión se provoca compresión en el lado cóncavo del hueso y tensión en el lado convexo.

La falla comienza en el lado convexo del hueso porque este es mucho más débil en tensión que en compresión (Vallance et al., 2011b; Wright 2022).

Cortante: es la fuerza que se aplica paralelamente a una superficie (Wright, 2022).

Cuando las fuerzas sobrepasan las propiedades mecánicas del hueso es cuando se va a producir la fractura, por lo tanto, las fracturas se van a producir en las direcciones que encuentran menos resistencia mecánica (Wright, 2022).

Según un estudio realizado por Vallance et al. (2011b), sobre la escápula actuarían las siguientes fuerzas:

- 1) la flexión medio lateral de la escápula que provoca altas tensiones en la unión de la espina y el cuello,
- 2) la tensión que provoca el tendón del músculo bíceps braquial sobre el tubérculo supraglenoideo y la cara craneal del cuello.

## TEJIDO ÓSEO

Durante el transcurso de la vida el hueso se adapta para optimizar su estructura y su actividad metabólica para cubrir las demandas físicas y bioquímicas del organismo, sin llevar a un gasto energético excesivo. A su vez, se destaca dentro de las funciones del hueso, la de ser reservorio de minerales esenciales, depósito de grasa, órgano hematopoyético, detoxificador y actúa como órgano endocrino (Hinchcliff, 2007; Nixon, 2020; Wright, 2022). El hueso está muy vascularizado y tiene una excelente capacidad de auto reparación, lo cual es de mucha importancia, ya que le posibilita adaptarse a la variación de cargas más allá de los cambios estructurales que sufre a lo largo de la vida. Por otra parte, las superficies del hueso están recubiertas de células llamadas osteoblastos y osteoclastos y son las responsables de mantener la forma y el tamaño del hueso mediante un constante recambio celular y tisular, por medio de canalículos óseos, a través de la formación y resorción ósea (modelado, remodelado y reparación ósea). Esta capacidad de recambio es la que permite al tejido óseo reparar de manera continua las microfracturas que se forman continuamente por las fuerzas de deformación que sufre el esqueleto (Nixon, 2020; Wright, 2022).

### *Estructura ósea:*

Los huesos largos del esqueleto axial se dividen en cuatro regiones anatómicas: la diáfisis, las epífisis, la metáfisis, que separa las epífisis de la diáfisis, y las fisis o placas de crecimiento. La fisis, es la responsable del crecimiento de los huesos largos por osificación endocondral. Cuando el hueso madura, la fisis culmina su etapa de crecimiento y se cierra. En la etapa de maduración encontramos dos tipos de hueso, hueso cortical compacto y hueso esponjoso o trabecular (por estar formado por trabéculas). La metáfisis se compone por hueso trabecular (esponjoso) y lo recubre hueso cortical y subcondral denso. La diáfisis es un tubo hueco compuesto por hueso cortical y una cavidad central en la cual se encuentra la médula hematopoyética o grasa.

En la mayoría de los huesos largos, las diáfisis están diseñadas para soportar la mayor cantidad de fuerza posible ya que tienen la capacidad de doblarse, como

torsionarse sobre su propio eje, hasta que se vence dicha capacidad y se rompen. Las epífisis resisten la compresión de las cargas ensanchándose y reduciendo así la presión y el impacto en las superficies articulares; esto ocurre debido a que la carga se distribuye sobre un área transversal más grande (Nixon, 2020; Wright, 2022).

Por fuera, el hueso está cubierto por el periostio, siendo ésta, una capa de tejido conectivo que recubre la mayoría de los huesos en su superficie exterior, excepto en el cartílago articular, inserciones tendinosas, ligamentos y cápsulas articulares. Está formado por dos capas. La capa externa, que es fibrosa y tiene vasos sanguíneos y nervios, y otra capa celular interna, con células osteoprogenitoras fundamentales para la reparación y el crecimiento óseo (Nixon, 2020; Wright, 2022). La superficie interna (medular o endóstica) de un hueso está recubierta por el endostio, formado por una membrana delgada, de tejido conectivo y unas pocas capas celulares. Al contener células osteoprogenitoras el endostio también participa en la reparación de las fracturas (Wright, 2022).

La microestructura del hueso tiene tres componentes principales: las células, la matriz extracelular orgánica y la porción inorgánica del hueso que están íntimamente asociados entre sí, lo que le permite una respuesta rápida a los requerimientos mecánicos y homeostáticos del cuerpo (Nixon, 2020).

#### *Componentes celulares:*

El hueso sano cuenta con distintos tipos de células las cuales son las responsables de diferentes funciones asociadas a su formación, mantenimiento, adaptación funcional y homeostasis (Wright, 2022).

#### *Osteoblastos:*

Los osteoblastos se desarrollan a partir de la línea celular osteoprogenitora fibroblástica o células mesenquimales y están en la mayoría de las superficies óseas (Nixon, 2020; Wright, 2022). Son células con una alta actividad metabólica, siendo los encargados de la producción de la mayoría de los componentes orgánicos del hueso, como el colágeno, proteoglicanos y otras proteínas no-colágenas (Nixon, 2020). En las superficies de formación acelerada, los osteoblastos que quedan atrapados en la matriz se van a convertir en osteocitos (Hinchcliff, 2007). Luego de que estas células cumplen con su función (ayudando a formar hueso nuevo) una parte sufre la apoptosis, o muerte celular programada, mientras que otra parte de estas permanece en la superficie ósea recubriendo las superficies recién formadas. Otra de sus funciones es regular la función de los osteoclastos activando o inhibiendo su acción, durante el proceso de remodelación (Hinchcliff, 2007; Wright, 2022).

#### *Osteocitos:*

Los osteocitos constituyen la mayor cantidad de células óseas, están dentro de la matriz ósea en pequeñas cavidades llamadas osteoplastos o lagunas osteocitarias. Cumplen con varias funciones fisiológicas, como la de moderar el contenido de minerales en la matriz ósea. Dentro de la matriz ósea forman parte de un sistema de comunicación y transporte con otros osteocitos y osteoblastos por medio de proyecciones citoplasmáticas. Estos procesos o proyecciones citoplasmáticas finas y largas crecen a partir de la membrana celular durante el intercambio de osteoblasto a osteocito, encontrándose en diminutos canales llamados canaliculos. Esta interconexión, permite regular el intercambio de iones minerales entre el líquido extracelular y el hueso por medio del sistema canalicular. Cada vez más se cree que los osteocitos cumplen un rol importante en el metabolismo óseo y de homeostasis, ya que son capaces de detectar deformaciones y microfracturas en el hueso y la

respuesta celular a estos daños a través del remodelado (Hinchcliff, 2007; Nixon, 2020; Wright, 2022).

#### *Osteoclastos:*

Son células grandes multinucleadas encargadas de la resorción del hueso. Se encuentran en las lagunas de Howship, siendo los sitios activos de resorción ósea. Los osteoclastos provienen de la familia de los monocitos, los cuales se encuentran en la sangre antes de llegar al hueso. Cuando se activa la resorción ósea, primero, los osteocitos que revisten la estructura ósea, se mueven y permiten que los osteoclastos se inserten en la matriz. Para que se de la unión del hueso con el osteoclasto se precisan dos regiones, un borde ondulado y una zona de sellado, entonces, la membrana del osteoclasto se sella a la superficie del hueso y se realiza la resorción ósea. Los osteoclastos producen fosfatasa ácida y colagenasa lo que se usa para disolver los minerales y luego es utilizado para eliminar la matriz orgánica a una profundidad de 1 a 2  $\mu\text{m}$ , quedando un hueco (Nixon, 2020; Wright, 2022).

#### *Componente inorgánico:*

Lo componen minerales mayoritariamente el calcio y el fósforo, en forma de cristales similares a cristales de hidroxiapatita sintética. Además, podemos encontrar carbonato, magnesio, fluoruro y citrato en cantidades variables. Siendo esta parte del hueso responsable de la rigidez, dureza y fuerza mecánica (Nixon, 2020).

La mineralización de la matriz ósea juega un rol importante en el cumplimiento de las funciones del hueso, ya que la misma comienza tan pronto como se secreta y según el porcentaje que alcance y la variación de la organización de la matriz (porosidad y orientación de las fibras de colágeno) influirán significativamente en la fuerza, rigidez y dureza del hueso. En un hueso sano para poder mantener las características de rigidez, dureza y fuerza la fracción de minerales debe mantenerse entre 70 y 80 % (Wright, 2022).

El hueso lamelar tiene una forma organizada de depósito de fibras de colágeno alrededor de un plexo de vasos sanguíneos, quedando paralelas dentro de cada lámina. Cuando el hueso se enfrenta a cambios rápidos fisiológicos (embriones o recién nacidos) o patológicos (fracturas) se genera, como respuesta, una micro estructura, un hueso nuevo, el *woven bone* o hueso trenzado, donde las fibras de colágeno, a diferencia del hueso lamelar, son de gran diámetro y orientadas al azar dentro de la matriz, con una alta densidad de osteocitos de distinto tamaño, orientación y distribución. El *woven bone* se forma de una manera rápida, a diferencia del hueso lamelar, quedando un hueso más débil desde el punto de vista de las propiedades mecánicas. El *woven bone* se deposita tanto en la superficie perióstica como endóstica formando así capas de un tejido blando, el cual va a incluir varios vasos sanguíneos, y será luego reemplazado por hueso lamelar formando osteones primarios. Este hueso nuevo que se forma puede aumentar el grosor y/o diámetro de las superficies del hueso, y este proceso se denomina remodelado óseo y ocurre durante el crecimiento o como respuesta a cambios en el entorno mecánico del hueso.

Bajo situaciones normales los osteoclastos y osteoblastos trabajan en sintonía, los osteoclastos reabsorben la zona afectada y los osteoblastos depositan matriz fresca, llamándose este fenómeno como remodelación ósea. Hay que tener presente que el hueso debe resistir la fatiga mientras sucede la remodelación, ya que el mismo queda debilitado durante el proceso al contener una alta proporción de *woven bone* (Wright, 2022).

La vida normal hace que los huesos estén sometidos a diferentes tipos de fuerza las cuales van a generar diferentes alteraciones dependiendo de qué hueso se trate, ya

que la forma y la composición no es la misma en todos. El estrés óseo puede ser denominado como la carga por unidad de área y la deformación como un cambio en su longitud. El hueso al ser rígido y elástico puede deformarse como respuesta a las distintas cargas/estrés y luego volver a su forma original. Pero cuando el estrés o la fuerza de tensión exceden la capacidad de adaptación del hueso, es cuando se producen las microfracturas. Por lo tanto, si la carga de fuerzas es continua o aumenta de manera abrupta puede llevar a la falla total en la capacidad del hueso de absorber las fuerzas y provocar una fractura (Nixon, 2020; Wright, 2022). El hueso es un material complejo, y hay muchos factores que afectan sus propiedades mecánicas. La diáfisis es rígida, debido al alto componente mineral que tiene, permitiéndole así resistir las fuerzas de flexión y tensión para una locomoción energéticamente eficiente. Por el contrario, la matriz ósea, en las regiones metafisarias y epifisarias que se cargan más durante la compresión, tiene niveles más bajos de mineralización, haciendo que el material sea más compatible para la absorción de cargas de choque, protegiendo así el cartílago articular y estructuras asociadas (Wright, 2022).

El proceso de remodelación ósea genera una fase de porosidad temporal entre la reabsorción que provocan los osteoclastos y la formación de hueso nuevo creado por los osteoblastos. Como consecuencia el hueso remodelado (osteona secundaria) es menos fuerte que el hueso original, ya que esta menos mineralizado y la estructura es más fibrosa. Entonces el hueso es notablemente bueno absorbiendo microdaños sin detrimento significativo de sus propiedades mecánicas, pero si la tasa de carga se eleva este va a comportarse de una manera más frágil (Wright, 2022). Esta remodelación, clínicamente va a ser significativa en la zona distal del miembro de los equinos, ya que es el área con mayor impacto de carga. La carga principalmente se aplica con frecuencia excéntricamente en el momento de flexión, que es a menudo exagerada por el tirón de la musculatura, ésta se va a transmitir a los huesos por medio de las articulaciones. Las trabéculas que forman la red esponjosa junto con la grasa y otros tejidos que hay dentro de estas, van a brindar una estructura más flexible capaz de absorber las cargas de mejor manera que el hueso cortical, que es más denso. El desarrollo óseo y las características de los huesos están relacionados directamente con el entorno y las cargas a las que se sometan, ya que el aumento en los niveles de actividad fomenta la formación ósea, mientras que el desuso va a provocar una reabsorción neta. Así mismo un cambio en la actividad que estén desarrollando va a provocar que la carga que se venía dando de una manera se altere y provoque un cambio en la dirección de la tensión principal estimulando el modelado y redistribuyendo la masa ósea, formando una estructura que se adapte mejor, como sucede en el tercer hueso metacarpiano de los caballos jóvenes que realizan galope rápido. La respuesta fisiológica a los cambios mecánicos en el ambiente es rápida, se va a producir después de pocos ciclos, pero los cambios arquitectónicos van a demorar semanas o meses, por lo tanto, debemos permitir que el desarrollo óseo se acompañe con el entrenamiento, al igual que se hace con el sistema cardiovascular, como otros sistemas (Wright, 2022).

## **FRACTURAS DE ESTRÉS DE LA ESCÁPULA**

Las fracturas completas de escápula no son lesiones frecuentes (Davidson y Martin, 2004). Según Stover y Murray en un estudio realizado en California en el año 2008 solo el 2% de las lesiones musculoesqueléticas catastróficas fueron debido a esta afección. Las fracturas por estrés de escápula causan claudicaciones moderadas e

intermitentes en los equinos (Davidson y Martin, 2004; Vallance, Lumsden y O'Sullivan, 2009).

Cuando la lesión es producida por un trauma encontramos la fractura completa del cuello y del cuerpo de la escápula, pero lo más común que se lesione por medio de un trauma es el tubérculo supraglenoideo (Davidson y Martin 2004; Vallance et al., 2011b). Cuando la fractura es por una lesión de estrés, estando ante una ausencia de un trauma específico, este resultado es provocado por una patología preexistente debido a una mala adaptación en el proceso de remodelación ósea (Davidson y Martin, 2004). Las zonas más comunes, o zonas de predilección, donde se identificaron lesiones por estrés en la escápula son en la espina escapular, en la zona medial o en la parte distal de ésta donde se une con el cuello de la escápula (Stover, 2015). Otras zonas donde se han encontrado lesiones por estrés son en las fosas, tanto la supraespinosa como en el aspecto caudal de la infraespinosa y en la parte caudal del cuello escapular, pero el sitio de mayor riesgo de fractura escapular completa o catastrófica es en la región distal de la espina. Las fracturas por estrés en ambos miembros son comunes, pero la fractura completa asociada a una fractura por estrés es más común que se presente en el miembro anterior derecho (Stover, 2015; Vallance et al., 2009; Vallance et al., 2011a).

La presencia de lesiones de estrés indica que el hueso entra en un desbalance entre el daño y la formación del nuevo hueso generando un debilitamiento del mismo. La manifestación de esto es a través de la formación del callo óseo, el cual pasa por diferentes estadios con diferentes características. El callo óseo se puede categorizar en tres etapas progresivas, la primera etapa presenta una mínima o nula elevación del periostio (menor a 0,5 mm) y una decoloración rojiza a amarillada acorde con hemorragia o hiperemia, compatible con un proceso inflamatorio inicial. En la segunda etapa, la elevación del periostio es mayor (de 0,5 a 2 mm) y en la superficie aparece una textura típica del *woven bone*, compatible con la fase de reparación, por último, la tercer etapa se caracteriza por un nuevo hueso perióstico (mayor a 2 mm) con decoloración y una superficie firme típica de tejido óseo consolidado, compatible con el reemplazo del *woven bone* con un tejido lamelar más duro (Entwistle et al., 2009).

Existen factores de riesgo que pueden llevar a generar el estrés óseo. Por ejemplo, el entrenamiento se considera un factor de riesgo, ya que un equino que comienza su entrenamiento, como otro que vuelve a entrenar luego de cierto tiempo, precisa que el hueso sufra un proceso de adaptación a ejercicios a altas velocidades. La respuesta fisiológica, a los cambios mecánicos son bastante rápidos y en pocos ciclos de carga, mientras que los cambios en la arquitectura ósea pueden demorar de semanas a meses en completarse (Stover, 2015; Wright, 2022). Por lo cual, un aumento repentino en la actividad física en entrenamiento puede llevar a altas tensiones óseas. Si no se logra una correcta adaptación, y se continúa aumentando el entrenamiento, el daño excede la reparación ósea, pudiendo llevar a la producción de las fracturas por estrés (Davidson y Martin, 2004; Estberg et al., 1996; Verheyen, Lanyon, y Wood, 2006; Stover, 2015; Wright, 2022). Por esto, es importante el reconocimiento temprano de estas lesiones, para modificar el entrenamiento y ayudar a la adaptación del hueso. Es necesario de un gran conocimiento, un alto índice de sospecha y un examen clínico exhaustivo, ya que los signos clínicos pueden ser intermitentes y no siempre son tan claros. A veces simplemente una baja performance o claudicaciones agudas luego de un ejercicio pueden ser suficientes para sospechar (Stover, 2015). Un programa de

entrenamiento ideal sería aquel que los ejercicios sean estímulos que provoquen una correcta respuesta de remodelación sin exceder y causar daños (Wright, 2022). Para disminuir el riesgo de provocar lesiones por estrés o llegar a fracturas catastróficas se debe considerar la edad de los caballos, ya que cuando comienzan el entrenamiento muy temprano en edad, el desarrollo muscular y esquelético no ha terminado y si estos se sobrecargan pueden terminar en una lesión catastrófica, así mismo, debe de tenerse la misma consideración con los caballos mayores debido a que los tejidos comienzan a deteriorarse con la edad, siendo un riesgo que se formen lesiones por estrés. Caballos que tengan una trayectoria deportiva extensa en el tiempo, y por lo tanto, más distancia recorrida en los entrenamientos y carreras, pueden acumular más fatiga a nivel óseo, como en los tejidos musculares, aumentando la probabilidad de que ocurran lesiones en los tejidos blandos y óseos (Borges y Rovira, 2020).

Las lesiones por estrés en la escápula pueden ocurrir a los 2, 3, 4 y 5 años, pero las fracturas completas por estrés de escápula, o fracturas catastróficas, se van a presentar a una edad temprana, coincidiendo con el comienzo de la actividad en las pistas, a los 2 años, o bien en animales que presentan 5 o más años de edad (Hitchens, Morrice-West, Stevenson y Whitton, 2019; Stover, 2015).

Los machos enteros o castrados tienen mayor riesgo de sufrir una fractura de escápula que las hembras (Schild, Asin, Blea, Stover y Uzal, 2023; Vallance et al., 2011a).

Otro factor de riesgo pueden ser las superficies en la que los caballos corren, según Georgopoulos y Parkin (2016) los caballos corriendo sobre pistas de arena tienen un mayor riesgo de provocar una fractura que las superficies de césped o sintéticas. Se cree que esta afirmación puede ser debida a un aumento de fuerzas ejercidas al miembro del caballo. Según Hitchens et al. (2019) aumentan el riesgo factores de la pista, tales como la firmeza en la pista de césped o el descuido y bajo mantenimiento en la pista de arena.

## **HIPÓTESIS**

Las lesiones catastróficas de escápula ocurridas en caballos en carreras están asociadas a lesiones óseas preexistentes en puntos específicos del hueso.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Investigar las fracturas de escápula de dos equinos de alta competencia del Hipódromo Nacional de Maroñas.

### **OBJETIVO PARTICULAR**

Describir el cuadro clínico, radiológico y las circunstancias de ocurrencia de dos eventos de fracturas de escápula ocurridos en la pista de césped del Hipódromo Nacional de Maroñas.

Describir las lesiones macroscópicas de la escápula y obtener registros fotográficos de estas.

Determinar si las fracturas catastróficas de escápula fueron producidas por una lesión preexistente en sitios de predilección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron, para este estudio, los miembros torácicos fracturados y sus homólogos contralaterales de dos equinos PSC que sufrieron accidentes catastróficos en la región de la escápula, en el Hipódromo Nacional de Maroñas. Los animales fueron eutanasiados por el servicio veterinario el mismo día de reunión, siguiendo el protocolo del Hipódromo Nacional de Maroñas (PEO-SV-007 - Accidentes y Atenciones) y con el consentimiento del propietario y/o entrenador.

Los datos de los equinos fracturados se obtuvieron de una ficha de registros de accidentes del software del Servicio Veterinario de HNM (REG-PEO-SV-007-C). La misma otorga información relevante relacionada al equino, condiciones de la pista y datos de la carrera al momento del accidente.

La metodología de necropsia empleada es similar a la utilizada en otros hipódromos del mundo con programas similares (Oikawa y Kusunose, 2005; Pool y Meagher, 1990; Stover, 2008).

*Extracción de muestras:* Los materiales utilizados para la extracción de los miembros fueron guantes, cuchillas, chaira, ganchos, bolsas de nylon y etiquetas para identificar las muestras. Las mismas se tomaron del miembro completo con piel, desde la escápula hasta el casco, siempre con el cuidado de no alterar las superficies articulares. La necropsia se realizó bajo la supervisión de los veterinarios del HNM.

*Radiografías:* Se utilizó para las radiografías un equipo marca Sound-eklin sprint Bolt, panel Rayence, con un emisor Poskom 76-78 kvs y 06-08 Mas. Las incidencias de elección en ambos casos fueron craneocaudal y lateromedial y se registró todo lo que se observó en las imágenes, las incidencias realizadas son posibles ya que los miembros se encuentran separados del cuerpo (Butler, Colles, Dyson, Kold y Poulos, 1993). Se realizaron radiografías del hueso fracturado y su homólogo, manteniendo la musculatura y la piel, con el objetivo de obtener información complementaria y orientar el método de limpieza del mismo como también permitir una mejor revisión del hueso homólogo, ya que si hubiera un hallazgo en la radiografía se realiza una revisión dirigida hacia esa zona específica.

*Conservación de muestras:* Luego de concluir con las radiografías, las piezas anatómicas fueron congeladas en un freezer a -20 °C evitando la deshidratación o desecamiento de las muestras, debido a que la congelación no altera las estructuras óseas (Rocca y Dutra, 2018). Las muestras fueron guardadas con una etiqueta de identificación con los datos de n° de registro, nombre del equino, fecha de la fractura, miembro/s y/o hueso/s fracturado/s y responsable.

*Estudio anatomopatológico:* Para realizar el estudio anatomopatológico las piezas anatómicas se descongelaron a temperatura ambiente durante 24 horas. Se utilizó una mesa de estudio y materiales de protección, incluyendo guantes, mameluco, botas y tapabocas. Se comenzó con cuchillos afilados, chaira o afilador, la remoción de la piel y subcutáneo, luego con el tejido muscular se utilizó bisturí y hoja de bisturí, pinzas de mano izquierda y con extremo cuidado de no rayar o raspar las superficies óseas o articulares y alterar la calidad de la muestra. Luego se procedió a la desarticulación de todas las articulaciones del miembro torácico, quedando los huesos limpios sin estructuras blandas (tendones y ligamentos) a su alrededor. Los cortes se realizaron cuidadosamente utilizando el filo y no la punta del cuchillo o bisturí, cortando los ligamentos a nivel del extremo epifisario (nunca a nivel del espacio articular) para evitar dañar el cartílago articular.

Se lavaron y limpiaron los huesos con cepillo blando para mejorar las condiciones visuales de las estructuras óseas, cepillo duro para limpiar las superficies óseas aserradas, agua para retirar el excedente y servilletas para secar las superficies. El hueso fracturado se reconstruyó, con bandas de goma, para mejorar la interpretación e identificar el origen de la fractura. Al tener el material limpio, se comenzó con el estudio anatomopatológico, tanto del miembro fracturado como del contralateral. Se identificó el tipo y la línea de fractura y se registraron las lesiones preexistentes que pudieran estar asociadas con las líneas de fractura. Se observaron las superficies articulares de cada una de las articulaciones de todo el miembro, del miembro afectado como del contralateral. Toda la información se registró en papel y con cámara de fotos, las mismas se extrajeron colocando un fondo oscuro. Luego de terminar con el análisis se descartó todo el material en bolsas de nylon, para que sea retirado por personal autorizado por el HNM.

*Clasificación y descripción de fracturas y registro de datos:* Para la clasificación de las fracturas se utilizó el esquema internacional y una ficha prediseñada en donde se detallan los distintos tipos de fractura y su región, y otras alteraciones que podamos llegar a encontrar. Esta ficha (F-FRC-01- Registro de casos) (Anexo 1) fue creada por el Dr. Fernando Dutra y Cristina Easton y está basada en la clasificación de la AO VET (Müller, Koch, Nazarian y Schatzker, 1990) (Anexo 2). La misma permite clasificar las fracturas de una manera práctica, sencilla y concreta, y así tener un diagnóstico más certero de la causa del evento catastrófico. La ficha incluyó número de caso, la fecha de procesamiento, edad, sexo, actividad, los miembros identificados y la descripción de la anatomía patológica. Se tomaron fotografías de cada hueso como registro y respaldo de la descripción anatomopatológica (Anexo 3).

## RESULTADOS

### CASO 1:

El primer caso era un equino macho, PSC, de 4 años de edad.

La condición de la carrera era: *“Para todo caballo de 4 años y mas edad, ganadores de dos carreras en HNM o su equivalente. Peso: 57 kilos. Hembras dos kilos menos. Los de 5 años y más edad, recibirán 3 kilos.”*.

La carrera se llevó a cabo durante el mes de junio de 2021(otoño) con una temperatura de 12°C, con una humedad de 61 %. En la pista de césped del Hipódromo Nacional de Maroñas en una distancia de 1500 metros. La fractura de escápula del miembro anterior izquierdo ocurrió faltando 100 metros para culminar la carrera.

Las radiografías del caso 1 fueron las siguientes:



*Figura 2. Caso 1. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior izquierdo, se observa fractura de escápula conminuta o multifragmentaria, que involucra la articulación escápulo-humeral.*



*Figura 3. Caso 1. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior derecho.*

Miembro anterior izquierdo:

Al comenzar la anatomía patológica de los huesos del miembro anterior izquierdo, ya limpios sin las estructuras blandas, se encontró en el hueso de la escápula una fractura articular completa, multifragmentaria, por presentar más de 3 fragmentos, con un punto de unión común, la cual se continuaba con líneas de fractura secundarias completas e incompletas, quedando fragmentos de más de 5 cm y una línea de fractura secundaria incompleta en la fosa infraespinosa (Fig. 4).



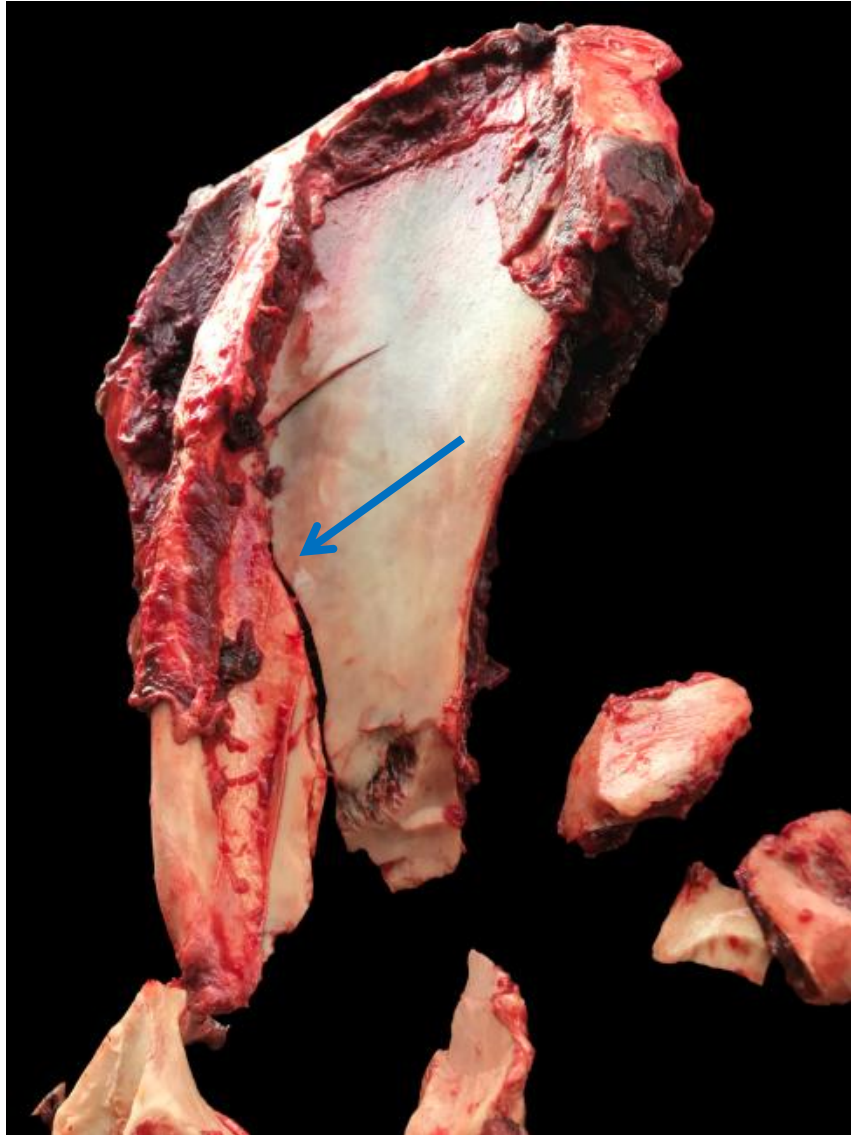
(A)



(B)

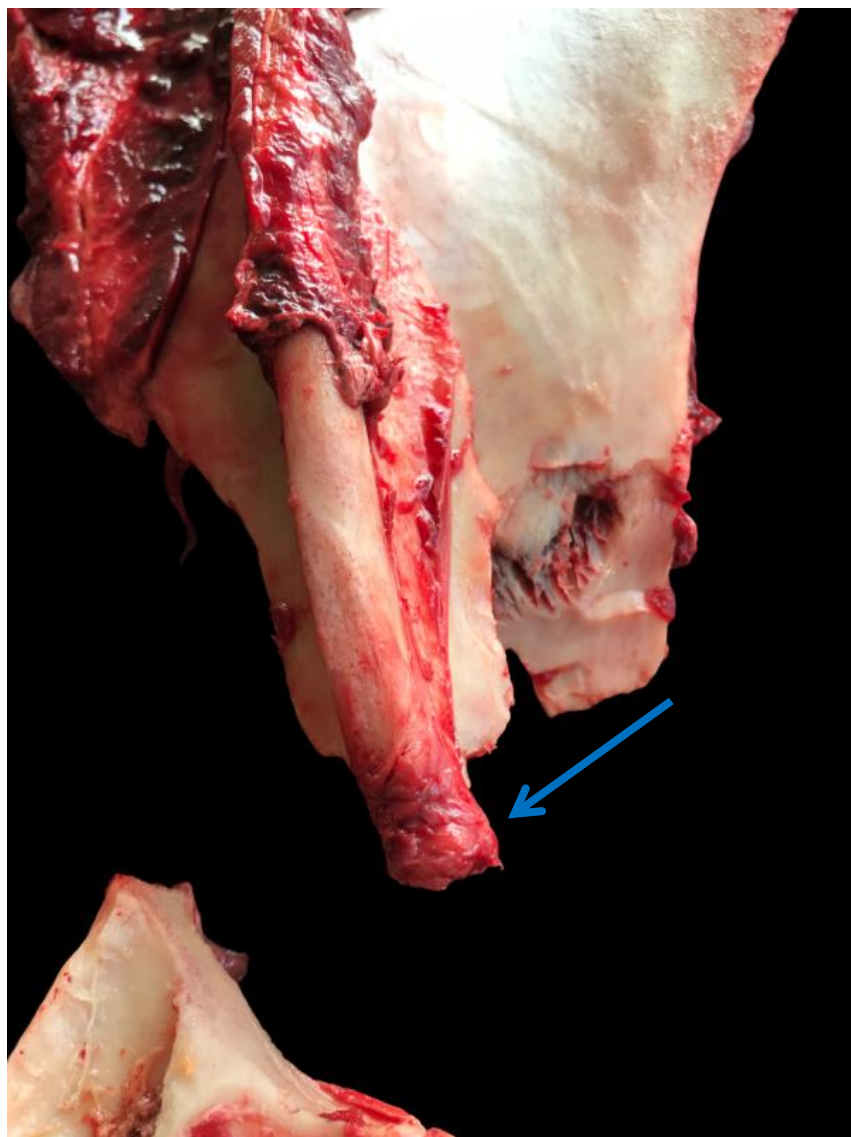
*Figura 4. Caso 1. (A) Fractura de escápula izquierda, articular, completa, multifragmentaria, comenzando en la espina escapular y se continúa con líneas de fractura secundarias completas e incompletas. (B) Escápula derecha.*

Describimos como fractura secundaria a aquella fractura que se produjo como consecuencia de la primera, ocurrida por una lesión preexistente, y el equino al seguir corriendo o caer, el hueso continúa recibiendo ciertas presiones y lleva a las fracturas secundarias. Nos damos cuenta que son secundarias (Fig. 5) ya que la línea de fractura es nítida, filante, contrario a las fracturas primarias o por estrés donde se observan bordes irregulares, porosos, ásperos.



*Figura 5. Caso 1. Escápula izquierda se observa la línea de fractura secundaria sobre la fosa infraespinosa (flecha azul).*

En la espina escapular podemos observar un calo óseo “*woven bone*” activo (observamos que el color de la espina tenía un tinte rojizo indicando que hay presencia de vascularización en proceso de generar nuevo hueso, presencia de rarefacción ósea, calo óseo) (Fig. 6 y 7) y también habiendo presencia hacia distal del hueso denso, un calo endóstico activo.



*Figura 6. Caso 1. Espina escapular izquierda, con presencia de woven bone en la punta de la espina escapular fracturada (flecha). Presencia de coloración rojiza, indicativa de vascularización.*

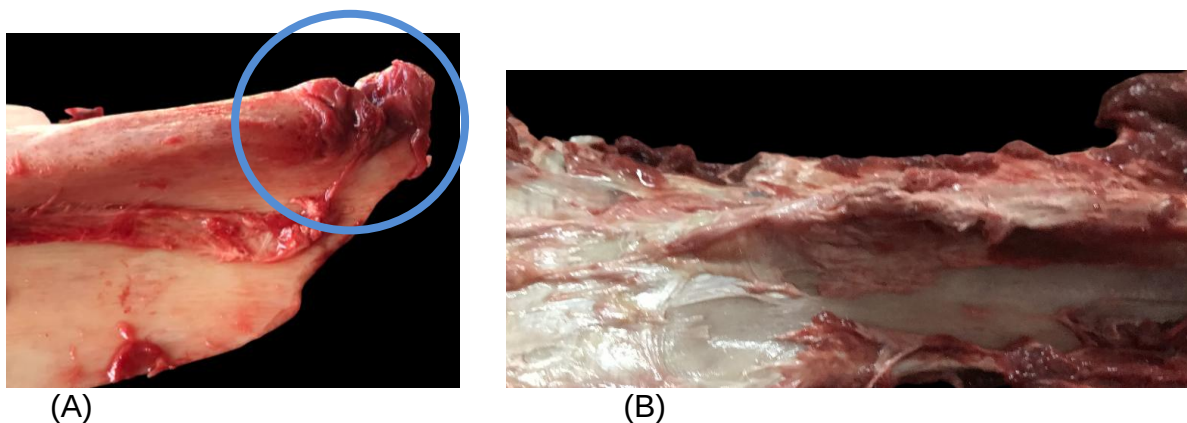


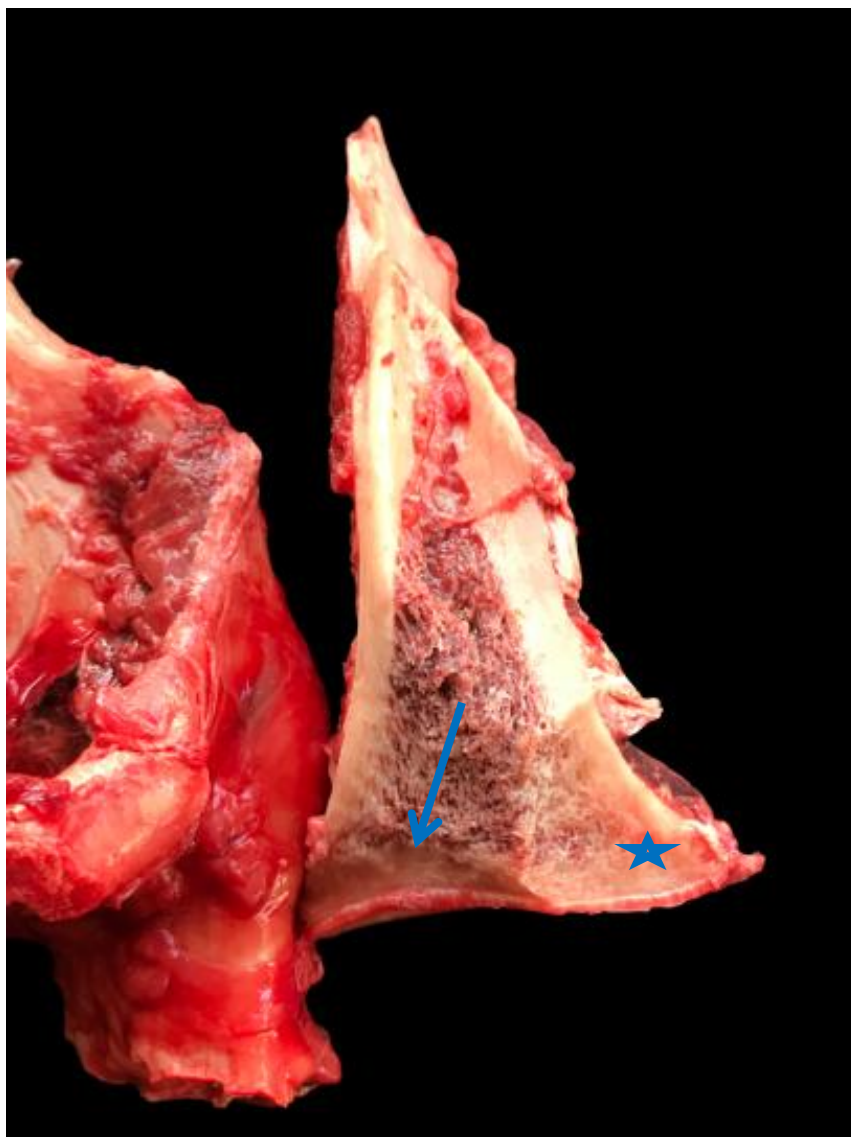
Figura 7. Caso 1. (A) Espina escapular izquierda con presencia de woven bone (círculo). (B) Espina escapular derecha sin presencia de callo óseo.

El fragmento de la Figura 8 presenta en el borde articular sobre el hueso subcondral, un callo subperióstico y esclerosis. El callo óseo se encuentra activo, se vio presencia de vascularización. También pudimos observar la presencia del borde rugoso de la fractura.

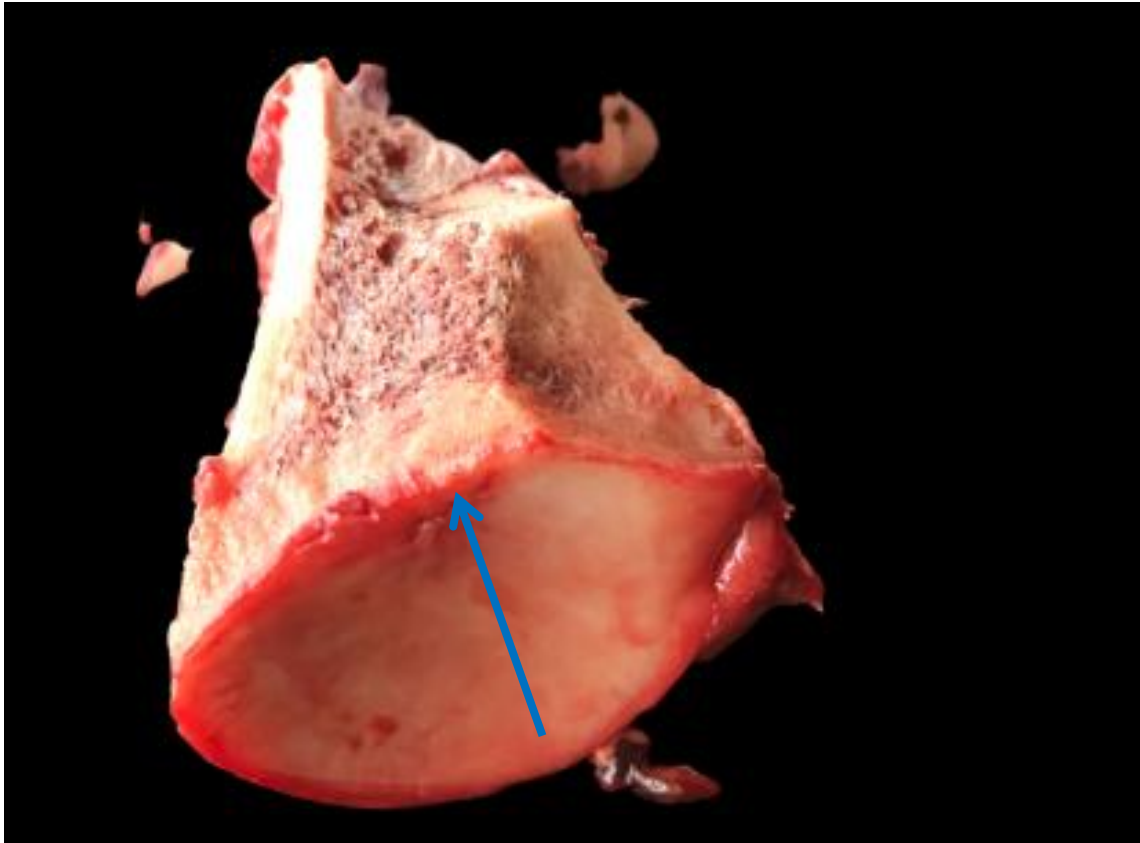


Figura 8. Caso 1. El fragmento articular compromete a la cavidad glenoidea hacia craneal y el tubérculo supraglenoideo. Podemos observar sobre el hueso subcondral presencia de esclerosis (flecha) y un callo subperióstico (estrella). El borde de la fractura es irregular.

El fragmento de la figura 9 y 10 también presentaba los mismos hallazgos que el fragmento de la figura 8.



*Figura 9. Caso 1. El otro fragmento articular compromete a la cavidad glenoidea hacia caudal. Podemos observar sobre el hueso subcondral presencia de esclerosis (flecha) y un callo subperióstico (estrella).*



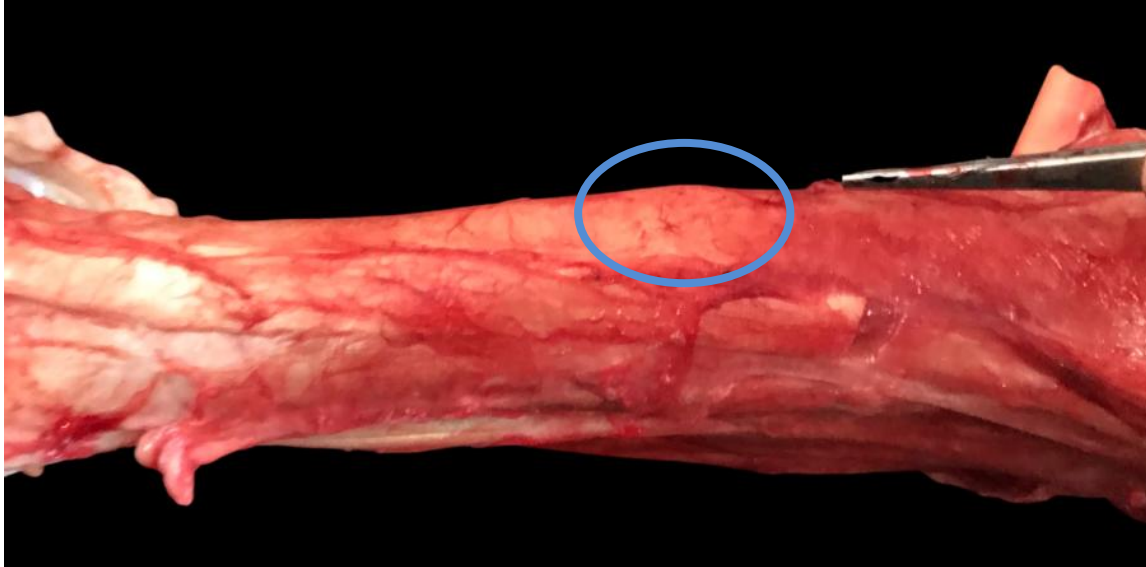
*Figura 10. Caso 1. Fragmento articular compromete la cavidad glenoidea hacia caudal, se observa el borde de la fractura con una línea irregular (flecha).*

En la superficie articular proximal del húmero existen lesiones en el cartílago articular consecuentemente a la fractura y la fricción con los fragmentos de la escápula. Al encontrar un gran hematoma en la articulación escápulo-humeral, observamos que la superficie articular adquirió un color rojizo al absorber la sangre del hematoma (Fig. 11).



*Figura 11. Caso 1. Húmero izquierdo con presencia de lesiones en la superficie articular proximal.*

En el tercer metacarpiano observamos una exostosis hacia dorsomedial de la diáfisis (Fig. 12), en la superficie articular distal encontramos líneas de desgaste, no llegan a ser erosiones ni úlceras. Son hallazgos que se pueden encontrar comúnmente en equinos atletas, dependiendo de la edad y el tipo de entrenamiento, pero que son indicativas de estrés óseo.



*Figura 12. Caso 1. Diáfisis del metacarpo izquierdo, presenta una exostosis sobre la superficie dorsomedial (círculo).*

La primera falange tenía en su superficie articular proximal sobre el borde dorsal presencia de úlceras. La articulación metacarpofalangiana presentaba un engrosamiento de cápsula y una sinovitis vellosa.

Los sesamoides se encontraron sin ninguna alteración, las superficies articulares estaban brillosas y con coloración nacarada, totalmente normales.

#### Miembro anterior derecho:

En el miembro anterior derecho la escápula no presentó particularidades.

El húmero en su superficie articular distal presentaba líneas de desgaste.

El radio tenía en la superficie articular proximal una úlcera con desprendimiento de cartílago en el borde dorsomedial, como también en el resto del borde dorsal, un engrosamiento conocido como *liping*.

El carpo presentaba una sinovitis vellosa.

En el tercer metacarpiano junto con el segundo metacarpiano se evidenció una neo formación ósea (exostosis) en medial de tercio medio. En la superficie articular proximal de primera falange se encontró en el borde dorsal dos grandes úlceras. La articulación metacarpofalangiana presentaba engrosamiento de cápsula y una sinovitis vellosa.

## CASO 2:

El segundo caso correspondía a un equino hembra, PSC, de 5 años.

La condición de la carrera era: *“Para yeguas de 4 años y más edad, perdedoras en HNM o su equivalente. Peso: 57 kilos. Las de 5 años y más edad, recibirán 3 kilos”*. La carrera se llevó a cabo durante en agosto 2021 (invierno) con una temperatura de 16°C, con una humedad del 47 %. En la pista de césped del Hipódromo Nacional de Maroñas en una distancia de 1400 metros. La fractura de escápula del miembro anterior derecho se produjo al salir del codo y entrando en la recta final faltando 400 metros para culminar la carrera.

Las radiografías del caso 2 fueron las siguientes:



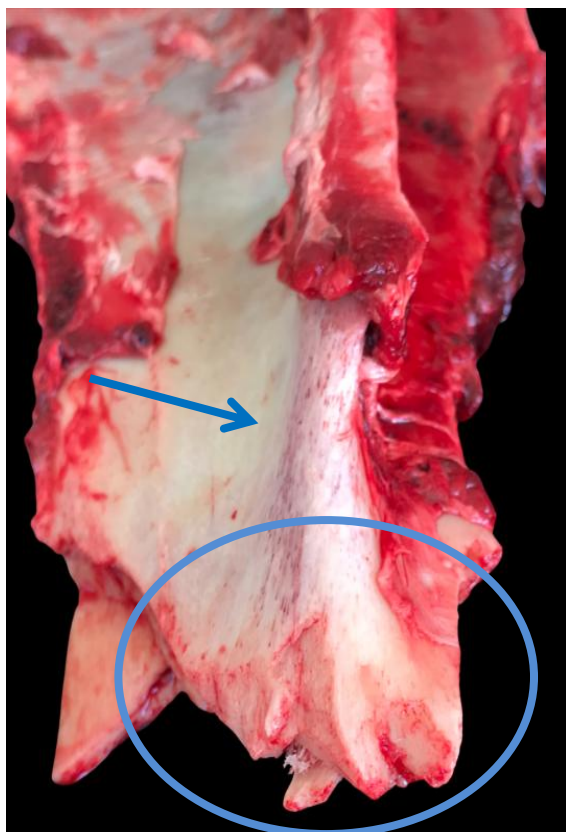
*Figura 13. Caso 2. Radiografía lateromedial de la articulación escápulo-humeral del miembro anterior derecho, observándose fractura de escápula derecha, articular, completa, multifragmentaria.*



*Figura 14. Caso 2. Radiografía lateromedial de la articulación escapulo-humeral del miembro anterior izquierdo.*

Miembro anterior derecho:

Al examen *postmortem*, la escápula del miembro anterior derecho presentaba una fractura articular completa multifragmentaria, presentando más de 3 fragmentos. Se detectó, en la unión de la espina escapular con el cuello, una zona con puntos de coloración rojiza, indicativa de zona de estrés (Fig. 15).



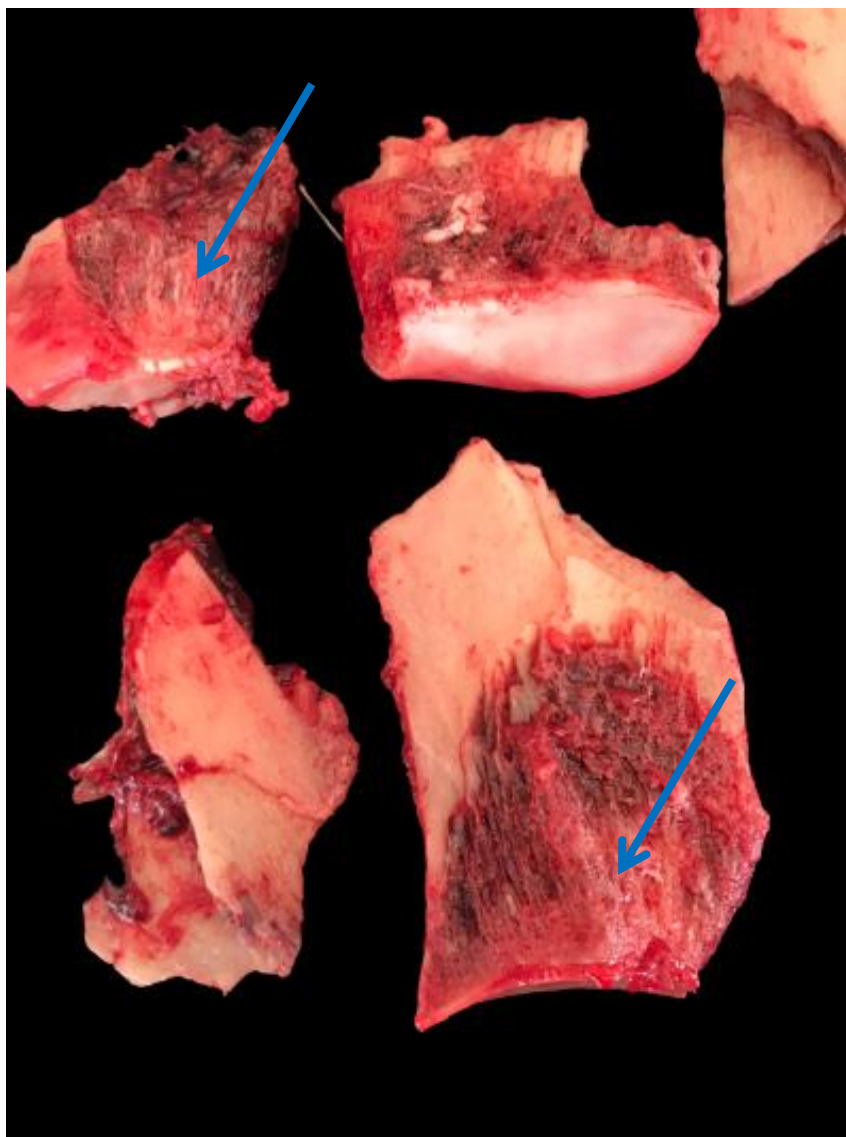
(A)



(B)

*Figura 15. Caso 2. (A) Escápula derecha con fractura articular, completa, multifragmentaria, a partir del cuello escapular, no involucrando la espina escapular, pero sí encontrando lesiones de estrés en la misma (flecha). Se observan las líneas de fractura con un borde irregular (círculo). (B) Escápula izquierda, presenta lesiones preexistentes.*

En la zona del cuello se observaron zonas de esclerosis en varios de los fragmentos y un callo óseo en la espina (Fig. 16, 17, 18). Encontramos fragmentos de huesos de la fractura insertadas dentro del resto del hueso principal (compresión), zona de espina contra el cuello, coloración azulada. La línea de fractura que se encontró en la articulación, puede ser un posible comienzo de la lesión, por presentar líneas rugosas, además se halló un fragmento de la fractura de la escápula adherida al tendón bicipital.



*Figura 16. Caso 2. Fragmentos articulares de la cavidad glenoidea, se observa esclerosis (flecha azul).*



*Figura 17. Caso 2. Fragmento articular de la cavidad glenoidea, esclerosis sobre el hueso subcondral (flecha azul).*



*Figura 18. Caso 2. Superficie articular distal de la escápula (cavidad glenoidea), sobre la zona de esclerosis se puede observar en el cartílago articular la línea de fractura con borde irregular (flecha azul) y presencia de úlcera sobre la superficie articular (estrella).*

En la superficie articular proximal del húmero encontramos presencia de lesiones producidas por el traumatismo con la zona de la escápula fracturada (Fig. 19), en superficie articular distal observamos líneas de desgaste.



*Figura 19. Caso 2. Húmero derecho, observamos en la superficie articular proximal grandes desprendimientos del cartílago articular.*

| El radio presentaba líneas de desgaste en la superficie articular proximal.

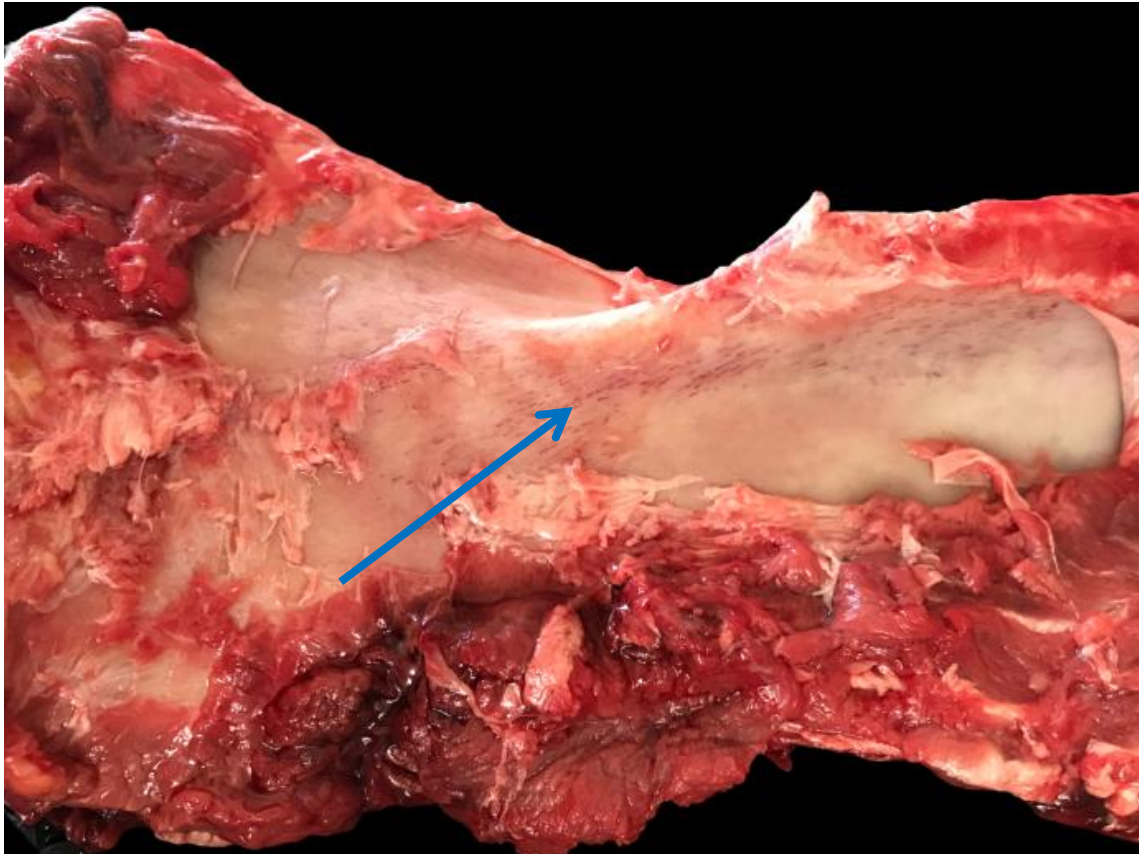
En la superficie articular proximal de la fila proximal en el hueso carporadial se observaron líneas de desgaste, en el hueso intermedio se encontró una erosión en el cartílago sobre el borde dorsal.

Tanto la articulación del carpo como la metacarpofalangiana tenían ambas una sinovitis vellosa.

En la superficie articular distal del metacarpiano principal se vieron líneas de desgaste y erosiones en cartílago.

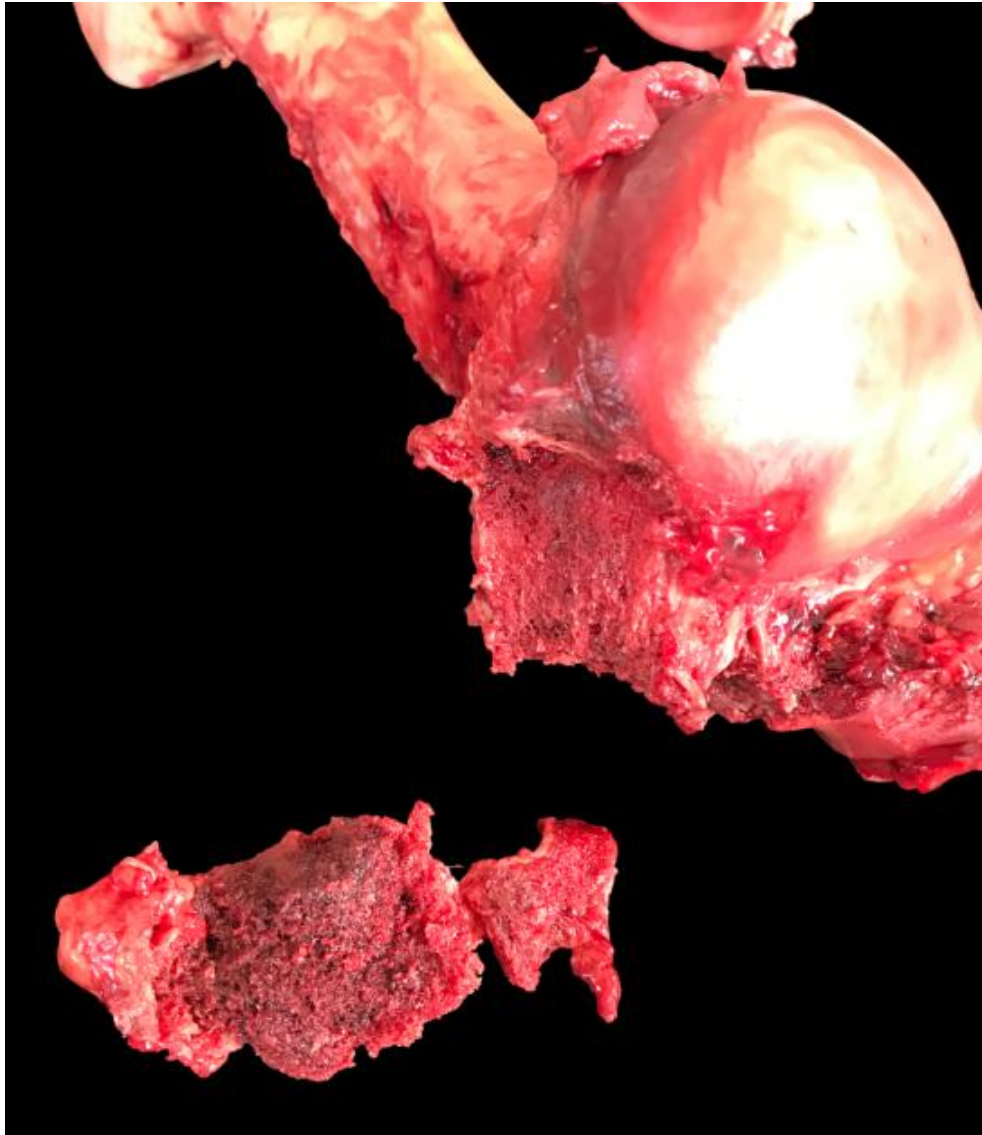
Miembro anterior izquierdo:

En el miembro anterior izquierdo sobre la espina de la escápula se ve una zona de coloración azulada y puntos de coloración rojiza, indicativo de lesión por estrés (Fig. 20).



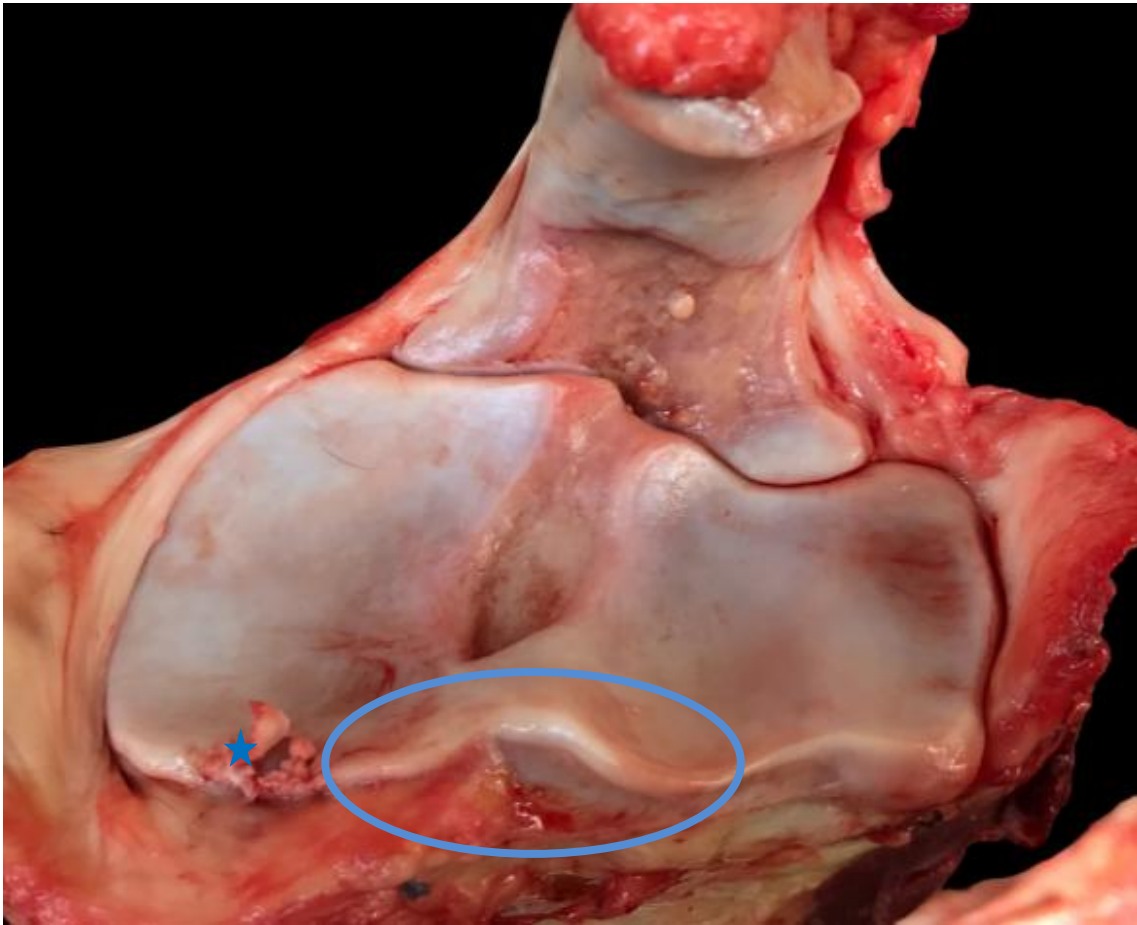
*Figura 20. Caso 2. Escápula izquierda, se encontraron en la espina escapular lesiones por estrés.*

En el húmero se encontró, en zona cráneoproximal del cuello, una coloración hemorrágica mostrando una posible lesión por estrés. También se encontró una fractura traumática en la superficie articular proximal hacia craneal del húmero, no presentando lesiones preexistentes, indicando que fue una lesión traumática (Fig. 21).



| *Figura 21. Caso 2. Húmero izquierdo, presenta una fractura traumática del cuello.*

La superficie articular proximal del radio presenta en el borde dorsomedial una úlcera, en dorsolateral hay erosiones y *lipbone* (engrosamiento del borde articular) en todo el borde del cartílago con desprendimiento del mismo hacia medial (Fig. 22).



*Figura 22. Caso 2. Superficie articular proximal de radio. Presentó una úlcera con desprendimiento de cartílago en borde dorsomedial (estrella) y lipbone en todo el borde dorsal (círculo).*

En la fila proximal del carpo en la superficie articular proximal encontramos, en los huesos radial y medial, erosiones y aplanamiento de cartílago.

Superficie articular distal de metacarpiano principal tenía líneas de desgaste y una pequeña erosión a medial de la cresta sagital. La articulación metacarpofalangiana presentó una sinovitis vellosa. La superficie articular proximal de la primera falange y ambas superficies articulares de los sesamoides tenían líneas de desgaste. La superficie articular proximal, en el borde dorsal de la primera falange, presentaba *lipbone*.

## DISCUSIÓN

Según el estudio realizado por Stover y Murray en el año 2008, solo el 2 % del total de fracturas catastróficas en equinos PSC se deben a fracturas de escápula, y de igual manera sucede en el estudio realizado por Spargo y colaboradores en el 2019 mostrando que el 1.75 % de sus accidentes catastróficos se deben a fracturas de escápula. Esto nos demuestra que el porcentaje de fracturas de escápula es normalmente bajo en otros hipódromos del mundo, pero si comparamos estos datos con los del Hipódromo Nacional de Maroñas, vemos que los accidentes provocados por fracturas de escápula representan el 4,5 % del total de los accidentes fatales entre los años 2012-2018 en la pista de arena (Rocca y Dutra, 2018).

En la pista de césped el porcentaje de fracturas catastróficas de escápula es un 28.5 %, un valor que nos resultó llamativo y razón suficiente para estudiar estos dos casos (Rocca, 2022).

Desde 1990 el programa *postmortem* de California analiza todas las muertes ocurridas en pista, a través de la necropsia. El éxito de este programa se debe a la participación y compromiso de todas las partes involucradas. Sus objetivos son determinar la naturaleza y razón de las lesiones en los PSC, como la prevención de estas. Gracias a estos estudios, nuevos sitios de fracturas por estrés fueron descubiertos, siendo estos distintos para cada hueso y con una configuración específica para cada uno, y se logró el reconocimiento, por parte de veterinarios particulares, que las lesiones preexistentes están relacionadas con las fracturas catastróficas del húmero y escápula y que se pueden identificar sus lugares de predilección (Stover y Murray, 2008).

Un gran problema que tenemos en nuestro país es la falta de registro con respecto al programa de entrenamiento de cada equino, no hay acceso más allá del que nos pueda brindar un entrenador o veterinario particular, por lo que existen ciertos factores de riesgo, como ser el historial de entrenamiento, que no se puede evaluar.

El caso 1 presentaba un periodo de dos meses en el cual no había participado en ninguna carrera y era su debut en pista de césped; mientras que el caso 2 había pasado por un período de un año de recuperación en el 2020 por una lesión en el carpo y era su segunda carrera corrida en la pista de césped.

Las fracturas de los equinos a nivel mundial tienen, en muchos casos, semejanzas entre los países en su forma de presentarse pero en otras ocasiones son distintas.

Podemos encontrar fracturas por estrés en ambos miembros anteriores, pero el lado con mayor prevalencia a sufrir una fractura catastrófica es el miembro anterior derecho (Stover, 2015). No se sabe el motivo de esta predilección, pero se cree que podría estar relacionado con factores de la pista o propios del caballo (como en los humanos, que sean derechos o izquierdos) (Vallance et al., 2011b). Pero en un estudio de 8 casos de fracturas por estrés en escápula, que no llegan a ser fracturas catastróficas, muestra que el lado más afectado es el miembro anterior izquierdo (Vallance et al., 2009).

En nuestro estudio, los dos casos difieren en cuanto al miembro afectado, uno es en el miembro anterior izquierdo y el otro en el miembro anterior derecho.

Según Schild et al., 2023 y Vallance et al., 2011 a, las fracturas de escápula tienen mayor prevalencia en machos que en hembras, pero los dos casos de esta tesis, no cumplen con dicho factor, ya que los mismos fueron uno de cada sexo.

Vallance et al., (2011b), describen casos de fracturas de escápula en California, y las mismas, sufren una configuración de fractura escapular catastrófica consistente con evidencia de lesiones preexistentes. Siendo una típica fractura transversal sobre

la zona distal de la espina escapular, con otra línea de fractura en el plano frontal del fragmento distal involucrando la región craneal del tubérculo glenoideo. Con evidencia de callo óseo en la unión del cuello y la zona distal de la espina adyacente a la fractura transversal, se puede indicar que la fractura articular del fragmento principal es secundaria a la fractura transversal. Este tipo de fractura escapular presenta reportes previos de otros autores (Stover et al., 1998; Stover y Murray, 2008).

El sitio más común de encontrar lesiones de estrés en la escápula es el extremo distal de la espina donde se une con el cuello (Stover, 2015).

En nuestro estudio los dos casos de fractura de escápula, como indican Stover, 2015, Vallance et al., 2011b, contienen la presencia de un callo óseo en la zona distal de la espina escapular coincidiendo con el sitio de predilección para la lesión por estrés y es el punto de inicio de la fractura. Pero no coincide con el tipo de fractura descrito por Vallance et al., (2011b), ya que la configuración de la fractura es distinta.

Según Entwistle et al., (2009), la presencia del callo óseo es indicativa del proceso natural del hueso para su reparación luego de un daño, por lo que aceptamos que ambos casos de fractura de escápula de este estudio tenían lesiones preexistentes de estrés.

La identificación temprana de estas fracturas por estrés permite retirar a los equinos de la actividad deportiva antes de que se complete la fractura, ya que, las lesiones por estrés al ser un proceso patológico crónico y la fractura catastrófica ser la manifestación aguda, existe un momento durante la patogénesis de la lesión por estrés donde se puede intervenir para prevenir la fractura catastrófica y tratar la lesión por estrés (Stover y Murray, 2008; Vallance et al., 2011b).

La revisión clínica de la escápula es más accesible que otras regiones óseas, ya que la espina escapular es superficial y palpable. Algunos equinos pueden responder al dolor al palparle la zona distal de la espina o el cuello escapular (Stover, 2015; Vallance et al., 2011b).

El ultrasonido puede ser de gran ayuda, pero únicamente en el caso que la etapa de la lesión presente un callo óseo alterando la superficie y el contorno de la espina. Las radiografías no son de mayor utilidad dadas las incidencias y superposición de estructuras. Pero la centellografía es el método de diagnóstico de elección ya que puede detectar fracturas por estrés en cualquier estadio (Stover, 2015; Vallance et al., 2011b).

Ya que el método de diagnóstico por excelencia es la centellografía para este tipo de lesiones, y al no contar con dicha metodología en nuestro país, queremos mediante este trabajo y el intercambio de información con veterinarios y entrenadores aportar información valiosa para fortalecer los métodos de evaluación que hoy se tienen en Uruguay, como ser: la revisión clínica, la radiografía y ecografía, colaborando así en la identificación de los puntos de mayor estrés e incidencia de fracturas en los huesos apendiculares de los equinos PSC. Con el fin de poder devolver la información y fortalecer la educación de los actores involucrados, poniendo énfasis en lograr la prevención de este tipo de incidentes.

Vallance et al., 2011a presenta en sus hallazgos, equinos con fracturas de escápula que comparten características entre ellos, como ser mayor predilección en machos que en hembras, mayor incidencia en el miembro anterior derecho que en el izquierdo, poca cantidad de largadas y distancias cortas, siendo las edades de 2 años o mayores a 5 años de edad.

En nuestro estudio, los distintos factores como ser miembro afectado, sexo y edad difieren entre sí. Los accidentes ocurrieron en distintos lugares de la pista y en diferentes tramos de carrera, aunque la información disponible es acotada, por lo que se debería continuar aumentando la casuística de estas fracturas para mejorar el conocimiento de las mismas en nuestras condiciones de trabajo.

En nuestros casos, las únicas dos condiciones que comparten son el tipo de pista y la configuración de la fractura de escápula. Las fracturas de escápula ocurridas en la pista de arena, que han sido estudiadas por el Servicio Veterinario de HNM, son iguales entre sí, y comparten la configuración de la fractura como lo describen Vallance et al., (2011b).

No deberíamos sacar conclusiones con respecto a la pista en nuestro país, dado el poco tiempo que lleva la misma desde su inauguración. Según Arthur (2010) las pistas de césped son consideradas superficies más seguras que las de arena o las pistas sintéticas. Según su estudio, debido a un alto índice de accidentes en Estados Unidos, se modificaron las pistas y pasaron a sintéticas, siendo consideradas más seguras. Con el transcurso del tiempo bajaron los índices de accidentes, pero surgieron otras lesiones en los equinos distintas a las que ya tenían en sus registros. Analizando esto último, podemos decir que toda pista provoca un impacto, distinto sobre la salud de los PSC, como explica Wright (2022) el desarrollo óseo está relacionado directamente con el entorno. Hay que seguir estudiando la casuística en la pista de césped y comenzar a analizar en mayor profundidad cuales son los riesgos que se deben tener en cuenta al momento de preparar un equino a correr en dicha pista.

## CONCLUSIÓN

Basándonos en los hallazgos *postmortem* obtenidos en los dos casos de fractura de escápula podemos decir que la hipótesis planteada es verdadera y que las fracturas de escápula en ambos caballos fueron precedidas por lesiones preexistentes.

La fractura de escápula no presenta predilección de sexo, ni edad, ni miembro afectado como factor de riesgo.

Ambas fracturas presentaban callos óseos en la zona distal de la escápula coincidiendo con el punto de estrés mencionado en la bibliografía.

Dentro del estudio, un hallazgo interesante fue encontrar que la configuración de ambas fracturas de escápula presentaba mayor grado de fragmentación que las ocurridas en pista de arena.

Es necesario prestar atención al realizar la revisión con métodos clínicos y de diagnóstico para identificar las zonas de estrés en la escápula y evitar la ocurrencia de las fracturas. En la revisión clínica previa a la carrera puede ser importante que los veterinarios incorporen la palpación-presión sobre la región escapular del hombro buscando sensibilidad en la zona de la espina escapular.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alsina, L. (2013). Osteología del miembro torácico. Anatomía normal. *Anatomía de los miembros del equino*. Montevideo: Facultad de Veterinaria.
- Arthur, R.M. (2010). Comparison of racing fatality rates on Dirt, Synthetic, and Turf at four California racetracks. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 56, 405-408.
- Baxter, G.M. (2020). *Adams and Stashak's Lameness in Horses* (7° ed). Nueva Jersey: Wiley-Blackwell.
- Bimson, N.H., Morrice-West, A.V., Wong, A.S.M., Hitchens, P.L., Rocca, M.R. y Whitton, R.C. (2022). Catastrophic musculoskeletal injuries in Thoroughbred racehorses in Uruguay, 2011-2017. *Journal of Equine Veterinary Science*, 117 (2022).
- Borges, M., y Rovira, A. (2020). Estudio descriptivo y factores de riesgo asociados a las muertes en raid hípico uruguayo (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Budras, K.D., Sack, W.O., y Rock, S. (2009). *Anatomy of the Horse* (5° ed). Hannover: Schlutersche.
- Butler, J.A., Colles C.M., Dyson S.J., Kold S.E., y Poulos P.W. (1993). *Clinical Radiology of the Horse* (2° ed.). Oxford: Blackwell Science.
- Davidson, E.J., y Martin, B.B. (2004). Stress fracture of the scapula in two horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45(5), 407-410.
- Davidson, E.J., y Ross, M.W. (2003). Clinical recognition of stress-related bone injury in racehorses. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 2(4), 296-311.
- Denoix, J.M. (2014). *Biomechanics and physical training of the horse*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Diab, S.S., Stover, S.M., Carvallo, F., Nyaoke, A.C., Moore, J., Hill, A., ... Uzal, F.U. (2017). Diagnostic approach to catastrophic musculoskeletal injuries in racehorses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(4), 405-413.
- Dyce, K.M., Sack, W.O., y Wensing, C.J.G. (1991). *Anatomía veterinaria*. Buenos Aires: Panamericana.
- Entwistle, R.C., Sammons, S.C., Bigley, R.F., Hazelwood, S.J., Fyhrie, D.P., Gibeling, J.C., y Stover, S.M. (2009). Material properties are related to stress fractures callus and porosity of cortical bone tissue at affected and unaffected sites. *Journal of Orthopaedic Research*, 27, 1272-1279.

Estberg, L., Stover, S.M., Gardner, I.A., Drake, C.M., Johnson, B., y Ardans, A. (1996). High-speed exercise and catastrophic racing fracture in Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*, 57, 1549-1555.

Ferrari, A., Sader, M., Perez, E., Lopez, D., y Recuero, M. (2012). *Caracterización y potencialidades del sector ecuestre en Uruguay* Recuperado de <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/5237b4387eb33874ada98cc63615189d1f8f6f2f.pdf>

Getty, R. (1982). *Sisson y Grossman. Anatomía de los animales domésticos* (5° ed., Vol. 1). Barcelona: Salvat.

Hinchcliff, K.W., Kaneps, A.J., y Geor, R.J. (2007). *Medicina y cirugía en los equinos de deporte* (Vol. 1). Buenos Aires: Inter-Medica.

Hitchens, P.L., Morrice-West, A.V., Stevenson, M.A., y Whitton, R.C. (2019). Meta-analysis of risk factors for racehorse catastrophic musculoskeletal injury in flat racing. *The Veterinary Journal*, 245(2019), 29-40.

HRU. (s.f.a). *Historia*. Recuperado de <https://www.hru.com.uy/historia>

HRU. (s.f.b). *La pista de cesp ed de maroñas complete el sembrado*. Recuperado de <https://www.hru.com.uy/noticias/69-la-pista-de-cesped-de-maronas-completa-el-sembrado>

Konig, H.E., y Liebich H.G. (2005). *Anatomía de los animales domésticos* (2   ed, Vol. 1). Madrid: Panamericana.

Maroñas. (2019). *Pistas*. Recuperado de <https://www.maronas.com.uy/carreras/pistas>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Hipódromo Nacional de Maroñas*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/politicas-y-gestion/hipodromo-nacional-maronas>

Müller, M. E., Koch, P., Nazarian, S., y Schatzker, J. (1990). The comprehensive classification of fractures of long bones. En M. E. Müller, S. Nazarian, P. Koch, y J. Schatzker, *Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Berlin: Springer Science & Business Media.

Nixon, A.J. (2020). *Equine Fracture Repair* (2   ed). Nueva Jersey: Wiley-Blackwell.

Oikawa, M., y Kusunose, R. (2005). Fractures sustained by racehorses in Japan during flat racing with special reference to track condition and racing time. *The Veterinary Journal*, 170(3), 369-374.

Pilliner, S., Elmhurst, S., y Davies, Z. (2002). *The horse in motion the anatomy and physiology of equine locomotion*. Oxford: Blackwell Science.

- Pool, R., y Meagher, D. (1990). Pathological findings and pathogenesis of racetrack injuries. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice*, 6, 1-30.
- Riggs C.M. (2002). Fractures-A Preventable Hazard of Racing Thoroughbreds? *The Veterinary Journal*, 163, 19-29.
- Rocca, R. (2022). *Informe anual 2022. Resumen informativo del Servicio Veterinario correspondiente al ejercicio 2022*. Montevideo: Hipódromo Nacional de Maroñas.
- Rocca R., y Dutra F. (2018). Fracturas catastróficas en el Hipódromo Nacional de Maroñas, Uruguay. Casuística y presentación de casos (2012-2018). En *XI RAPAVE – Reunión Argentina de Patología Veterinaria, 12º Seminario de la Fundación C.L. Davis – S.W. Thompson FCV UNLP*. La Plata, Argentina.
- Schild, C.O., Asin, J., Blea, J.A., Stover, S., y Uzal, F.A. (2023). Scapular fracture in a racehorse with a long career of uninterrupted intense exercise. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 16(3), 232-235.
- Spargo K.E., Rubio-Martinez, L.M., Wheeler, D.P., Fletcher, L., y Carstens, A. (2019). Catastrophic musculoskeletal injuries in Thoroughbred racehorses on racetrack in Gauteng, South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 90, a1640.
- Stover, S.M. (2013). Diagnostic workup of upper-limb stress fractures and proximal sesamoid bone stress remodeling. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 59, 427-435.
- Stover, S.M. (2015). Stress fracture diagnosis in racehorses. En E. Robinson (Ed.), *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine* (7º ed., pp. 879-885). St. Louis: Elsevier.
- Stover, S.M. (2017). Nomenclature, classification, and documentation of catastrophic fractures and associated preexisting injuries in racehorses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(4), 396-404 .
- Stover, S.M., Ardans, A.A., Read, D.H., Johnson, B.J., Barr, B.C., Draft, B.M., ..., Pool, R. (1998). Patterns of stress fractures associated with complete bone fractures in racehorses. *Proceedings American Association of Equine Practitioners*, 39, 131-132.
- Stover, S.M., y Murray, A. (2008). The California Postmortem Program: Leading the way. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice*, 24, 21-36.
- Uruguay XXI. (2021). Sector ecuestre. Recuperado de <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/sector-ecuestre/>
- Vallance, S.A., Case, J.T., Entwistle, C., Kinde, H., Barr, B.C., Moore, J, ... Stover, S.M. (2011a). Characteristics of Thoroughbred and Quarter Horse racehorses

that sustained a complete scapular fracture. *Equine Veterinary Journal*, 44(4), 425-431.

Vallance, S.A., Lumsden, J.M., y O'Sullivan, C.B., (2009). Scapula stress fractures in Thoroughbred racehorses: Eight cases (1997-2006). *Equine Veterinary Education*, 21, 554-559.

Vallance, S.A., Spriet, M., y Stover, S.M. (2011b). Catastrophic scapular fractures in Californian racehorses: Pathology, morphometry and bone density. *Equine Veterinary Journal*, 43(6), 676-685.

Verheyen, K.S., Lanyon, L., y Wood, J.L. (2006). Exercise distance and speed affect the risk of fracture in racehorses. *Bone*, 39, 1322-1330

Wright, I. (2022). *Fractures in the Horse*. Nueva Jersey: Wiley-Blackwell.

## ANEXO 1

### Ficha registro de casos

|          |                                                                                      |             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          | <b>Registro de casos</b>                                                             |             |
| F-FRC-01 | <b>Estudio de fracturas en equinos<br/>Dr. Fernando Dutra / Dra. Cristina Easton</b> | Revisión 00 |

ID: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

FECHA: \_\_/\_\_/\_\_

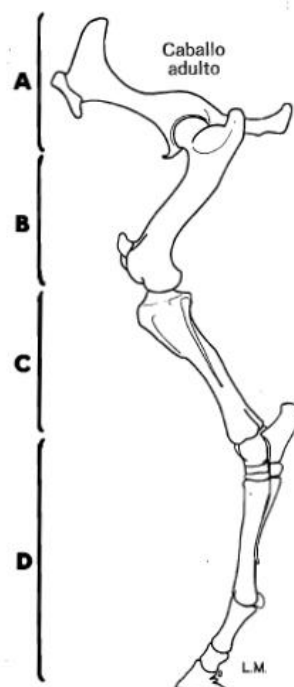
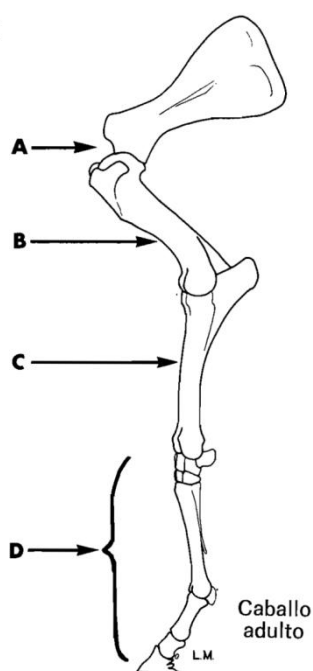
EDAD: \_\_\_\_\_

SEXO: \_\_\_\_\_ (M/H)

Actividad: \_\_\_\_\_(Entrenamiento/ Carrera)

Miembro/s afectado/s: MAD MAI MPD MPI

Marcar hueso/s afectado/s:



Otras:

|          |                                                                                      |             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          | <b>Registro de casos</b>                                                             |             |
| F-FRC-01 | <b>Estudio de fracturas en equinos<br/>Dr. Fernando Dutra / Dra. Cristina Easton</b> | Revisión 00 |

ID - EQUINO: \_\_\_\_\_

FECHA accidente: \_\_\_\_\_

FECHA procesamiento: \_\_\_\_\_

SEXO: M H

EDAD: \_\_\_\_\_

ACCIDENTE: Carrera Entrenamiento

¿OTROS HUESOS?: Si No

#### LOCALIZACIÓN (Segmento)

1. Proximal 2. Diáfisis 3. Distal

#### TIPO (SEVERIDAD)

A. Simple B. ACUÑADA C. Compleja

#### SEGMENTOS PROXIMAL/DISTAL

A. Extra-articular B. Articular parcial C. Articular completa

#### GRUPO (MECANISMO)

1. Espiral rotación 2. Oblicua Compresión / flexión 3. Transversa flexión

#### LESIONES PRE-EXISTENTES

Callo óseo cuello: Si ☐ No ☐ s/d ☐ Localización: \_\_\_\_\_  
 Osteoartritis: Si ☐ No ☐ s/d ☐ \_\_\_\_\_  
 Osteocondrosis: Si ☐ No ☐ s/d ☐ \_\_\_\_\_

Otras lesiones/Observaciones: \_\_\_\_\_



#### DIAGNÓSTICO FINAL

##### LOCALIZACIÓN

##### MORFOLOGÍA

|       |                  |              |               |
|-------|------------------|--------------|---------------|
|       |                  |              |               |
| HUESO | SEGMENTO (1 2 3) | TIPO (A B C) | GRUPO (1 2 3) |

## ANEXO 2

### Ficha AO VET

#### CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS DIAFISARIAS\*

(SEGMENTO ÓSEO 2)

##### PASOS PARA CLASIFICAR LAS FRACTURAS DIAFISARIAS

| PASO | PREGUNTAS                                                                         | RESPUESTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | ¿Qué hueso está fracturado?                                                       | Especificar el hueso (X)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2    | ¿Está la fractura en la diáfisis o en una de las epífisis?                        | Diáfisis (X2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3    | ¿Es una fractura simple (2 fragmentos) o multifragmentaria (> de 2 fragmentos)?   | Simple (X2-A)<br>Si es multifragmentaria, ir a paso 3a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3a   | ¿Hay contacto entre ambos extremos fracturados?                                   | Si hay contacto, entonces es una fractura en cuña o acunada (X2-B)<br>Si no hay contacto, entonces es una fractura compleja (X2-C)                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4    | ¿Está la línea de fractura causada por una fuerza de torsión (espiral) o flexión? | Las fuerzas de torsión causan las fracturas simples en espiral (X2-A1), acunadas en espiral (X2-B1), y las fracturas complejas fragmentadas (X2-C3).<br>Las fuerzas de flexión producen las fracturas simples oblicuas (X2-A2), simples transversas (X2-A3), acunadas (X2-B3, X2-B3), y las complejas (X2-C3).<br>Las fracturas segmentarias (X2-C2) son por impactos de alta energía y son auto explicativas. |

##### ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE FRACTURAS DE LA DIÁFISIS

| TIPO        | GRUPO                                                                                          |                                                                                                                  |                                                                                                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 1                                                                                              | 2                                                                                                                | 3                                                                                                                   |
| A. SIMPLE   | <br>Espiral | <br>Oblicua (>30%)<br>Acunada | <br>Transversa (<30%)<br>Acunada |
| B. ACUÑADA  | <br>Espiral | <br>Flexión                   | <br>Multifragmentaria            |
| C. COMPLEJA | <br>Espiral | <br>Segmentaria               | <br>Irregular                    |

#### CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS EPIFISARIAS\*

(SEGMENTO ÓSEOS 1 Y 3)

##### PASOS PARA CLASIFICAR LAS FRACTURAS EPIFISARIAS

| PASO | PREGUNTAS                                                     | RESPUESTA                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | ¿Qué hueso está fracturado?                                   | Especificar el hueso (X)                                                                                                                                                                      |
| 2    | La fractura es en diáfisis o en una de las epífisis?          | Epífisis                                                                                                                                                                                      |
| 3    | ¿Está en la epífisis proximal o distal?                       | Proximal (X1)<br>Distal (X3)a                                                                                                                                                                 |
| 4a   | ¿La fractura alcanza la superficie articular?                 | Si no alcanza la superficie, es extra-articular (XX-A), ir al paso 6<br>Si alcanza la superficie, es articular, ir al paso 4b                                                                 |
| 4b   | ¿Es articular parcial o total?                                | Si parte de la articulación permanece fija a la diáfisis, entonces es articular-parcial (XX-B)<br>Si no está fija a la diáfisis, entonces es articular-completa (XX-C)                        |
| 5    | ¿Cuántas líneas de fractura alcanzan la superficie articular? | Si hay una sola línea, entonces es Simple<br>Si hay >2 líneas, entonces es multifragmentaria                                                                                                  |
| 6    | ¿Cómo está fracturada la metafisis?                           | Simple: extra-articular (XX-A1) o articular simple (XX-C1)<br>Acunada: extra-articular (XX-A2)<br>Compleja: extra-articular (XX-A3), o articular simple (XX-C2), o articular compleja (XX-C3) |

##### ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE FRACTURAS DE LA EPÍFISIS

| TIPO                  | GRUPO                                                                                                                  |                                                                                                                                 |                                                                                                                          |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | 1                                                                                                                      | 2                                                                                                                               | 3                                                                                                                        |
| A. Extra-articular    | <br>Simple                        | <br>Acunada                                | <br>Compleja                        |
| B. Articular parcial  | <br>Chip/Slab                     | <br>Depresión                              | <br>Chip/Depresión                  |
| C. Articular completa | <br>Articular y metafiseal simple | <br>Articular simple / Metafiseal compleja | <br>Articular y metafiseal compleja |

### ANEXO 3

Clasificación y descripción de fracturas: Primero se determinó si eran huesos largos o no, y si lo eran, se dividieron las fracturas en diáfisarias y epífisarias. Si la fractura se produjo en la diáfisis se podría tener una fractura simple (2 fragmentos), pudiendo ser ésta: simple espiralada, oblicua o transversa; fractura acunada (cuando hay contacto entre ambos extremos fracturados), pudiendo ser acunada espiroidal, multifragmentaria o flexión; fractura compleja cuando no hay contacto entre ambos extremos de la fractura, pudiendo ser espiroidal, segmentaria o irregular. Si la línea de fractura es causada por una fuerza de torsión (espiral) se producen las fracturas simples en espiral, acunadas en espiral y las fracturas complejas fragmentadas. Las fuerzas de flexión producen las fracturas simples oblicuas, simples transversas, acunadas y las complejas. Las fracturas segmentarias son por impactos de alta energía y son auto explicativas.

Si son fracturas epifisarias se debe evaluar si son extra-articulares (lateral, transversa, compleja), parcial (sagital lateral, sagital medial, frontal), o completa (simple, articular simple o metafisaria multifragmentaria, multifragmentaria articular y metafisaria).

Luego se evalúan lesiones preexistentes y donde se localizan como por ejemplo callos óseos, osteoartritis, osteocondrosis, presencia de hueso subperióstico, microfracturas, sinovitis u otras lesiones u observaciones.