

EL CABALLO “SIEMPRE DE PIE”: CONSIDERACIONES ANATÓMICAS

Luis Adaro (M.V. Mg.Cs.); Ricardo Olivares (M.V.Mg.Cs.) Marco Mancilla (alumno)

Introducción

En la mayoría de las civilizaciones y prácticamente a lo largo de toda la historia, el hombre a convivido con un compañero, en muchos aspectos, único. Entre sus notables características se destacan las que lo señalan como un trabajador vigoroso y un atleta fisiológicamente extraordinario. Sin embargo, hay una que nos resulta, de cierto modo, cautivadora; es el hecho que la mayoría de las veces que lo observamos se encuentran de pie. Pero, ¿porqué siempre vemos de pie a los caballos? y ¿cuando duermen?

La respuesta a estas interrogantes está en parte, en su naturaleza de ser potencialmente una presa. En general existe una falsa creencia de que los caballos duermen de pie y que nunca se echan para dormir. La verdad es que el equino tiene diversos modos de descansar durante el día y la noche. Por su instinto de animal predado, que aún persiste a pesar de su domesticación, es difícil sorprenderlo mientras duerme, a menos que se sienta muy seguro. Si estuviera muchas horas seguidas profundamente dormido, sería

una presa fácil, es por eso que se ha acostumbrado a dormir por períodos cortos de tiempo, aproximadamente unas cuatro horas de sueño profundo, que las realiza, generalmente, echado y de noche. Durante el día es más probable que dormite (sueño ligero) estando de pie, razón por la cual lo encontramos, casi siempre, felizmente parado en sus “cuatro patas”.

No obstante, otros mamíferos cuadrúpedos que también son atrapados por depredadores, permanecen por más tiempo reposando, echados durante el día. Entonces, porqué el caballo no hace lo mismo?, o si permanece tanto tiempo de pie ¿por qué razón no se fatiga?

La respuesta, la entrega su admirable conformación anatómica y especialmente la encontramos en los elementos que conforman el llamado Aparato Estático Pasivo. Este sistema es el encargado de mantener al caballo en pie durante un tiempo prolongado, con un consumo de energía mínimo.

Aparato Estático Pasivo (AEP) del CABALLO

Cuando los caballos se encuentran en estación, es decir, parados con los cuatro miembros cómodamente apoyados sobre un plano horizontal (suelo) y en forma tranquila, la mayor parte del peso es soportado por los tendones, ligamentos y fascias del aparato estático pasivo, que se encuentran tanto en el miembro torácico como en el pelviano. La mayoría de estas estructuras no experimentan cansancio o fatiga y el consumo de energía muscular es mínimo para mantenerse en pie.

AEP del Miembro Torácico

Los miembros torácicos quedan mucho más próximos del centro de gravedad¹ y sostienen en mayor medida el peso corporal, además deben soportar el impulso necesario de los miembros pelvianos para conseguir el desplazamiento corporal hacia adelante durante la locomoción.

Los segmentos óseos, debidamente articulados y con disposiciones angulares compensadas, que

aviso

forman parte de la extremidad torácica, soportan el peso de la porción craneal del tronco por medio de la inserción, en la escápula, del músculo serrato ventral del tórax. Si se traza una línea de fuerza desde esta área de fijación hacia el suelo, ella pasa caudalmente a la articulación del húmero², por la articulación del cúbito², por la articulación del carpo (o ligeramente craneal a ella), cranealmente a las articulaciones metacarpofalángica² e interfalángica proximal² y caudal a la articulación interfalángica distal² (figura 1) Si careciera de sistemas de sujeción, la columna formada por los distintos segmentos óseos se colapsaría y se derrumbaría por flexión de las articulaciones del húmero, del cúbito y carpo (también hiperextensión de esta última) y por hiperextensión de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica proximal.

Estructuras involucradas en el AEP del miembro torácico:

- Tendón interno del músculo bíceps braquial
- Lacertus fibrosus
- Tendón del músculo extensor radial del carpo
- Tendón del músculo extensor

digital común

- Músculo serrato ventral del tórax
- Cabeza larga del músculo triceps braquial
- Ligamento accesorio del tendón del músculo flexor digital superficial
- Ligamento accesorio del tendón del músculo flexor digital profundo (brida)
- Músculo interóseo medio
- Ligamentos sesamoideos distales

Fijación de las articulaciones del hombro y del codo

La flexión de la articulación del

hombro se evita por el fuerte tendón interno del músculo bíceps braquial, que se inserta proximalmente en el tubérculo supraglenoideo de la escápula y distalmente en la tuberosidad del radio (figura 1). La tensión producida sobre el largo tendón interno del bíceps, determina que éste ejerza una gran presión sobre el surco intertubercular del húmero. Se cree que la adaptación por amoldamiento del tendón al tubérculo intermedio, determina el bloqueo de la articulación. La inserción distal puede considerarse como punto fijo, puesto que se encuentra muy próximo al eje de rotación

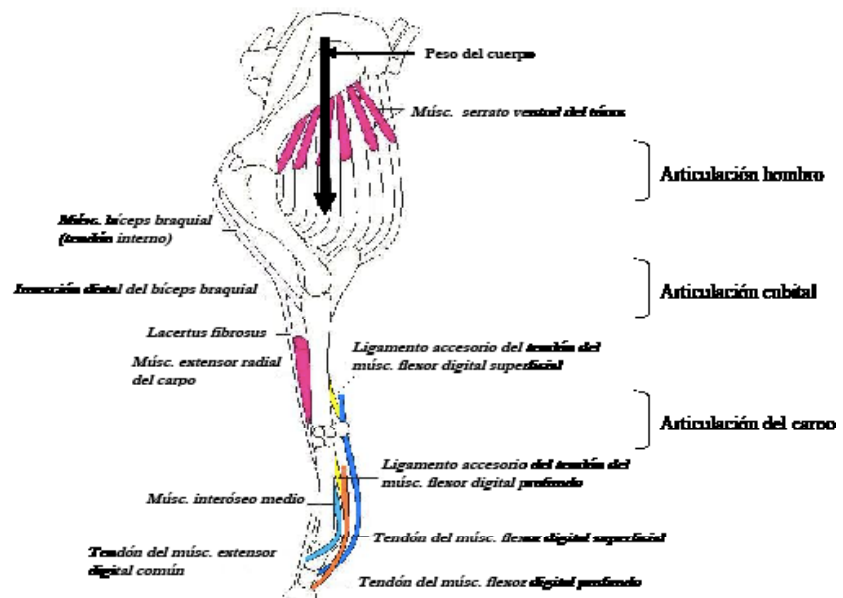


Fig. 1 Elementos del AEP del miembro torácico

¹ La posición del centro gravedad en el caballo en reposo ha sido determinada por distintos autores y su localización exacta difiere, entre otros factores, según la metodología utilizada y la conformación de los animales estudiados. Si se considera la longitud del tronco como la distancia entre el hombro y la tuberosidad isquiática, el centro de gravedad correspondería a un punto situado en el plano mediano a nivel del plano transversal trazado caudalmente al hombro a una distancia del 40% de la longitud del tronco. En consecuencia, se sitúa más cerca de los miembros torácicos que de los pelvianos, por lo que los primeros soportan el 60% del peso corporal.

² Articulación del húmero: articulación del hombro. Articulación del cúbito: articulación del codo. Articulación metacarpofalángica: articulación del nudo. Articulación interfalángica proximal: articulación de la "cuartilla". Articulación interfalángica distal: articulación del "casco".

de la articulación del codo, que resulta estabilizada por el peso soportado por la extremidad. Cuando la articulación del hombro es fijada por el tendón del bíceps braquial, el peso del tronco descansa sobre el extremo proximal del radio, que se mantiene en una posición casi vertical. En consecuencia, a no ser que el caballo se incline o se balancee marcadamente hacia adelante, se precisa solamente una escasa fuerza para evitar que se flexione la articulación del codo. Esta fuerza es ejercida principalmente por la tensión pasiva de los componentes tendinosos de los músculos flexores del carpo y del dedo (especialmente del flexor digital superficial) y de los ligamentos colaterales, dispuestos excéntricamente.

Datos recientes, indican que por la composición de sus fibras musculares, característica de los músculos posturales, el músculo ancóneo y la cabeza medial del músculo tríceps braquial, pueden oponerse también a la flexión de la articulación del codo.

La tensión del bíceps braquial es transmitida por medio del *lacertus fibrosus*³, al epimysio del músculo extensor radial del carpo, esto permite evitar pasivamente la flexión de la articulación del carpo cuando la extremidad está soportando peso.

La tendencia a que se produzca una hiperextensión del carpo se evita por la estrecha yuxtaposición de los huesos del esqueleto del carpo en la posición dorsal de la articulación y por la presencia del fuerte ligamento palmar del carpo.

Fijación de las articulaciones del nudo y de la cuartilla

La hiperextensión de la articulación metacarpofalángica, se evita principalmente por el denominado aparato suspensorio de esta articulación, compuesto por el músculo interóseo medio, los huesos sesamoideos proximales y los ligamentos sesamoideos distales. Estas estructuras se tensan por el peso soportado.

El elemento más importante del mantenimiento pasivo del ángulo metacarpofalángico, corresponde al músculo interóseo medio (ligamento suspensor del nudillo). El momento crítico por el que pasa esta estructura es cuando se produce la hiperextensión de la articulación metacarpofalángica, y que lo supera gracias a su bajo índice de elasticidad. Este efecto se ve reforzado por la existencia de cierta tensión en los ligamentos accesorios (cabeza radial del flexor superficial y brida del flexor profundo) y en las porciones distales de los tendones

de los músculos flexores digitales superficial y profundo.

La tensión en el tendón del músculo flexor digital profundo tiende a flexionar la articulación interfalángica distal, lo que provoca que las pinzas, es decir, la parte anterior del casco se aplique con fuerza contra el suelo.

Las bandas extensoras del músculo interóseo medio, al tirar del proceso extensor de la falange distal, cuando se produce el impacto o el apoyo sobre el suelo, contrarrestan el efecto anterior y mantiene el nivel del casco.

A la hiperextensión de la articulación interfalángica proximal, se oponen los ligamentos palmares axiales y abaxiales y el ligamento sesamoideo recto. El tendón del músculo flexor digital profundo, que se mantiene siempre en un nivel de cierta tensión, constituye un apoyo adicional para mantener el efecto anterior. La hiperextensión excesiva de esta articulación se evita por la acción del músculo flexor digital superficial que se inserta palmarmente en el fibrocartilago complementario de la base de la falange media.

AEP del Miembro Pelviano

Los miembros pelvianos resultan más distantes del centro de gravedad, por esto soportan poco más del 40% del peso corporal. Sus radios óseos se ex-

³ *Lacertus fibrosus* (aponeurosis del bíceps braquial): inserción tendinosa del músculo bíceps braquial en la cara medial del músculo extensor radial del carpo. Especialmente desarrollado en equinos como parte de su aparato de sustentación pasiva.

presan con angularidades muy acusadas, sus masas musculares presentan un mayor desarrollo que permite actuar eficazmente sobre formaciones óseas de gran tamaño y solidez. Las estructuras así dispuestas conforman un admirable mecanismo para soportar la masa corporal que le corresponde y para producir la acción muscular capacitando a los miembros pelvianos especialmente para el impulso.

La porción caudal del tronco se apoya sobre la cabeza del fémur. Una línea vertical trazada desde el centro de este apoyo pasa caudalmente a la articulación de la rodilla y cranealmente a las articulaciones del tarso, metatarsofalángica e interfalángica proximal antes de hacer intersección con el casco (figura 2). Sin las estructuras de sujeción correspondientes, la columna ósea de la extremidad pelviana

articulaciones metatarsofalángicas e interfalángica proximal. Los tendones y ligamentos del aparato estático pasivo de esta extremidad, permiten al animal evitar este derrumbamiento, utilizando solamente un mínimo de esfuerzo muscular

Los mecanismos de sujeción y de mantenimiento existentes distalmente al tarso, son muy similares a los presentes en la extremidad torácica. Sin embargo, el ligamento accesorio del tendón común de los músculos flexores digitales profundos, que se origina en la cara caudal de la cápsula articular del tarso, es débil y en ocasiones está ausente. Esto es compensado por la fijación intermedia muy firme del tendón del músculo flexor digital superficial a la tuberosidad del calcáneo, que es, en términos generales, comparable funcionalmente al ligamento

tal superficial, situada entre sus fijaciones tendinosas proximal y distalmente a la articulación metatarsofalángica, se tensa cuando la extremidad soporta peso corporal y contribuye con el músculo tendinoso interóseo medio a sujetar y mantener la articulación metatarsofalángica.

Además de las estructuras que sostienen la articulación metatarsofalángica descritas previamente, en el AEP del miembro pelviano, se incluyen el músculo tensor de la fascia lata, el músculo tercer fibular (peroneus tertius), el músculo flexor digital superficial, el músculo flexor digital profundo y posiblemente el músculo gastrocnemio.

Fijación de las articulaciones de la rodilla y del tarso

La fijación de las articulaciones de la rodilla y del tarso depende del mecanismo de bloqueo de la patela (rótula) y, por tanto, de la propia articulación de la rodilla y de la existencia del denominado mecanismo recíproco, que vincula los movimientos de las dos articulaciones (figura 3).

Mecanismo de bloqueo patelar
Para que se lleve a cabo el “bloqueo” de la rodilla, la patela debe situarse en la posición de reposo (por extensión de la articulación de la rodilla y luego permanecer fija en esa posición, rotando medialmente unos 15°). Esto permite que el fibrocartílagos parapatelar y el ligamento patelar medial se cuelguen (a modo de gancho) con cierta se-



se colapsaría y se derrumbaría por flexión de las articulaciones de la rodilla y del tarso, y por hiperextensión de las ar-

accesorio del tendón digital profundo, correspondiente en la extremidad torácica. La parte del tendón del músculo flexor digi-

guridad sobre el tubérculo de la tróclea del fémur (labio medial); la palpación confirma que el ligamento patelar medial está situado más caudalmente que antes en esa posición, estando desplazado unos 2 cm. por detrás del labio medial. Una vez asegurada y asentada en esa posición, la patela se resiste con firmeza a ser desplazada y entonces una parte mayor del peso corporal puede ser soportada

por la articulación fijada y bloqueada de esta manera, permitiendo entonces que la otra extremidad pelviana descansa en una posición de mayor relajación y en semiflexión apoyando la cara anterior de la pared del casco sobre el suelo. El

“desbloqueo”, puede llevarse a cabo con bastante rapidez, la patela es desplazada lateralmente y vuelve inmediatamente a su posición habitual pudiendo entonces flexionarse la articulación de la rodilla.

Debe descartarse que mientras todo este dispositivo conserva

energía, no elimina por completo el esfuerzo muscular; cada pocos minutos el animal cambia su apoyo principal de una extremidad a la otra, cuando los músculos se fatigan o quizás cuando la tensión en las estructuras tendinosas y ligamentosas del aparato estático pasivo se hace incómoda.

Mecanismo recíproco

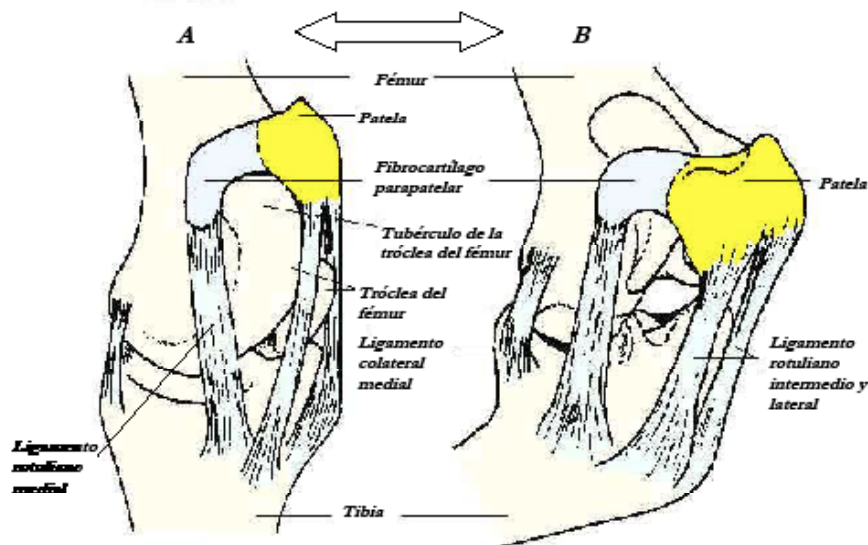


Fig. 3 visión medial de la articulación de la rodilla del equino. A: bloqueo de la rodilla, la patela se sitúa sobre el tubérculo de la tróclea del fémur. B: rodilla desbloqueada.

Depende de la presencia de dos gruesos cordones tendinosos, el tercer fibular y el flexor digital superficial, que se disponen entre el extremo distal del fémur y el tarso, uno en la cara craneal y el otro en la cara caudal de la tibia, respectivamente. La presencia de ambos cordones asegura

que las dos articulaciones se muevan al unísono; es decir, la flexión o extensión de una de ellas implica necesariamente un movimiento similar de la otra articulación.

Cuando la rodilla está bloqueada, el peso del tercio posterior tiende a flexionar la articulación del tarso, a lo que se opone la tensión existente en el flexor digital superficial. El tercer fibular no interviene en

este momento y parece que es superfluo en el animal parado y en pie (figura 3).

BIBLIOGRAFÍA:

- 1) Adams O. R. Lameness in Horses. Ed. Lea & Febiger Philadelphia, 1974.
- 2) Adaro L. & Olivares R. Lecciones de Anatomía Veterinaria Comparada. U. de Chile, 2006.
- 3) Dyce R. M.; Sack W. O. & Wensing C. J. G. Anatomía Veterinaria 2da edición. Interamericana Mc Graw – Hill, 2001.
- 4) Schaller, O.: Nomenclatura Anatómica Veterinaria Ilustrada, 1992, ed. Acribia.