



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PROBLEMAS RELACIONADOS AL EJERCICIO DE LOS EQUINOS
EN CLIMAS CÁLIDOS Y HÚMEDOS.**

**SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA EL
P.MVZ. BENITO SAN JUAN MARTÍNEZ.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

ASESOR:

MVZ Cert. José Francisco Lemus Suárez.

Morelia, Michoacán, Enero 2006.



UNIVERSIDAD

MICHOACANA DE SAN

NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PROBLEMAS RELACIONADOS AL EJERCICIO DE LOS EQUINOS
EN CLIMAS CÁLIDOS Y HÚMEDOS.**

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA EL

P.MVZ. BENITO SAN JUAN MARTÍNEZ.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, Enero 2006.

Dedicatorias

A DIOS con toda mi fe.

A mi Padre, a mi Madre, A mi Hermana, a mis Abuelos, A mis tíos y a mis Amigos.

Agradecimientos

A **Dios** por traerme a este mundo y darme la oportunidad de vivir y realizar mi sueño más anhelado.

A mi **Padre** el Sr. Benito San Juan por todo tu apoyo incondicional que siempre me brindaste; en ti encontré la fuerza de la vida, aprendí tus valores.

A mi **Madre** la Sra. María Martínez por darme la vida, tu cariño y amistad. Por cuidarme siempre, por SER MI MADRE.

A mi **Hermana** Maribel, por apoyarme siempre y por quererme tanto.

Gracias al **Dr. Lemus** por toda la atención brindada en la realización de este trabajo, por todo el tiempo que le dedico a mi asesoría y por sus consejos.

A toda mi familia que me apoyó anímica, moral, material y económicamente durante todos estos años.

Gracias a la Universidad Michoacana y en especial a la Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia y a todos los maestros que me brindaron todos sus conocimientos para mi formación profesional.

Gracias a todos los que siempre me apoyaron en la aventura que un día inicié y que ahora he concluido.

Índice

	Pagina
Introducción.....	1
Objetivo general.....	2
Problemas relacionados al ejercicio de los equinos en climas calidos y húmedos.	
Fisiología del ejercicio.....	3
Sistema cardiovascular.....	4
Termorregulación Y sudoración durante el ejercicio.....	8
Bases para el entrenamiento.....	9
Etapas del entrenamiento.....	12
Enfermedades relacionadas al ejercicio	
Agotamiento o fatiga.....	16
Síndrome de caballo agotado.....	20
Anhidrosis.....	22
Choque calórico.....	25
Síndrome de enfermedad exhaustiva crónica.....	27
Desordenes multisistémicos después del ejercicio extenuante.....	28
Bajo rendimiento en las carreras e intolerancia al ejercicio en caballos... ..	29
Hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio.....	34
Conclusiones.....	43
Bibliografía.....	45

INTRODUCCIÓN

El caballo es un animal con el doble de capacidad para el trabajo físico que el hombre, lo que le ha permitido en el pasado a sobrevivir a sus depredadores (De Luca, S, f).

En el espectáculo de las carreras de caballos están involucrados jinetes, caballos, entrenadores, caballerangos, médicos veterinarios, herreros, taquilleros, personal de administración, entre otros.

Para tener un caballo de carreras, hay que criarlo o comprarlo. Esto representa un trabajo difícil y de alto riesgo.

El entrenamiento previo, instalación en las caballerizas del hipódromo y la presentación en la pista como participante de una carrera integran una cadena de esfuerzos y atenciones, durante un camino muy largo. Este esfuerzo requiere un amplio conocimiento por parte del criador, para efectuar la cruce debida, contar con médicos veterinarios competentes, proporcionarle al potrillo la alimentación adecuada, mantenerlo en corraletas diseñadas especialmente para propiciar el fortalecimiento de músculos y el sistema óseo.

La preparación de un caballo para cualquier tipo de competencia involucra una combinación de acondicionamiento y enseñanza. El acondicionamiento produce adaptaciones fisiológicas y estructurales que llevan a maximizar y mantener la aptitud física, mientras que la instrucción desarrolla la coordinación neuromuscular y la disciplina mental. El entrenador diestro integra ejercicios de acondicionamiento

con la enseñanza para producir un caballo que es físicamente apto, mentalmente fresco y totalmente preparado para las demandas de la competencia.

La diferencia entre llegar a la meta y no llegar a ella puede resumirse en dos palabras "Estado Físico".

Cada aspecto del caballo como esqueleto, masa muscular y sistema cardiovascular deben funcionar en forma óptima para ser exitoso. El jinete debe entender lo que pasa en el sistema equino a medida que el programa de carrera se desarrolla para idear el plan de entrenamiento ideal para obtener resultados positivos.

Sin embargo toda competencia resulta como un fuerte esfuerzo físico del caballo, que al no ser controlado, puede resultar en problemas que sin duda podrían ser fatales, la presente revisión de literatura contiene los principales aspectos relacionados al ejercicio, entrenamiento; los principales problemas que se relacionan a este, las posibles causas, tratamiento y prevención.

El presente trabajo resultara como una herramienta de gran utilidad a todos los estudiantes y profesionistas que lo requieran; como apoyo en su formación académica o en la práctica profesional.

Objetivo General: Analizar y comprender la importancia del ejercicio, entrenamiento en el caballo que competirá en algún tipo de evento en donde realice alguna actividad física o como ejemplar de alto rendimiento; conocer los problemas que se pueden ocasionar cuando el trabajo físico es demasiado o inadecuado.

PROBLEMAS RELACIONADOS AL EJERCICIO DE LOS EQUINOS EN CLIMAS CÁLIDOS Y HÚMEDOS.

FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

La fisiología del ejercicio representa aquella ciencia que estudia los cambios en las funciones de los órganos y sistemas corporales cuando se someten a ejercicios rápidos (una sesión de ejercicio) y repetidos (varias sesiones de ejercicio); incluye también las alteraciones orgánicas antes y después de un ejercicio extenuante además de los factores ambientales (calor, humedad, contaminación, hiperbaria, hipobaria, entre otros) que afectan el funcionamiento de los sistemas que constituyen al organismo durante las sesiones de ejercicio/entrenamiento (saludmed, s f).

El hecho de realizar un trabajo físico requiere un gasto de energía que se sitúa por encima de la tasa metabólica de reposo. El incremento de la tasa metabólica puede ser soportado por el metabolismo anaerobio a través del uso de las reservas intramusculares de adenosina de trifosfato (ATP) y mediante la conversión de glucógeno o glucosa en lactato durante periodos de tiempos cortos. Sin embargo, en última instancia, la energía procede del metabolismo aerobio, esta limitada por el aporte de oxígeno a los tejidos y por su utilización en la mitocondria. Para compensar el incremento del gasto energético necesario para realizar un trabajo como una carrera, una carga o el transporte de un carro, debe aumentar la tasa metabólica. Los aumentos en la tasa metabólica son posibles por el aumento en el aporte de oxígeno a los tejidos y en la eliminación del dióxido de carbono de los mismos. El aumento en el consumo de oxígeno depende del incremento en el aporte tisular de oxígeno, que es posible por el aumento del gasto cardíaco, del flujo sanguíneo muscular y en los caballos de la concentración de hemoglobina con un aumento concomitante en la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. El aumento en el transporte de oxígeno desde el aire hasta la sangre se consigue principalmente por el incremento

de la frecuencia respiratoria y del volumen corriente. Los factores que influyen en el transporte del oxígeno desde el aire hasta la mitocondria pueden disminuir el rendimiento del animal (Radostits *et al.*, 1999).

El entrenamiento físico induce adaptaciones al aumento de las demandas metabólicas en diversos aspectos. Un factor limitante para la condición física y la resistencia, es la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Esta capacidad aumenta durante el entrenamiento por un incremento del volumen total de eritrocitos (Swenson y Reece, 1999).

Sin embargo, cuando el entrenamiento es prolongado, el aumento de la masa de eritrocitos puede ser excesivo, dando como resultado un aumento de la viscosidad sanguínea, que produce una reducción de la perfusión capilar y un suministro inadecuado de oxígeno a los tejidos; por consiguiente, una reducción en el rendimiento al correr y se le atribuye al sobreentrenamiento (Swenson y Reece, 1999).

Sistema Cardiovascular

El conocimiento del sistema cardiovascular del caballo permitirá:

- Mejorar su estado físico
- Implementar prácticas saludables que mejoren su estado de salud
- Disminuir el riesgo de lesiones
- Acortar el tiempo de las recuperaciones.

Un caballo adulto de 500 kg de peso contiene más de 48 lts de sangre circulando por su cuerpo para entregar oxígeno desde los pulmones y para llevar nutrientes absorbidos por el tracto digestivo a los diferentes tejidos y órganos. Y extraen

desechos del metabolismo celular hacia los pulmones y riñones para ser removidos del organismo (Iñaki, 2001).

El flujo sanguíneo está determinado por la actividad metabólica, a mayor actividad, mayor flujo sanguíneo. En reposo la frecuencia cardiaca puede llegar a 25-30 latidos por minuto, sin embargo en esfuerzos físicos de velocidad los latidos pueden llegar a 250 por minuto. A medida que el estado físico del animal mejora el volumen sistólico (capacidad de bombeo del corazón) comienza a aumentar y la frecuencia cardiaca comienza a disminuir (Iñaki, 2001).

Al comenzar el ejercicio las masas musculares comienzan una demanda de energía y de oxígeno, este aumento de la actividad metabólica desencadena un aumento del ritmo cardiaco, aumentando con esto el flujo sanguíneo (Iñaki, 2001).

El flujo sanguíneo cumple otra función muy importante que es la de enfriar el cuerpo mediante una distribución de la sangre a los vasos sanguíneos de la piel (Iñaki, 2001).

Estado del Sistema Cardiovascular

Los músculos están compuestos por una variedad de fibras, teniendo cada una de ellas funciones y características metabólicas específicas.

Las fibras musculares pueden ser clasificadas en 2 grandes grupos:

- Fibras Tipo I: son de contracción lenta con poca habilidad de oxidación de la glucosa o glicógeno, son resistentes a la fatiga y ocupan energía en la presencia de oxígeno (fibras aeróbicas).
- Las Fibras Tipo II: son de contracción rápida, se fatigan mucho más rápido y poseen una alta actividad glicolítica. Hay fibras IIA (velocidad en largas

distancias), IIB (Velocidad en distancias cortas) y IIC (Fibras de transición) (Iñaki, 2001).

El entrenamiento aumenta la capilaridad que puede llevar más oxígeno a los músculos y aumentar el número de mitocondrias en las células de manera que mayor cantidad de oxígeno puede ser procesado. Estos cambios pueden ser consecuencia de la intensidad y duración del entrenamiento (Iñaki, 2001).

El entrenamiento mejorará el sistema aeróbico, permitiendo al músculo obtener energía a través de la oxidación. Entrenar para carreras cortas o ejercicios de alta intensidad significa entrenar para fuerza. El aumento de la fuerza implica un aumento en la masa muscular mediante un aumento de los sarcomeros (Unidad Contráctil básica del músculo esquelético). El entrenamiento también mejora la capacidad metabólica funcional de las fibras involucradas e incluso pueden modificarse la proporción de fibras musculares en un determinado músculo (Iñaki, 2001).

Uno de los productos de desecho que resultan del consumo energético muscular de larga duración es el ácido láctico que produce un descenso del pH muscular y que trae como consecuencia la fatiga (Iñaki, 2001).

El incremento del gasto cardiaco que tiene lugar con el ejercicio de intensidad máxima en los caballos es de una gran magnitud; los caballos tienen un gasto cardiaco de aproximadamente 75ml/min/kg en reposo y de aproximadamente 750ml/min/kg durante el ejercicio máximo. El incremento del gasto cardiaco se acompaña de un aumento en la presión sanguínea auricular derecha, arterial pulmonar y aórtica (Radostits *et al.*, 1999).

La presión en la arteria pulmonar aumenta desde un valor medio aproximado de 25 mm Hg (milímetros de mercurio), hasta casi 100 mm Hg durante el ejercicio intenso. El incremento en la presión de la arteria pulmonar que acompaña al ejercicio físico

puede contribuir a los cuadros de hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio (Radostits *et al.*, 1999).

El incremento de la tasa metabólica durante el ejercicio da lugar a un aumento importante en la generación de calor metabólico con el consiguiente incremento de la temperatura corporal. Este aumento de la temperatura corporal depende de la intensidad y duración del ejercicio, así como de la capacidad del caballo para disipar el calor de su cuerpo. El ejercicio intenso de corta duración se asocia a un incremento importante en la temperatura corporal, pero este incremento no suele causar enfermedad. Sin embargo, el ejercicio prolongado de intensidad moderada, especialmente si se realiza en condiciones de calor y humedad, se puede asociar a temperaturas rectales superiores a 42.5 °C. El calor se disipa principalmente por evaporación del sudor de la superficie cutánea. La sudoración da lugar a pérdida de agua corporal y de electrolitos como sodio, potasio, calcio y cloruro. La magnitud de estas pérdidas puede ser suficiente como para causar deshidratación y alteraciones en las concentraciones séricas de los electrolitos, así como también alteraciones de la función cardiovascular y termorreguladora (Radostits *et al.*, 1999).

La recuperación del ejercicio esta influida por el grado de entrenamiento del caballo, de la intensidad y duración del ejercicio, y de la actividad que realiza el animal en el periodo de recuperación, de tal manera que los animales mejor entrenados se recuperan mejor. Los caballos que se les permite caminar tras un corto periodo de ejercicio intenso, se recuperan más rápidamente que los caballos a los que se les obliga a permanecer quietos. La recuperación también es lenta si el caballo no puede beber agua suficiente para reponer sus pérdidas, y también cuando las condiciones ambientales son de calor y humedad (Radostits *et al.*, 1999).

Termorregulación Y Sudoración Durante El Ejercicio

La producción de calor del cuerpo incrementa durante el ejercicio; almacenándose y haciendo que la temperatura del cuerpo se eleve pocos grados. El sudor y el incremento del fluido sanguíneo ayudan a disipar el calor del cuerpo. La elevación de la temperatura corporal incrementa la sensación de fatiga (Astigárraga, 2004).

En un clima caluroso, la precompetencia debe de ser a una intensidad más baja que la normal. La deshidratación reduce la capacidad de sudar y por lo tanto de termorregulación. El ejercicio en clima cálido incrementa la pérdida de sudor e influye en el desempeño. La ingestión de fluido antes, durante y después del ejercicio puede minimizar el efecto del calor y la humedad del clima (Astigárraga, 2004).

El golpe de calor puede ser evitado con una buena hidratación (Astigárraga, 2004).

La absorción de glucosa y sodio juntos, estimulan la absorción de agua intestinal. El añadir sodio a los fluidos incrementa la absorción de agua, además mejora la ingesta y la retención del fluido en el cuerpo (Astigárraga, 2004).

Aclimatación en climas calurosos:

- La aclimatación, mejora el desempeño y reduce el riesgo a sufrir golpe de calor.
- Las condiciones para la aclimatación requieren intensidad en el ejercicio y entrenar en altas temperaturas, diario entre 60-100 minutos.
- La aclimatación es un periodo que dura aproximadamente entre 10-14 días.
- Durante la aclimatación se incrementa la pérdida de sudor e incrementa las necesidades del reemplazo de fluidos. La buena hidratación debe mantenerse hasta que se complete la aclimatación. La aclimatación no sustituye el entrenamiento (Astigárraga, 2004).

La aclimatación en los caballos se hace para reducir el riesgo de daño y de enfermedad por calor, se hacen algunas modificaciones en la competencia, como lo es la velocidad (Astigárraga, 2004).

La adaptación funcional asociada con el condicionamiento físico al ejercicio, es un mecanismo por el cual se optimiza la capacidad para realizar ejercicio (Swenson y Reece, 1999).

Bases para el entrenamiento

El entrenamiento es un programa de ejercicios que apunta a mejorar la capacidad fisiológica de un organismo para una determinada actividad (Acuña, s f).

El estímulo sobre los sistemas orgánicos será el que provoque o no los cambios de adaptación. Un estímulo insuficiente no producirá cambios, uno apropiado provocará las adaptaciones buscadas y uno excesivo generará lesiones. La ciencia y el arte del entrenamiento es encontrar el balance entre uno y otro extremo (Acuña, s f).

Se dispone de muchos medios para evaluar el potencial inicial de un caballo y seguir de cerca su mejora en la capacidad atlética con el entrenamiento.

Los objetivos que persigue el entrenamiento son:

- Adaptación estructural
- Optimizar el uso de la energía
- Adaptación de la termorregulación
- Mejorar la condición neuromuscular y habilidades deportivas.

El entrenamiento apunta a adaptar y fortalecer las estructuras de sostén (huesos, cartílagos, ligamentos, tendones y músculos) y preparar al animal para las exigencias que demanda el deporte. Esta es la parte más tediosa y lenta del entrenamiento ya que puede llevar meses o años dependiendo de la etapa del desarrollo del caballo con la que partimos (Acuña, s f).

Como regla general, a mayor densidad de un tejido, más lenta es su adaptación. Es muy fácil incrementar la capacidad metabólica y muscular de un caballo pero es difícil crear una base de sostén sólida para soportar la potencia que esos músculos desarrollan (Acuña, s f).

La adaptación cardio-respiratoria es de crucial importancia para garantizar el aporte sanguíneo y de oxígeno que demandan los músculos durante una competencia de resistencia. El metabolismo energético es un gran desafío ya que se debe lograr la mejor eficiencia entre gasto de energía y producción de trabajo. La energía que es obtenida de compuestos químicos se traduce en trabajo más o menos eficiente ya sea procesada bajo un sistema aeróbico o anaeróbico. El optimizar la ecuación gasto energético - trabajo es la meta del entrenamiento. La mayor eficiencia se logra cuando los substratos energéticos son procesados por el sistema aeróbico como ocurre en ejercicios de larga duración y baja intensidad. Bajo este sistema, se obtiene la mayor cantidad de energía con menos residuos del metabolismo de la glucosa y ácidos grasos (Acuña, s f)

De toda esta energía, una reducida parte se traduce en trabajo efectivo (movimiento) mientras que la otra se pierde en forma de calor a través de la sudoración y eliminación de vapor de agua por los pulmones entre otros sistemas, siendo los mencionados los más eficientes por parte del caballo (Acuña, s f).

La coordinación neuromuscular es importante desarrollarla porque durante largos recorridos y diversos tipos de terrenos, el caballo debe saber cómo coordinar cada movimiento con el menor gasto de energía posible. Para esto, los ejercicios utilizados en adiestramiento durante la primera etapa de entrenamiento, son la base para obtener una buena coordinación neuromuscular (Acuña, s f).

Es importante conocer los métodos de evaluación para determinar el tipo de metabolismo en el cual trabajan los caballos según la intensidad del ejercicio. Los parámetros más fáciles de manejar en la clínica con mínima instrumentación son:

- Frecuencia cardiaca
- Velocidad
- Lactato sanguíneo

La frecuencia cardiaca (FC) varía desde valores tan bajos como 22 o 24 latidos por minuto (LPM) hasta 240 LPM a máxima velocidad. A partir de frecuencias cardiacas superiores a 90 LPM, el incremento de la FC es función lineal con la velocidad. Por debajo de esos valores la excitación puede influir sustancialmente en los valores (Acuña, s f).

El mejor método para evaluar la FC durante el trabajo es el uso de monitores cardiacos. Correlacionando la FC con la velocidad, se pueden establecer valores como la V140 o V200 que son las velocidades a las cuales se alcanza esa determinada FC la V200 y FC máximas se correlacionan con el máximo consumo de oxígeno (VO₂) y por lo tanto es posible indicar las FC de trabajo para objetivos determinados (Acuña, s f).

El otro elemento fácil de utilizar en combinación con los anteriores es la concentración de ácido láctico sanguíneo. Realizando test incrementales se determina la FC y velocidad a la que comienza la acumulación de lactato por encima de 4mm/l, siendo éste el punto considerado de cambio de metabolismo aeróbico a anaeróbico (Acuña, s f).

Todos estos métodos y valores permiten evaluar si la estrategia de entrenamiento está surtiendo efecto o no y es muy importante realizarlos durante las diferentes etapas y al comienzo de una siguiente etapa ya que si un caballo todavía no está en condiciones de pasar a la siguiente etapa corre riesgo de lesión, la cual ocasionaría volver a empezar (Acuña, s f).

Etapas del entrenamiento

Todas las etapas de entrenamiento en cualquier deporte deben comenzar con un tiempo para el calentamiento y es necesario un tiempo para el enfriamiento.

Calentamiento: Aumenta la irrigación muscular, flexibiliza todas las estructuras, moviliza las reservas del bazo y prepara mentalmente al animal para el ejercicio.

Enfriamiento: Facilita la re oxigenación muscular y permite la eliminación de productos de desecho del metabolismo muscular.

Los ejercicios de adiestramiento son muy importantes en todas las etapas y después de un entrenamiento fuerte ya que permite la elongación muscular mejorando su recuperación. La natación es un excelente ejercicio para mejorar y mantener el

metabolismo aeróbico y puede implementarse en cualquier etapa del entrenamiento (Acuña, s f).

1- Larga Distancia – Baja Velocidad o entrenamiento de base

En esta etapa de entrenamiento se trabaja dentro de los valores menores de la capacidad aeróbica, con FC máximas de 110 a 135 LPM (50 a 60% de la FC máx. o 30 a 40% de la VO₂ máx.). Después de unos 2 o 3 meses, dependiendo la condición del caballo de base, se incrementa la carga de trabajo en valores de 150 a 155 LPM. Esta segunda etapa puede llevar 1 a 2 meses.

2- Progresión aeróbica

Cumplidos los objetivos de las primeras etapas se hacen trabajos a 170 – 175 LPM (80% de la FC máx. o 65% de la VO₂ máx.). Un caballo bien entrenado y apto para el trabajo que realizó debe tener una FC de 60 LPM 10 minutos después de haber terminado el trabajo, dependiendo de la intensidad del mismo. Para evaluarlo, existe el Índice de Recuperación Cardíaca (IRC) en donde se mide la FC a los 5 o 10 minutos de terminar el trabajo (FC₁), se hace trotar a la mano al caballo 80 metros y luego de un minuto de terminado el trote se vuelve a tomar la FC debiendo ser esta última igual o incluso menor a la FC₁. Se considera todavía apropiado hasta 3 latidos de la FC₂ sobre la FC₁.

3- Entrenamiento avanzado o específico

1) Intervalo Training: Este sistema de entrenamiento es indicado para caballos de velocidad y no de resistencia. Apunta a mejorar la capacidad aeróbica y la velocidad.

Es un ejercicio que requiere de un caballo con muy buen entrenamiento de base ya que provoca gran estrés sobre las estructuras de sostén. Implica ejercicios cortos cercanos a la velocidad y FC máximas, con tiempos cortos de recuperación. Se efectúan repeticiones con recuperaciones incompletas para producir un estímulo sobre el sistema cardiovascular y metabolismo aeróbico-anaeróbico. Se comienza con 2 repeticiones por sesión incrementando la carga progresivamente. No se deben hacer más de 2 sesiones por semana. Para minimizar riesgos se pueden hacer sesiones en terrenos con largas pendientes con lo que se logran FC superiores a velocidades más bajas.

2) Farlek: Este sistema de entrenamiento es el más utilizado en caballos de endurance de alta competencia (mas de 80 Km.). Se realizan trabajos a 80 – 90% de la FC máx. Durante 1 o 2 minutos, interpuestos en trabajos aeróbicos.

3) De Potencia: Se realizan trabajos en subidas cortas y empinadas, subidas escalonadas, secuencia de saltos o tracción de peso. Produce gran estrés en estructuras de sostén como tendones y ligamentos, particularmente de miembros posteriores y sobre las grandes masas musculares.

Si bien cada tipo de entrenamiento es indicado para un deporte en particular, se deben adaptar a un sistema de preparación para cada individuo y por sobre todas las cosas, la paciencia, es la condición número uno para lograr el éxito (Acuña, s f).

Sobre – entrenamiento

En todos los programas de entrenamiento se corre el riesgo del sobre-entrenamiento. Esto ocurre particularmente cuando se quieren acortar tiempos y se esperan resultados muy rápido (Acuña, s f).

Los signos de sobre-entrenamiento pueden ser muy sutiles y es por esto que hay que estar atentos a ellos revisando al caballo todos los días sin importar cuál fue la intensidad de trabajo:

- Pérdida de apetito
- Pérdida de peso aunque mantenga o incremente el consumo de alimentos
- Cambios de carácter
- Bajo rendimiento
- FC elevadas para el mismo trabajo
- Retardo en la recuperación de la FC luego de un ejercicio
- Alteraciones hematológicas y bioquímicas (Acuña, s f).

ENFERMEDADES RELACIONADAS AL EJERCICIO

Agotamiento o Fatiga

Edwards (1981), define a la fatiga como " la imposibilidad de generar una fuerza requerida o esperada, producida o no por un ejercicio precedente". Así quedarían obviados el nivel de fuerza y la periodicidad de la misma, así como el tipo de contracción muscular y el alcance de la mismo (Fernández, 2001).

Todo esfuerzo físico de intensidad y duración suficientes causa fatiga. La fatiga es la *"sensación de cansancio o agotamiento que se produce después de realizar un ejercicio físico"*. La fatiga, comienza a tomar importancia al empezar a agotarse el combustible intramuscular; a pesar de que los sustratos son provistos vía circulación (De Luca, Consulta 2005). La fatiga, es la consecuencia normal del ejercicio y se puede considerar, como un mecanismo de seguridad, por que si no se produjera, es muy probable que se pudiese producir una lesión estructural de las células musculares y de los tejidos de sostén durante el ejercicio (Manual Merck de Veterinaria, 2000).

La fatiga ocurre en el máximo ejercicio cuando el pH del músculo baja al punto de que la glicólisis y la contracción muscular no ocurren y el ATP del músculo baja (Masri, 2002).

La aparición de la fatiga durante el ejercicio físico debe ser interpretada como la incapacidad del músculo o del organismo en conjunto para mantener la misma intensidad de esfuerzo. Se trata de un mecanismo de carácter defensivo, expresión del fracaso de los dispositivos orgánicos para adaptarse a las condiciones requeridas, cuyo objetivo es evitar las posibles consecuencias adversas derivadas de una práctica físico-deportiva desmesurada o excesiva (Fernández, 2001; Frandson y Spuergeon, 1997).

La sensación de fatiga se origina en el hipotálamo y la porción sensitiva del tálamo, y se expresa modificando el comportamiento funcional normal a los distintos niveles en que se manifiesta, estimando conveniente explicar que, en algunas situaciones de fatiga deportiva, esto ocurre a nivel LOCAL, es decir, en un sólo músculo o en un grupo determinado de músculos, y en otras, a nivel GENERAL, afectando, por tanto, a todo el organismo (Fernández, 2001).

Causas

Las principales causas son el exceso de trabajo físico superando los límites de tolerancia bien sea por elevados volúmenes del mismo o por utilizar cargas demasiado intensas (Ulmer y Juergenson, 1977), también se puede deber a la deficiencia en los descansos o a no respetar los períodos de reposo adecuados e incluso por una alimentación e hidratación incorrectas e insuficientes, todo ello llevará a una serie de estados, carencias y alteraciones fisiológicas como:

- Disminución en las reservas energéticas como por ejemplo el glucógeno,
- Acumulación de sustancias resultantes del metabolismo como el ácido láctico.
- Cambios enzimáticos, electrolíticos, hormonales, celulares, etc.

Estas causas son de carácter fisiológico dando lugar a lo que se conoce como fatiga física, pero un proceso de fatiga también viene acompañado de mermas en otros niveles: la fatiga mental se debe, entre otras causas, a la pérdida de la concentración necesaria, la fatiga sensorial a disminuciones en la percepción visual, auditiva o táctil y la fatiga emocional a la ausencia o alteración de los estímulos emocionales necesarios para alcanzar el rendimiento óptimo (deportedigital, s f).

En realidad se puede hablar por un lado de fatiga física (motora y coordinativa) y por otro de fatiga nerviosa (mental, sensorial y emocional) pero que no se manifiestan de

forma aislada e independiente, sino que lo hacen de forma combinada dando lugar a diversos síntomas (deportedigital, s f).

Signos Clínicos

Sensación de cansancio al realizar las acciones más simples y ligeras. El animal se rehúsa a comer, se echa y bebe bastante agua (Ulmer y Juergenson, 1977).

- Pesadez muscular en ocasiones acompañada de molestias o pequeños dolores.
- Alteraciones en el ritmo cardíaco y respiratorio.
- Falta de coordinación en los movimientos y errores en la ejecución.
- Deseo de dejar de realizar los ejercicios.

Si el proceso de la fatiga es continuado y si se debe a un sobreentrenamiento pueden presentarse signos como:

- Irritabilidad y apatía.
- Alteraciones en el sueño.
- Pérdida de peso.
- Descenso exagerado en el rendimiento.
- Falta de concentración y atención (deportedigital, s f).

Tratamiento

No existen procedimientos de tratamiento, propiamente dicho de esta condición, si bien, la adopción de medidas protectoras, como por ejemplo, un buen entrenamiento o acondicionamiento físico, u otras estrategias de ayuda ergogénica pueden retardar su aparición o disminuir su duración (Fernández, 2001).

Primero se debe diferenciar la fatiga sobrevenida debido a un esfuerzo puntual y la producida por un trabajo prolongado y continuado en el tiempo que dará lugar a un estado de sobreentrenamiento, en el primer caso lo aconsejable es:

- Descanso adecuado, realizar un trabajo de recuperación y relajación, e incluso aplicar alguna técnica de recuperación como el masaje o la hidroterapia.
- En el caso de sobreentrenamiento se deben analizar todas las posibles causas y actuar en consecuencia.

En términos generales se recomienda:

- Reducir el trabajo o realizar un reposo deportivo si fuera necesario, dieta adecuada e incluso aporte de suplementos vitamínicos si el médico así lo recomienda, utilizar métodos de relajación y respiración para disminuir la tensión nerviosa, realizar calentamientos al principio de cada sesión de trabajo, y terminar todas ellas con ejercicios de recuperación y vuelta a la calma, por último aplicar las diversas técnicas especiales de recuperación como la hidroterapia, termoterapia, masaje, etc (deportedigital, s f).

El entrenamiento físico es la vía más eficaz para reducir la fatiga e incrementar la capacidad para ejercitarse, ya que se dan muchas respuestas fisiológicas al entrenamiento, como el incremento en la tasa máxima de transporte de oxígeno, volumen de impulsos, densidad capilar en el músculo, volumen de sangre y contenido total de hemoglobina en sangre. Hipertrofia de las células musculares se produce junto con incrementos en las concentraciones de mitocondrias, glucógeno y enzimas implicadas en la producción de energía (Manual Merck de Veterinaria, 2000).

Síndrome de Caballo Agotado

Se observa en carreras de resistencia, carreras de tres días de duración, ejercicios de rastreo y caza de zorros o aves en las que se realiza un ejercicio submáximo prolongado. La probabilidad de enfermedad es mayor en caballos no entrenados y cuando las condiciones ambientales son de calor y humedad (Radostits *et al.*, 1999).

Patogenia

Posiblemente implica la pérdida de glucógeno y electrolitos (sodio, cloruro y potasio), la hipovolemia por las grandes pérdidas de agua en el sudor, la hipertermia y los trastornos del equilibrio acidobásico. Aproximadamente durante el ejercicio submáximo se pierde 11L de sudor, y esta pérdida da lugar a una disminución importante del agua corporal total y de las concentraciones séricas de potasio, sodio y cloruro. La pérdida de cloruro causa alcalosis metabólica. La hipovolemia altera la termorregulación al reducir el flujo de sangre que alcanza la piel, y posiblemente da lugar a una disminución del flujo sanguíneo gastrointestinal que contribuye a la isquemia intestinal y a la aparición de íleo paralítico. La temperatura corporal aumenta hasta niveles peligrosos (+ de 43 °C) y el caballo no puede seguir realizando el ejercicio. Cuando estas alteraciones tienen una gravedad suficiente, entonces la combinación hipertermia y de deshidratación puede iniciar una secuencia de acontecimientos que finaliza en shock, fracaso multiorgánico y muerte (Radostits *et al.*, 1999).

Signos clínicos

Imposibilidad para seguir realizando el ejercicio, depresión, debilidad, falta de interés por la comida y la bebida, retraso en la normalización de la frecuencia cardíaca y de la temperatura rectal, disminución de la turgencia cutánea y tiempo de llenado capilar, una marcha rígida, disminución o ausencia de sonidos intestinales. La orina

esta concentrada y el caballo interrumpe la micción. Puede haber presencia de hemoconcentración, hipocloremia e hipopotasemia, así como alteraciones variables en la concentración sérica de sodio (Radostits *et al.*, 1999).

Tratamiento

Consiste en el restablecimiento rápido de la hidratación, la corrección de las alteraciones electrolíticas y del equilibrio acidobásico, y la reducción de la temperatura corporal (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Las preparaciones líquidas mas adecuadas para su administración a caballos con agotamiento son la solución de Ringer, la solución isotónica de cloruro sódico con cloruro de potasio (10 mEq/L) y la solución de gluconato cálcico (10-20 ml de solución al 24% por L). Enfriamiento activo mediante la aplicación de agua fría o de agua y hielo (Radostits *et al.*, 1999).

Prevención

Impedir en las competencias la participación de los caballos que no han sido entrenados adecuadamente, o que no estén aclimatados al lugar de competencia. Antes de la competencia deben de someterse a una exploración veterinaria y una observación durante el desarrollo de la competencia (Radostits *et al.*, 1999; Manual Merck de Veterinaria, 2000).

Anhidrosis

(Síndrome de falta de sudoración)

Es la ausencia anormal de sudoración en respuesta al calor (www.umm.edu, s f). Afecta a los caballos en los climas calurosos y húmedos. Los animales afectados son incapaces de mantener la temperatura corporal dentro de los límites seguros, especialmente durante o después del ejercicio (Radostits *et al.*, 1999).

Etiología

Comprende una disminución de la sensibilidad de las glándulas sudoríparas a la estimulación adrenérgica β_2 , que es el estímulo normal para el sudor en los caballos (Radostits *et al.*, 1999; Swenson y Reece, 1999).

Epidemiología

Este trastorno se da en los caballos en países con un clima caluroso y húmedo, incluyendo regiones tropicales y subtropicales. La incidencia y la gravedad de la enfermedad son superiores en la estación más calurosa (Radostits *et al.*, 1999).

El problema impide la termorregulación y baja el rendimiento del caballo. No hay predisposición de raza, edad o color. No hay una dieta, vitamina o mineral, en particular, como etiología. Puede existir predisposición hereditaria. Caballos nativos o importados de una determinada región se pueden afectar de este padecimiento. La prevalencia es mas alta en caballos de alto rendimiento (Masri, 2002).

Evans 1954 a 1966(Citado por Marsi, 2002); en los primeros estudios demuestra que hay una disfunción en la habilidad de secretar sudor y la reducción de la respuesta está asociada a las catecolaminas.

Beadle 1982(Citado por Marsi, 2002); estima que el 20% de los caballos de carreras están afectados en el sur de los Estados Unidos y que la mayoría de los caballos con anhidrosis sudan en el invierno.

Este proceso raramente es mortal, salvo que los caballos afectados realicen ejercicio bajo el calor, en cuyo caso la muerte puede producirse por un golpe de calor (Radostits *et al.*, 1999).

Patogenia

La sudoración es el principal medio que tiene el caballo para disipar el calor. La reducción de la capacidad para producir sudor provoca una incapacidad para controlar eficazmente la temperatura corporal durante el ejercicio y cuando la temperatura y la humedad ambiental son altas (Radostits *et al.*, 1999).

El sudor se puede estimular en el caballo por medio de inyecciones intravenosas o intradérmicas de epinefrina (Masri, 2002).

Se desconoce la falta de sudor se puede deber a un sin número de fallas en la secuencia desde la estimulación nerviosa hasta la estimulación y secreción de la glándula para llevar el sudor a la superficie de la piel (Masri, 2002).

Hipótesis

La respuesta inadecuada de las glándulas sudoríparas se debe a la desensibilización y baja regulación de los receptores β_2 - A la cual ocurre debido a circulación elevada de epinefrina (Masri, 2002).

Signos clínicos

El más manifiesto es la falta de sudoración en respuesta a un estímulo apropiado, como el ejercicio. En los caballos gravemente afectados, el sudor puede estar limitado a las zonas del periné, el pecho y bajo la crin y la silla. Los caballos menos afectados tienen una respuesta a la sudoración disminuida y puede que no suden durante el ejercicio. La piel se seca, está casposa y pierde su elasticidad (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Los animales afectados cuando sufren estrés por calor tienen una taquipnea extrema, tienen menos apetito y pierden peso. Después del ejercicio se observa una temperatura corporal elevada (41.5 – 42°C) y persiste durante largos periodos (Radostits *et al.*, 1999).

El pronóstico es desfavorable para la función atlética de los animales que permanecen en un medio cálido y húmedo, pero esta enfermedad desaparece si los animales se trasladan a un clima frío (Radostits *et al.*, 1999).

Pruebas analíticas

La confirmación diagnóstica se realiza mediante la demostración de la disminución de la sudoración en respuesta a la inyección intradérmica de epinefrina, o de los agonistas adrenérgicos β_2 , terbulina y salbutamol. Una prueba sencilla comprende la inyección intradérmica de 0.1 ml de una dilución 1:1 000 de epinefrina; si el caballo suda, no se considera anhidrosis completa. Los caballos normales sudan si les inyecta 0.1 ml de una solución 1: 1 000 000 epinefrina, mientras que los caballos parcialmente anhidroticos sólo sudan con concentraciones superiores a 1: 10 000 o 1: 1 000 (Radostits *et al.*, 1999).

Tratamiento

- No existe tratamiento confiable
- Mas de 50 tratamientos reportados con resultados variables
- Aire acondicionado o cambio de ambiente
- Entrenarlos en ambientes más frescos
- Evitar estrés calórico
- Humedecerlos antes de trabajar
- Sin embargo se debe de asegurar que los animales reciban una ingestión adecuada de sodio, potasio y cloruro
- El traslado de los animales afectados a climas más fríos (Radostits *et al.*, 1999; Masri, 2002).

Choque calórico

Cuando la temperatura se eleva, el calor se disipa, siendo un factor limitante en el funcionamiento metabólico y fisiológico del cuerpo. El colapso por la exposición al calor es generalmente causado por una falla circulatoria y una disfunción en el S.N.C (Frandsen y Spurgeon, 1997).

La enfermedad por calor es caracterizada por el desarrollo de desorientación, fatiga muscular, colapso, y puede producir golpe de calor (elevación máxima de temperatura), no producir sudor e inconsciencia (Astigárraga, 2004).

Este puede ocurrir en los caballos expuestos al calor y confinados con una pobre ventilación, particularmente durante el transporte. Este problema se observa con mayor frecuencia durante el ejercicio en aquellos caballos con pobre condición física

o sobreejercitados en climas húmedos y calientes (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Signos clínicos

Depresión, debilidad, inapetencia y resistencia al movimiento. La frecuencia cardíaca y respiratoria se elevan, la temperatura rectal puede llegar a 41–43°C. Se prolonga el tiempo de llenado capilar. La sudación es inadecuada, la piel se nota seca, la depresión y debilidad pueden progresar hasta llegar a la ataxia, colapso, convulsiones, coma y muerte (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Tratamiento

Bajar la temperatura (colocarse en lugares frescos y bien ventilados), bañar con agua fría, fluidoterapia para restaurar volumen circulante (Lemus, 2003).

Se recomienda la administración de antiinflamatorios no esteroidales (AINES) como la fenilbutazona, meglumina de flunixin, dipirona; siempre después de restaurar el volumen circulante (Lemus, 2003).

Prevención

La realización de la competencia temprano, descansos extras, periodos para refrescarse, reducción en la intensidad y duración del evento, mejorar el monitoreo de los caballos, para controlar que estén en óptimo estado. El agua para refrescar a los caballos debe de estar a una temperatura de 6 °C, para una mayor efectividad (Astigárraga, 2004; Radostits *et al.*, 1999).

Síndrome de Enfermedad Exhaustiva Crónica

En el sobre ejercicio el metabolismo anaerobio de los carbohidratos constituyen la primera fuente de energía. Después hay una rápida eliminación de la reserva energética muscular. En los casos en que el trabajo se realice bajo condiciones de elevada humedad y temperatura los caballos se ven mas afectados, ya que hay mayor pérdida de agua y electrolitos (Swenson y Reece, 1999).

La combinación de deshidratación y pérdida de electrolitos (sodio) incrementa la viscosidad de la sangre y por consiguiente una disminución del volumen del plasma, con esto se origina una inadecuada perfusion de los tejidos y un transporte ineficiente de oxígeno, con esto se puede llegar a dañar también la función renal, provocando disturbios en su funcionamiento. La pérdida de cloro contribuye el desarrollo y persistencia de la alcalosis metabólica. El desequilibrio acidobásico asociado con la pérdida de potasio, calcio y magnesio puede alterar el potencial de la membrana, la transmisión neuromuscular y contribuir a una estasis gastrointestinal, arritmia cardiaca, ataxia y espasmos musculares, incluyendo golpeo sincrónico diafragmático (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Signos clínicos

Severa depresión, anorexia; deshidratación y sin ganas de tomar agua; temperatura, pulsos y frecuencia respiratoria elevados; aumento del tiempo de llenado capilar, disminución del pulso; atonia intestinal, ano dilatado, en ocasiones se puede presentar cólico; ataxia y espasmos musculares (Lemus, 2003).

Desordenes Multisistémicos Después Del Ejercicio Extenuante.

Se reconoce como un síndrome fatal posterior a la fatiga en los caballos sometidos a carreras de resistencia, sobre todo en los meses de verano. Son caballos que fueron sometidos a una competencia de resistencia 3 a 4 días antes de presentar los signos. Los caballos manifiestan fatiga y pobre recuperación, pareciera que se recuperan pero continúan deprimidos y sin apetito (Radostits *et al.*, 1999; Lemus, 2003).

Signos clínicos

Depresión, debilidad, se resisten al movimiento. La frecuencia cardiaca y respiratoria está elevada, con irregularidades cardiacas en algunos casos. El pulso es débil y el tiempo de llenado capilar prolongado. La motilidad gástrica disminuye o se encuentran ausentes, se asocia con hipertermia maligna y en el 50% de los casos se presenta laminitis (Lemus, 2003).

Tratamiento

Administración de AINES, Pentoxifilina a una dosis de 8.4 mg/kg de peso, por vía oral, cada 12 horas, la fluidoterapia tiene poco valor en este caso (Lemus, 2003).

Bajo Rendimiento en las Carreras e Intolerancia al Ejercicio en Caballos.

La definición de bajo rendimiento en las carreras es difícil de establecer. En los caballos en los que existen registros comprobados de un rendimiento adecuado y que después dejan de alcanzar su nivel de rendimiento previo, es fácil detectar la modificación y a menudo se puede identificar alguna causa física que explique el hecho. Presentan mas dificultades lo caballos en los que no existen antecedentes de rendimientos satisfactorios y que son etiquetados como animales con fracaso en alcanzar la expectativas. Los caballos incluidos en este grupo pueden presentar alguna alteración clínica, pero a menudo la razón es la ausencia de la capacidad innata o el entrenamiento insuficiente; ambas causas deben ser comentados cuidadosa y prudentemente con el propietario y con el entrenador, y solo tras una exploración concienzuda del caballo (Radostits *et al.*, 1999).

La intolerancia al ejercicio en los caballos de carreras se define como la imposibilidad del animal para correr a las velocidades que alcanzaba previamente o que alcanzan sus compañeros de cuadra. En su forma mas extrema, la intolerancia al ejercicio aparece como una incapacidad completa para correr la carrera, mientras que en su forma mas leve se manifiesta como un ligera disminución del rendimiento como puede ser la pérdida de una o mas carreras por varios cuerpos o por uno o dos segundos, o bien el fracaso en alcanzar las expectativas (Radostits *et al.*, 1999).

Exploración clínica

La exploración física debe incluir un examen detallado de los sistemas músculo esquelético, cardiovascular y respiratorio y también los resultados de las muestras recogidas de los líquidos corporales analizados (Radostits *et al.*, 1999).

El caballo debe de ser examinado en reposo para descartar una enfermedad músculo esquelética y después debe ser observado mientras camina o trota para descartar una cojera (Radostits *et al.*, 1999).

Es necesaria la auscultación cuidadosa para descartar insuficiencia valvular o arritmias. El aparato respiratorio debe de ser evaluado se debe de evaluar mediante auscultación del tórax en una zona tranquila. Inicialmente la auscultación torácica se debe de realizar con el caballo en reposo, cuando no se detectan alteraciones se debe incrementar el volumen corriente del caballo haciendo que respire el aire en una gran bolsa colocada sobre su nariz o mediante ejercicio físico (Radostits *et al.*, 1999).

Causas de intolerancia al ejercicio o bajo rendimiento

Cualquier enfermedad que altere las funciones normales del caballo puede alterar también su rendimiento.

Sistema músculo esquelético

- La cojera es una causa mas frecuente de bajo rendimiento en caballos.
- Rabdomiolisis.

Sistema cardiovascular

El bajo rendimiento atribuible a enfermedad cardiovascular puede ser debido a:

- Fibrilación auricular paroxística inducida por el ejercicio y que desaparece al poco tiempo de finalizar el mismo es difícil de diagnosticar.
- Arritmias ventriculares.
- Insuficiencia valvular, como insuficiencia mitral o tricuspídea secundaria a cardiopatía adquirida o congénita.

- Malformaciones congénitas como comunicación interventricular.
- Miocarditis o miocardiopatía.
- Trombosis aortoiliaca (Radostits *et al.*, 1999).

Aparato respiratorio

Aparato respiratorio superior

- Hemiplejia laringea.
- Desplazamiento dorsal intermitente del paladar blando.
- Atrapamiento epiglotico.
- Hipoplasia epiglotica.
- Condritis del aritenoides.
- Quistes faringeos.
- Empiemia del saco gutural.
- Absceso retrofaringeo.
- Pliegues alares redundantes o flácidos (Radostits *et al.*, 1999).

Aparato respiratorio inferior

- Neumonía secundaria a infección por el virus de la influenza o por los virus herpes equinos 1 o 4.
- Neumonía parasitaria por *Dictyocaulus arnfieldi*.
- Hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio.
- Enfermedad inflamatoria de la vía respiratoria inferior y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Neumonía granulomatosa (Radostits *et al.*, 1999).

Alteraciones hematológicas y bioquímicas

Anemia

- Parasitosis, especialmente la secundaria al genero *Strongylus* y a *Cyathostomas*.
- Enfermedad crónica, como la presencia de un absceso.
- Anemia infecciosa equina.
- Piroplasmosis.
- Úlcera gástrica.
- Toxicidad por fenilbutazona.
- Flebotomía excesiva.
- Administración de eritropoyetina recombinante humana (Radostits *et al.*, 1999).

Hipoproteinemia

- Parasitosis, especialmente la secundaria al genero *Strongylus* y a *Cyathostomas*.
- Malnutrición, especialmente por la ingestión insuficiente de proteínas.
- Enteropatía con pérdidas de proteínas como en le linfoma maligno o en la enteritis granulomatosa.

Enfermedad del sistema nervioso

- Ataxia espinal secundaria a mielopatía cervical compresiva (estática o dinámica) o mieloencefalitis protozoaria equina.
- Parálisis supraescapular.
- Flexión exagerada, repetitiva e involuntaria del corvejón (Radostits *et al.*, 1999).

Otros

- Tumor hipofisiario (enfermedad de cushing equina).
- Hipofunción de la corteza suprarrenal iatrogénica.
- Hepatopatía de cualquier causa, pero con sobrecarga de hierro.
- Nefropatía.
- Malnutrición.
- Administración de fármacos que alteran el rendimiento, como antagonistas betaadrenergicos o sedantes (Radostits *et al.*, 1999).

Pruebas analíticas

Esta indicada la recogida de muestras de sangre y orina cuando se detectan alteraciones en el examen físico. Se debe de prestar atención al hemograma, sobre todo al recuento leucocitario, para descartar inflamación, el hematocrito, para descartar anemia (Radostits *et al.*, 1999).

Tratamiento

El tratamiento persigue la corrección de la enfermedad subyacente. Cuando no es posible encontrar la causa del bajo rendimiento tras la exploración cuidadosa y concienzuda, se debe de prestar atención al programa de entrenamiento del caballo (Radostits *et al.*, 1999).

Hemorragia Pulmonar Inducida por el Ejercicio

El cuadro de sangramiento pulmonar post ejercicio en equinos fue descrito por primera vez en el año 1688 por Markham. En el año 1883 Robertson comunicó la existencia de epistaxis en caballos de carrera atribuyéndola a una condición hiperémica de los vasos pulmonares. En el año 1913, se atribuyó la epistaxis a una condición hereditaria en caballos Fina Sangre de Carrera. A pesar del tiempo que ha transcurrido desde que se describió por primera vez este cuadro, aún no se ha establecido el origen de la enfermedad y por consiguiente un tratamiento adecuado (Moran y Ayala, 2003).

Para Derksen y Col., el término que mejor describe este sangramiento post esfuerzo que sufre el equino de deporte es Hemorragia Pulmonar Inducida por el Ejercicio (HPIE). Esta condición se define como la presencia de sangre en el árbol traqueobronqueal proveniente de los capilares alveolares. Su importancia radica en la alta incidencia de esta patología en los equinos de deporte.

Actualmente, la hipótesis más aceptada en cuanto al origen y mecanismo de HPIE es la que dice relación con ruptura de capilares pulmonares durante el ejercicio. Esto resulta de una hipertensión vascular en combinación con una gran presión negativa intrapleuraleal, lo que generaría un aumento de la presión capilar pulmonar, con la consecuente hemorragia. Estas presiones separan las uniones celulares entre el endotelio capilar y las células epiteliales alveolares de una manera reversible, permitiendo la hemorragia en el interior del espacio alveolar (Moran y Ayala, 2003).

Factores de presentación de HPIE

Esta patología, es independiente de la raza, de la disciplina deportiva, de la edad, del sexo, del ambiente y manejo de los equinos, no tiene probablemente un factor etiológico único.

Muchos de los autores coinciden en que la aparición de HPIE está condicionada por el esfuerzo, entrenamiento o carrera (Catalán, 1996). Se piensa que la velocidad de aceleración de 17 m/seg que desarrolla el caballo en el inicio de la carrera es un factor que produce un aumento de la presión intravascular pulmonar y lleva a la presentación de HPIE. Se ha encontrado que la presión pulmonar arterial durante el ejercicio máximo puede alcanzar a 100 mmHg y la presión venosa hasta 80 mmHg. Debido a que la presión pulmonar en capilares se ubica entre la presión pulmonar arterial y venosa, se ha estimado que la presión capilar pulmonar se aproxima a 90 mmHg durante el ejercicio intenso (Moran y Ayala, 2003).

Existe una tendencia relacionada con la edad, donde equinos más viejos han mostrado mayor susceptibilidad a episodios de HPIE, se cree que el aumento de la prevalencia de HPIE en equinos mayores de edad es debido al daño pulmonar progresivo de los repetidos episodios de hemorragia y al desarrollo de enfermedades de las vías aéreas superiores. En este sentido, se ha logrado establecer que el período crítico de presentación de esta patología es a partir de los 3 a 4 años de edad, debido especialmente a procesos de cicatrización pulmonar a lo largo del tiempo (Rojas y col., 2000).

Se ha encontrado una incidencia significativamente más alta en caballos castrados comparado con yeguas y machos enteros, lo que puede relacionarse con la disminución de la eritropoyesis y síntesis de hemoglobina, debido a la disminución de los niveles de testosterona (Clarke, 1985). A su vez Hillidge y Whitloch (1986) registraron una prevalencia más baja en machos que en hembras. Por otra parte, otros autores sugieren que la incidencia de hemorragia pulmonar ocurre más en los machos que en las hembras (Pascoe, 2000). Sin embargo, Lapointe y col. (1994) y Morán y col. (2003), indican no haber encontrado una relación entre el sexo y la presentación de HPIE.

Existe una probable asociación entre temperatura ambiental y humedad relativa con la incidencia de HPIE, pero dicha asociación no se ha demostrado. Se cree que el aire frío (temperaturas menores a 0 °C) que alcanza al pulmón, puede disminuir la temperatura en los capilares alveolares, aumentando su rigidez y por lo tanto, disminuir la resistencia de sus paredes (Moran y Ayala, 2003).

Los pulmones de los caballos, a diferencia de lo que sucede en otras especies domésticas, no están claramente subdivididos por fisuras interlobulares profundas, aunque en ocasiones existe una disposición lobular. Sin embargo, el pulmón izquierdo puede ser considerado como formado por dos lóbulos; apical (craneal) y diafragmático (caudal) y el pulmón derecho formado por tres lóbulos, apical (craneal), diafragmático (caudal) y accesorio (intermedio) (Sisson y Grossman, 1992).

Posibles causas de HPIE

Las causas de HPIE son desconocidas, habiéndose propuesto numerosas causas y mecanismos fisiopatológicos para el desarrollo de esta enfermedad (Reed y Bayly, 1998). Entre ellas se describen enfermedades infecciosas pulmonares, fundamentales en la presentación de HPIE, ya que éstas debilitan las paredes de los capilares alveolares, facilitando así su ruptura (McKane y Slocombe, 2002); enfermedades de las vías aéreas inferiores, obstrucción de las vías superiores, hiperviscosidad sanguínea inducida por el ejercicio, estrés mecánico de la respiración y locomoción, redistribución del flujo sanguíneo en los pulmones fluctuaciones de la presión alveolar e hipertensión pulmonar. Varios de estos factores pueden llegar a estresar severamente el sistema pulmonar, al punto que los capilares fallen.

La obstrucción de las vías aéreas superiores e inferiores, en que disminuye la capacidad ventilatoria pulmonar, sería uno de los factores que se estima de importancia en la presentación de la patología. Con respecto a esto, Cook (2002)

propone que el desplazamiento dorsal del paladar blando (DDPB) sería una de las principales causas predisponentes para la presentación de HPIE, por generar una interrupción del flujo del aire hacia el pulmón. En un equino que cursa con DDPB al ejercicio, puede parecer normal al ser examinado en reposo en algunos casos, pero cuando comienza el ejercicio súbitamente, ocurre el desplazamiento, lo que se traduce en una reducción de la velocidad o una detención franca del caballo; incluso algunos animales pueden llegar a caer durante el ejercicio por el episodio de asfixia, en tanto otros pueden sufrir hemorragias pulmonares fatales (Moran y Ayala, 2003).

El traumatismo sobre el parénquima pulmonar, especialmente dado por la compresión del pulmón por parte del diafragma desplazado por el contenido abdominal, lleva a que los alvéolos de la parte dorsocaudal del lóbulo diafragmático sean transitoriamente sobre expandidos durante el galope, produciéndose una destrucción de las células epiteliales y endoteliales. El papel del diafragma y otros músculos en la respiración del equino han sido ampliamente discutidos, particularmente en relación a que si la acción del diafragma es un movimiento pasivo o activo que actúa contra o conjuntamente con el contenido abdominal. Es probable que la presión de la cincha restrinja los movimientos de la pared torácica e intensifique la dominancia del diafragma como el conductor de la fuerza de respiración. La relación que existe entre la pared torácica y los movimientos abdominales y diafragmáticos es extremadamente compleja, y lleva a que los lóbulos apicales y diafragmáticos se ventilen en forma desfasada durante el ejercicio (Moran y Ayala, 2003).

Fisiopatología

El pulmón tiene dos circulaciones sanguíneas; una circulación pulmonar y una circulación bronquial, las cuales tienen una baja y una alta presión vascular respectivamente. Estudios morfológicos del pulmón identificaron una anastomosis entre la circulación bronquial y pulmonar en equinos normales, que sumado a la

neovascularización de la circulación bronquial por procesos inflamatorios y al gran vol/min/ cardíaco, hace aumentar la presión de la aurícula y ventrículo izquierdo, llevando esto a un aumento de la presión vascular pulmonar, por lo que se produce la disrupción capilar y el animal sangra, lo que explicaría la génesis de la hemorragia pulmonar (Swenson y Reece, 1999). Debido a que se ha encontrado inflamación y fibrosis de las vías aéreas en regiones de hemorragia pulmonar, se ha postulado que la bronquiolitis puede ser la causa inicial de la HPIE; esta teoría sugiere que la bronquiolitis estimula la proliferación vascular bronquial y que durante el ejercicio estos nuevos vasos pueden romperse. Durante el curso natural de la cicatrización, hay una neovascularización bronquial. Es factible que una vez ocurrida la neovascularización, los vasos bronquiales pueden contribuir a la HPIE (Moran y Ayala, 2003).

Signos clínicos

Dentro de los signos de la HPIE, se describe tos inmediatamente después del ejercicio, dado por la irritación que produce la sangre sobre los receptores de la tos, ubicados en la zona baja de la tráquea aunque en algunos casos esta puede estar ausente (Rose y Hodgson, 2000), agrega que entre 1 a 3% de los caballos sometidos a un esfuerzo sufren epistaxis. Estudios realizados en Japón exhibieron que un 4.64% de los equinos que padecían HPIE presentaban epistaxis. Esta epistaxis puede ser bilateral y puede ocurrir hasta 20 horas después del ejercicio en casos extremos. Generalmente, la epistaxis es más común observarla en animales sometidos a carreras cortas de gran intensidad.

La influencia de HPIE en el rendimiento es variable, a algunos equinos los incapacita y a otros no los afecta, pero en general se desconoce el real efecto de alteración sobre el rendimiento en caballos de deporte (Catalán, 1996). Se describe mal rendimiento, tiempos promedio de un trabajo aceptable, pero con malos finales e intolerancia al ejercicio. Aquellos caballos que presentan epistaxis durante la carrera

muestran una clara disminución del rendimiento. Es factible, por otra parte, que una pequeña cantidad de hemorragia no provoque una disminución significativa del rendimiento, ocurriendo lo contrario con una gran cantidad de hemorragia pulmonar. Además, es probable que los efectos de la hemorragia sean progresivos y acumulativos, conduciendo esto, por último, a una importante disminución del rendimiento. Esto es posible debido a que la sangre en los pulmones causa inflamación, los eritrocitos son eliminados con lentitud y los ejercicios reiterados provocarían repetidos episodios de HPIE (Radostits *et al.*, 1999; Moran y Ayala, 2003).

Lesiones

La muerte por HPIE es poco frecuente y es producida básicamente por un edema pulmonar inducido por la asfixia (EPIA). Al examen *post-mortem* se observan lesiones oscuras simétricas bilaterales de la zona dorso caudal del pulmón, lenta insuflación de éste, decoloración de las arterias subpleurales (arterias bronquiales), bronquiolos engrosados con un exudado mucoso o gelatinoso, intensa neovascularización de la arteria bronquial, pulmón congestivo y en algunos casos se observa fibrosis alveolar (Moran y Ayala, 2003).

Diagnóstico

Con el uso del endoscopio flexible, como método de diagnóstico específico para determinar la presencia de sangre en las vías aéreas superiores e inferiores del caballo, se abrió un extenso campo de investigación al respecto. Con la utilización del endoscopio flexible es posible examinar completamente todo el tracto respiratorio superior y con esto no sólo se puede confirmar la presencia de HPIE, sino que también eliminar otras patologías que puedan causar epistaxis, tal como: hematoma del etmoide, granuloma fúngico de la cavidad nasal, micosis de las bolsas guturales, ulceración del pliegue aritenopigilótico (por atrapamiento epiglótico prolongado) y

carcinoma de las células escamosas de la tráquea (Rose y Hodgson, 2000). La presencia de sangre al examen endoscópico de las vías aéreas sugiere una HPIE; sin embargo, la no observación de esta al examen endoscópico inmediatamente después del ejercicio no descarta esta patología. Por este motivo, algunos autores sugieren realizar las observaciones endoscópicas 30 a 90 minutos post-ejercicio, examinando hasta la carina traqueal. Los equinos positivos a HPIE son catalogados en grados I a IV, dependiendo de la cantidad de sangre encontrada y su ubicación anatómica (Moran y Ayala, 2003).

Clasificación de la HPIE

Grado de HPIE	Ubicación anatómica
0	No se observó sangre.
I	Presencia de sangre a nivel de la carina traqueal.
II	Presencia de sangre a nivel de la carina traqueal y tráquea.
III	Presencia de sangre a nivel de la carina traqueal, tráquea proximal y laringe.
IV	Presencia de sangre a nivel de la carina traqueal, tráquea proximal, laringe y ollares.

A través de los años, la endoscopia flexible se ha complementado con otras técnicas de diagnóstico, tales como el método radiográfico, con el cual se identifica el lóbulo pulmonar con hemorragia. Con este método se puede demostrar un incremento del patrón intersticial pulmonar, regiones radiopacas en la porción dorso-caudal del lóbulo diafragmático y un posible desplazamiento de los vasos mayores del pulmón. Sin embargo, algunos caballos sangradores no presentan lesiones evidenciables a través del examen radiológico. Por otra parte, esta técnica es de poca aplicación

práctica debido a las dificultades anatómicas (perímetro torácico) y necesidad de equipos de alta resolución (Reed y Bayly, 1998).

Finalmente, los estudios ultrasonográficos, electrocardiográficos, y hemograma pueden ser útiles como complemento del diagnóstico de HPIE (Moran y Ayala, 2003).

Tratamiento

A pesar de que la HPIE se descubrió hace varias décadas, ningún esquema terapéutico ha sido eficaz. La dificultad en la obtención de un tratamiento ideal para HPIE se ha debido, probablemente, a la controversia en relación al mecanismo etiológico de la patología y de las fallas en las investigaciones iniciales para cuantificar la gravedad del cuadro antes del empleo del lavado bronquio alveolar (Radostits *et al.*, 1999).

Algunos tratamientos que se han utilizado incluyen: deshidratación, diuréticos como la furosamida, agentes anti-hipertensivos, vasodilatadores pulmonares para la vasculatura pulmonar, broncodilatadores, drogas para disminuir la viscosidad de la sangre, tal como la petoxifilina, corrección quirúrgica de hemiplejía laríngea para disminuir la resistencia de las vías aéreas, parches nasales para lograr una completa dilatación de las vías nasales, drogas para inhibir la agregación plaquetaria, citroflavonoides para reforzar las paredes de los capilares sanguíneos, ácido aminocaproico y transhexámico para inhibir la fibrinólisis y medicamentos en base a hierbas y estrógenos (Moran y Ayala, 2003).

La furosemida es la droga de elección en el tratamiento de esta afección a una dosis de 1 a 3 mg/ kg de peso, pudiéndose aumentar hasta 6 mg/kg de peso; respecto a su mecanismo de acción, se sabe que bloquea la reabsorción primaria de cloruro y secundaria de sodio en el túbulo renal, los que arrastran agua, aumentando el

volumen urinario. De este modo, disminuye el volumen sanguíneo y se alivia la función sistólica del ventrículo derecho para vencer las altas presiones arteriopulmonares. La atenuación del aumento de la presión de la aurícula derecha y presión arteriopulmonar en el ejercicio después de la administración de furosamida, puede deberse a la reducción del volumen del fluido extracelular, y a la liberación de prostaglandinas tipo E, causando así un incremento de la capacidad venosa (White, 1994) Se ha demostrado que la administración de furosamida 4 horas antes de cada competencia, disminuye el riesgo de sufrir HPIE (Soma y col., 2000). Por otra parte, Goetz y col. (1999) demostraron que una dosis adicional de furosamida antes de la competencia no produce una mayor atenuación de la presión vascular pulmonar. Los mismos autores, concluyen que esta dosis adicional no disminuye la presentación de HPIE, en comparación al uso de una sola dosis. Soma y col. (2000) demostraron que los efectos beneficiosos de la furosamida van disminuyendo con la edad, ya que los equinos jóvenes tienen una mejor respuesta a la droga en comparación con individuos más viejos (Moran y Ayala, 2003).

Existen tratamientos complementarios del HPIE, como es el uso de spray, los cuales contienen broncodilatadores, los que actúan sobre los receptores beta adrenérgicos de la musculatura lisa de las vías respiratorias, produciendo relajación e inhibición de la liberación de los mediadores de los mastocitos, inhibiendo la obstrucción bronquial inducida por alérgenos y la obstrucción bronquial aguda inducida por el ejercicio, con lo que se aumenta la capacidad ventilatoria (Moran y Ayala, 2003).

CONCLUSIONES

La preparación física de un caballo para una competencia es la base del éxito en esta. Ya que para cualquier competencia el estado físico llega a ser la diferencia entre el caballo ganador y el perdedor.

El entrenamiento es un programa de ejercicios que apunta a mejorar la capacidad fisiológica del caballo, con el objetivo de cumplir las metas que se tengan establecidas.

Cuando no se tiene un buen entrenamiento antes de que se participe en alguna competencia, debemos recordar que todo esfuerzo físico de intensidad y duración suficientes causa fatiga; esta es una sensación de cansancio o agotamiento que se produce después de realizar un ejercicio físico.

La fatiga es el principal enemigo del caballo y jinete de cualquier tipo de competencia, al cual es muy difícil de vencer, por eso se recomienda que antes de participar el caballo debe de adaptarse al medio ambiente al que será sometido durante la competencia, para permitir que se den los cambios necesarios en el organismo, todo esto con el objetivo de tener un caballo en óptimas condiciones.

Cuando se tiene un buen programa de entrenamiento, el caballo va adquiriendo la condición física que se requiere para afrontar la competencia, cuando no se están logrando los objetivos establecidos por el programa que se tenga, se debe de analizar de manera muy minuciosa todos y cada uno de los sistemas del organismo,

mediante una buena anamnesis, exploración física, pruebas de gabinete, con el fin de establecer la causa que impida al caballo obtener la condición física necesaria.

Sin embargo algunos de los problemas que se relacionan al ejercicio no tienen un tratamiento exacto o específico, por lo tanto al evaluar un caballo con algún problema que este relacionado con el ejercicio se tiene que tener mucho cuidado durante la realización de una historia clínica, con el objetivo de realizar un buen diagnóstico.

Un buen caballo para alguna competencia, es aquel que esta físicamente apto, mentalmente fresco y totalmente preparado para las demandas de la competencia.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ACUÑA T; M [En línea] www.fem.org.mx [Consulta Septiembre 2005].
- 2.- ASTIGÁRRAGA, S. M (2004) [En línea] El ejercicio www.fitness.com.mx/ [Consulta Septiembre 2005].
- 3.- CATALÁN. E (1996). Estudio endoscopico de la H.P.I.E. en caballos fina sangre de carrera, sometidos a entrenamiento en los hipódromos centrales. Tesis para optar al título de Médico Veterinario, Universidad Santo Tomás.
- 4.- DE LUCA, J. L. [En línea] Fisiología del Ejercicio (Laboratorios Burnet). www.engormix.com [Consulta Septiembre 2005].
- 5.- El Manual Merck de Veterinaria (2000). Edit. OCEANO-CENTRUM. 5° Edición. Barcelona España.
- 6.- FERNÁNDEZ G, J. C. (2001) Concepto y taxonomía de la fatiga física. Profesor titular de Teoría y Práctica del Acondicionamiento Físico Universidad de Málaga (España) <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 7 - N° 34
- 7.- FRANDSON, R. D y SPURGEON, T. L (1997). Anatomía y Fisiología de los animales Domésticos. 5ª edición. Edit. Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA. México D F.
- 8.- FRAUSTRO, M, R (1989). El caballo: Tratado general. Edit. ALBATROS. Madrid España.

- 9.- IÑAKI, L (2001) [En línea] www.laequitacion.com/ Madrid España [Consulta Septiembre 2005].
- 10.- LEMUS, S. J. F (2003). Clínica y Zootecnia en equinos. FMVZ – UMSNH. Morelia, Michoacán. Memorias
- 11.- MASRI, D. M (2002). Diplomado en medicina y cirugía en equinos. Modulo V Manifestaciones de problemas que causan bajo rendimiento. Departamento de Medicina Cirugía y Zootecnia en equinos. FMVZ-UNAM. Memorias.
- 12.- MORAN, G. y ARAYA, O. Hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio en el caballo: una revisión. *Arch. med. vet.*, 2003, Vol. 35, No. 2, pp. 127-138. ISSN 0301-732X.
- 13.- MORAN, G.; R. CARRILLO.; B. CAMPOS (2003). Evaluación endoscópica de Hemorragia Pulmonar Inducida por el Ejercicio en equinos de polo. *Arch. Med. Vet.*
- 14.- PALMA, P.; ARAYA, O.; SALVI, M.; BUSTAMANTE, H (2002). Determinación endoscópica de Hemorragia Pulmonar Inducida por el Ejercicio (HPIE) en caballos criollos. Resumen, XII Congreso Chileno de Medicina Veterinaria, Chillán, Chile.
- 15.- REED, S y BAYLY, W (1998). Equine Internal Medicine, Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- 16.- RADOSTITS, O. M.; BLOOD, D. C. ; ARUNDEL, J, H.; GAY, C. C (1999). MEDICINA VETERINARIA. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Volumen I y II. 9° edición. Edit Mc GRAW-HILL. INTERMANERICANA. Madrid España.

- 17.- ROJAS, C. C.; RODRÍGUEZ M. R (2000). Prevalencia de hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio post carrera en equinos Fina Sangre de Carrera del Club Hípico de Santiago, mediante diagnóstico endoscópico y su relación con distintas variables. Resumen XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Santiago. Chile.
- 18.- ROSE, R.; HODGSON, D (2000). Manual of equine practice. 2nd, ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA.
- 19.- SISSON, S y GROSSMAN J (1992). Anatomía de los animales domésticos. 5^a edición. Edit Hachette Latinoamericana. México D F.
- 20.- SWENSON, M. J y REECE, W.O (1999). Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 5^o edición. Edit. UTEHA. México D F.
- 21.- ULMER y JUERGERSON (1977). Cría y manejo del caballo. Edit. CECSA. México D F.
- 22.- WALTER, W. H (1986) El caballo: Breve enciclopedia práctica. Edit. LIDIUN. México D F.
- 23.- WHITE, A (1994). Sobre el uso de Furosemida en el equino Fina Sangre de Carrera sangrador. *Monografías Medicina Veterinaria*.
- 24.- www.deportedigital.galeon.com/entrena/fatiga.htm [En línea] [Consulta Septiembre 2005].
- 25.- www.umm.edu [En línea] [Consulta Septiembre 2005].
- 26.- www.saludmed.com/ [En línea] [Consulta Septiembre 2005].