



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Evaluación de los hallazgos clínicos y de laboratorio en la identificación de enfermedades en una yeguada de cría de la provincia de Zaragoza.

Evaluation of clinical and laboratory findings in the identification of diseases in a breeding stud in the province of Zaragoza.

Autor/es

Patricia Bermejo Mazagatos

Director/es

Antonio Fernández Casanovas

Tomás Conde Ayuda

Facultad de Veterinaria

2023-2024

Índice

1. RESUMEN/ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1 Gestación	4
2.2. Primera exploración.....	4
2.3. Análisis de laboratorio	9
2.3.1. Bioquímica sérica.....	9
2.3.2. Hemograma.....	11
2.3.3. Electroforesis de las proteínas séricas	11
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	13
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
4.1. Revisión bibliográfica	14
4.2. Animales	14
4.3. Análisis de laboratorio	14
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1. Examen clínico de los potros	16
6. CONCLUSIONES	22
7. VALORACIÓN PERSONAL	23
8. BIBLIOGRAFÍA	24

1. RESUMEN/ABSTRACT

La identificación precoz de enfermedades en potros neonatales es fundamental para mejorar su supervivencia y reducir las tasas de mortalidad en las yeguas. En el presente estudio, llevado a cabo en una yeguada de la provincia de Zaragoza con ejemplares de Pura Raza Española y Pura Sangre Lusitana, se busca identificar parámetros en análisis bioquímicos y de la electroforesis del suero que puedan predecir de manera temprana la presencia de enfermedades en potros. Se incluyeron 19 potros sanos que se compararon con los de 11 potros enfermos. Se realizó una prueba de U de Mann-Whitney para comprobar si había diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Se identificaron varios parámetros que mostraron cambios significativos entre los animales enfermos y sanos como aumento del colesterol, calcio, fosfato CK, ÂLP, bilirrubina total y bilirrubina directa y disminución de glucosa. La albúmina, alfa1-globulina en porcentaje y la ratio A/G se vieron significativamente aumentadas en los potros enfermos en relación a los sanos. La alfa2-globulina y la beta2-globulina en porcentaje como en g/dl descendió en animales enfermos. Se concluye la importancia que tiene la exploración clínica de los animales y la utilidad de los análisis clínicos en la detección temprana de enfermedades en los potros.

Abstract

Early identification of diseases in neonatal foals is essential to improve survival and reduce mortality rates in mares. In the present study, carried out in a stud of the province of Zaragoza with specimens of purebred Spanish and purebred Lusitanian, seek to identify parameters in biochemical and serum electrophoresis analysis that can predict early the presence of diseases in foals. We included 19 healthy foals that were compared with those of 11 sick foals. A Mann-Whitney U test was performed to check for statistically significant differences between groups. Several parameters were identified that showed significant changes among sick and healthy animals such as increased cholesterol, calcium, phosphate CK, ÂLP, total bilirubin and direct bilirubin and decreased glucose. Albumin, alpha 1-globulin in percentage and the A/G ratio were significantly increased in sick foals compared to healthy ones. Alpha 2-globulin and beta 2-globulin as a percentage as in g/dl decreased in diseased animals. We conclude the importance of the general examination of animals and the usefulness of clinical analyses in the early detection of diseases in foals

2. INTRODUCCIÓN

El periodo perinatal es importante, supone una adaptación a la nueva vida del potro que se asocia con un incremento de morbilidad y mortalidad que depende del manejo, localización geográfica, valor individual del animal y otras variables epidemiológicas. Además de la exploración clínica del potro, la evaluación perinatal hematológica y bioquímica puede ser útil para la identificación temprana de potros con riesgo de desarrollar trastornos clínicos y metabólicos. (Jeawon et al., 2019).

2.1 Gestación

La duración de la gestación de la yegua está entre 315 y 388 días. (Morel et al., 2002) y la salud del recién nacido está directamente relacionada con la gestacional (Jeawon et al., 2019).

Distintos autores como Giles et al. (1993) y Cummins et al. (2008) llegaron a la conclusión de que la placentitis es la causa principal del nacimiento prematuro y de mortalidad neonatal. Esto se debe a que las condiciones que afectan a la unión útero-placentaria pueden reducir el suministro de nutrientes y de oxígeno al feto, lo cual puede resultar en la muerte fetal o en un aborto. La detección de la placentitis, puede llevarse a cabo mediante ecografía de yeguas con exudado vulvar o que pierden leche durante la gestación, así como el tratamiento oportuno de esta condición, son elementos fundamentales para garantizar la viabilidad del potro. Si se detecta a tiempo, las probabilidades de producir un potro viable aumentan considerablemente (Cummins et al., 2008).

2.2. Primera exploración

El reconocimiento temprano de anomalías es de suma importancia para el manejo exitoso de potros críticamente enfermos (Munsterman, 2019). Durante los primeros cuatro días de vida, es crucial que el potro se adapte a su nueva vida fuera del útero. Esta adaptación implica tanto aspectos funcionales como anatómicos y bioquímicos. En la primera hora tras el nacimiento se deben valorar indicadores del bienestar del potro como son la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, habilidad para levantarse, reflejo de succión, extremidades derechas, condición corporal, comportamiento general, correcta rotura del cordón umbilical. La placenta se debe examinar completamente para buscar signos de placentitis (imágenes 1 y 2) que se hayan producido durante la gestación. Examinar la glándula mamaria observando la cantidad y calidad del calostro. Para valorar clínicamente el estado de salud de un animal tenemos parámetros mesurables (temperatura, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) y parámetros no mesurables (observación general, evaluación neurológica, estado de hidratación, ombligo y articulaciones)



Imagen 1: placenta normal (elaboración propia 2024). **Imagen 2:** placenta engrosada con mucosidad (elaboración propia 2024).

Observación general

En estudios realizados por Žurek y Daněk (2011), se llegó a la conclusión de que los potros deben ser capaces de levantarse en un plazo máximo de 20 minutos después del parto. Además, se ha determinado que deben ser capaces de mantenerse de pie por sí solos y empezar a mamar en un plazo de una hora hasta un máximo de 85 minutos.

Evaluación neurológica

Según sostienen Balázs et al. (2018) en el momento del nacimiento, los nervios craneales del potro se encuentran en condiciones óptimas; sin embargo, el reflejo de amenaza puede requerir hasta dos semanas para desarrollarse completamente, por lo que, si un potro no cierra los ojos al acercar la mano, no tiene que ser motivo de preocupación. Una hora después del nacimiento, los potros sanos demuestran una orientación auditiva con control unilateral del pabellón auricular. El ángulo pupilar normal en el recién nacido es ventromedial y gradualmente se vuelve dorsomedial a lo largo del primer mes de vida.

Es importante destacar que los potros sanos tienden a mostrar una hiperreflexividad ante cualquier estímulo nocivo tanto en la cara como en el tronco. La condición mental de los potros puede verse considerablemente influenciada por una enfermedad no neurológica, lo que ocasiona una rápida depresión en respuesta a situaciones como la deshidratación, hipovolemia, hipoglucemia o sepsis. El patrón de movilidad del potro recién nacido se caracteriza por una

marcha hipermétrica y una postura de base amplia. Además, los reflejos espinales tienden a estar exagerados en el recién nacido (Balázs et al., 2018).

Temperatura corporal

Se considera temperatura corporal normal un rango que se encuentre entre 37,5°C y 38,5°C (Cymbaluk, 1994; Dallas y Jewell 2014; Kang et al., 2022; Parsons, 2009; Silanikove, 2000), en el caso de los potros sanos. Los potros hacen esfuerzos por mantenerse dentro de este rango en presencia de variaciones ambientales. La temperatura exterior tiene un efecto significativo en la temperatura corporal y la incidencia de problemas de salud en los potros. Una temperatura corporal elevada puede ser indicativa de septicemia y, por otro lado, es fundamental el consumo de calostro para evitar la hipotermia. Dada su importancia, la medición de la temperatura corporal (imagen 3) se puede utilizar como una estrategia de manejo de rutina para monitorizar la salud de los potros (Kang et al., 2022).



Imagen 3: toma de la temperatura corporal en potros (elaboración propia 2024).

Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca en el primer minuto de vida es de 40-80 latidos por minuto (lpm) (imagen 4). Posteriormente, aumenta a 120-140 lpm al levantarse debido al esfuerzo que hace por levantarse y, posteriormente, se estabiliza en un rango de 80-100 lpm. Además, se ha observado

que los potros sanos presentan una frecuencia cardíaca significativamente más baja en comparación con los potros enfermos. Una vez que comienza la expansión pulmonar, se inicia la circulación pulmonar y se produce el cierre del foramen oval y del ductus arteriosus, lo cual debe ocurrir en un plazo de cuatro a cinco días. En caso de que persista el ductus arteriosus, se puede auscultar un soplo holosistólico o mecánico en el lado izquierdo del corazón. (Vitale et al., 2021).



Imagen 4: medición de la frecuencia cardíaca en los primeros minutos de vida (elaboración propia, 2024).

Frecuencia respiratoria

Munsterman (2019), establece que la respiración espontánea en los équidos debe comenzar en un plazo de un minuto después del nacimiento. Es frecuente observar que muchos potros intentan respirar tan pronto como su tórax sale del canal pélvico de la yegua. Durante la primera hora de vida, la frecuencia respiratoria puede superar las 60 respiraciones por minuto (rpm), pero se espera que disminuya a un rango de 30 a 40 rpm en muy pocas horas. El inicio de las respiraciones ocurre dentro del útero a través del funcionamiento de los músculos. Estímulos como el frío y el tacto, junto con un bajo nivel de oxígeno y una alta concentración de dióxido de carbono, son los responsables de generar las primeras respiraciones.

Estado de hidratación

Al nacimiento las mucosas son rosadas y húmedas (imagen 5). Un tiempo de relleno capilar entre 1 y 2 segundos en las primeras dos horas de vida. No es poco común que un potro recién nacido

presente un aspecto ligeramente cianótico durante la etapa de adaptación, sin embargo, se espera que esta condición se resuelva en pocos minutos después de su nacimiento (Munsterman, 2019).

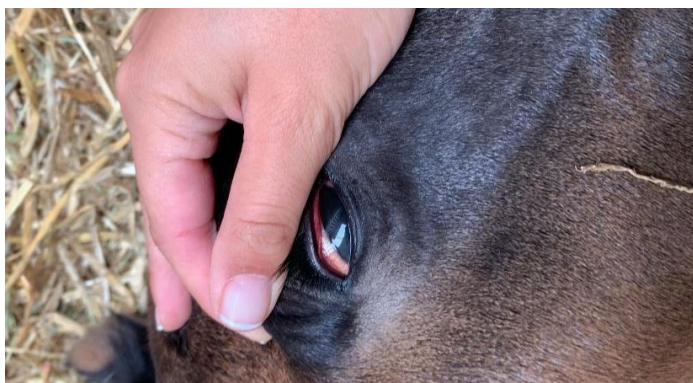


Imagen 5: mucosas congestivas en un potro enfermo (elaboración propia 2023).

Ombliqo

Durante las primeras semanas de vida, los restos umbilicales internos (vena/arterias umbilicales y uraco) retroceden rápidamente (McCoy et al., 2020). La permeabilidad del uraco es una condición patológica que afecta a los potros recién nacidos. Esta afección ocurre con mayor frecuencia en potros prematuros, debilitados o con un sistema inmunológico comprometido. Se puede observar la falta de cierre del uraco después del nacimiento (uraco persistente) con signos clínicos inmediatos, o la reapertura posterior del uraco cerrado (uraco permeable) apareciendo los signos clínicos a los 7 o 14 días después del nacimiento. Además, se ha observado una mayor incidencia en potros en comparación con potras. Estos signos incluyen la presencia de gotas o flujo de orina a través del ombliqo durante la micción, así como una zona umbilical húmeda (Bernick et al., 2021).

Articulaciones y deformidades

La presentación de enfermedades del aparato músculo-esquelético en potros neonatos se relaciona con causas congénitas y adquiridas, dentro de las que se encuentran las deformidades angulares, deformidades flexurales, enfermedades del desarrollo y causas infecciosas (Ayala y Espinosa, 2015).

La artritis séptica es una condición que generalmente se desarrolla como resultado de septicemia neonatal o bacteriemia, donde las bacterias llegan a la articulación a través de la sangre, encontrándose, por lo general, varias articulaciones afectadas. Los gérmenes pueden

penetrar a través de laceraciones en la piel, contaminaciones iatrogénicas o diseminación hematológica. Se puede observar engrosamiento de la cápsula articular, así como inflamación y edema en los tejidos circundantes (Mathews et al., 2010; Gilbertie et al., 2020).

Las causas de estas deformaciones flexurales no se conocen bien (O'Grady, 2012) (imagen 6). Investigaciones como la de Wilsher et al. (2012) han revelado que las placentas de potros con deformidades flexurales muestran ciertas características como una reducción en las dimensiones lineales y plegamiento del alantocorion a lo largo de los vasos sanguíneos principales.



Imagen 6: deformidades flexurales de las extremidades anteriores en un potro (elaboración propia 2023).

2.3. Análisis de laboratorio

2.3.1. Bioquímica sérica

La utilización de los análisis de laboratorio supone una ayuda inestimable en el diagnóstico de las enfermedades de los potros recién nacidos. Sin embargo, una dificultad estriba en la carencia en ocasiones, de intervalos de referencia aceptables, pues estos dependen del equipo que se utiliza en los análisis, y de otras variables como pueden ser la raza o la edad del potro. Por

supuesto, los intervalos de referencia de los valores de bioquímica sérica en neonatos son diferentes a los utilizados en caballos adultos (Waldridge, 2013).

Entre los muchos parámetros que se pueden analizar, son importantes realizar una evaluación de los niveles de lactato, fibrinógeno, creatinina, bilirrubina, colesterol, albúmina, aspartato aminotransferasa y gamma glutamil transpeptidasa, junto con la evaluación clínica, física y conductual, dentro de las primeras 24 horas de vida, para determinar la madurez neonatal y detectar posibles complicaciones en potros que hayan sufrido disfunción placentaria (Feijó et al., 2018).

Índices hepáticos

Las enzimas hepáticas se han utilizado ampliamente para el diagnóstico de enfermedades de este órgano y de alteraciones del metabolismo (Kaneko, 2008). La sorbitol deshidrogenasa y la aspartato transaminasa son marcadores confiables de enfermedad hepática en potros. Además, los intervalos de referencia normales de estas enzimas en potros son más similares a los de los adultos. Durante las primeras 2 a 8 semanas de vida, la actividad de la enzima fosfatasa alcalina en potros es más elevada y se mantiene así durante al menos 90 días. La actividad de la enzima gamma glutamiltransferasa en potros varía entre 1,5 y 3 veces los niveles normales en adultos durante las primeras 3 a 4 semanas de vida. A partir de los 7 y 21 días de edad, la actividad de gamma glutamiltransferasa en potros aumenta significativamente (Waldridge, 2013).

Función renal

Según Waldridge (2013), el aumento de la concentración de creatinina en potros recién nacidos generalmente se debe a problemas en la placenta y/o en el feto, así como al estrés, en lugar de a problemas renales. Es común que los potros jóvenes tengan niveles altos de creatinina, pero a medida que comienzan a alimentarse y a tomar líquidos, los valores renales y la osmolalidad en plasma deben disminuir, ya que la ingesta de líquidos aumenta el volumen plasmático y estimula la producción de orina. Por otro lado, la elevación de la concentración de nitrógeno ureico en sangre suele ocurrir cuando los potros se encuentran en un estado catabólico y están utilizando sus propias proteínas como fuente de energía (Waldridge, 2013).

Electrolitos

Al nacer, las concentraciones de calcio disminuyen significativamente durante las primeras 48 horas de vida y vuelven a la normalidad en 7 días. La concentración sérica de fósforo inorgánico inicialmente es superior a lo esperado en rangos de adultos y alcanza su punto máximo entre dos y tres semanas de edad (Waldridge, 2013).

2.3.2. Hemograma

En el caso de los potros, los valores hematológicos normales cambian a lo largo del primer año de vida. Por lo tanto, es esencial que los clínicos utilicen para sus diagnósticos intervalos de referencia basados en la edad al tratar a potros enfermos (Faramarzi y Rich, 2019). En los neonatos los niveles de glóbulos rojos (RBC), hemoglobina (Hgb), y hematocrito (Hct) son similares o ligeramente superiores a los de los caballos adultos inmediatamente después del nacimiento. Sin embargo, en la mayoría de las razas, estos valores disminuyen dentro de las 48 horas y continúan cayendo hasta alcanzar o incluso superar el rango de referencia para caballos adultos maduros (Axon y Palmer, 2008).

Los niveles totales de leucocitos y neutrófilos aumentan significativamente una semana después del parto, seguido de una disminución gradual (Aoki et al., 2013). En los potros sanos se observa un aumento progresivo de linfocitos durante el primer mes de vida y niveles bajos de monocitos y basófilos en el periodo neonatal (Piccione et al., 2015). En el momento del nacimiento, los potros sanos presentan una proporción de neutrófilos respecto a linfocitos de aproximadamente 2,5 veces mayor, además de contar con un número variable de monocitos y la ausencia de eosinófilos, los cuales aumentan gradualmente, posiblemente como respuesta a la exposición a parásitos intestinales (Welles, 2010).

Los linfocitos T CD4+, T CD8+ y los linfocitos B aumentan, sin diferencias notables en la proporción CD4/CD8. La respuesta de los linfocitos a los mitógenos se incrementa notablemente una semana después del nacimiento. Además, las funciones fagocíticas de los neutrófilos son menores al nacer en comparación con un día después. En cuanto a la concentración sérica de IgG, es indetectable inmediatamente después del nacimiento, aumentando al día siguiente para luego decrecer gradualmente (Aoki et al., 2013).

2.3.3. Electroforesis de las proteínas séricas

Los métodos más precisos de evaluar IgG en potros son por radioinmunodifusión (RID-IgG) y test ELISA, pero estos métodos son largos, caros y requieren de laboratorios especializados. La medición de las globulinas totales puede utilizarse como guía para predecir la FTIP en potros (Fouché et al., 2014; Tscheschlok et al., 2017).

La electroforesis separa las proteínas del suero, en la mayoría de los animales, en seis fracciones reconocibles: albúmina, α_1 , α_2 , β_1 , β_2 y γ -globulinas (Kaneko, 2008). En un estudio Quartuccio et al. (2015) destacaron la importancia de conocer los valores de referencia de las fracciones proteicas para una mejor interpretación de los análisis clínicos. Se trata de una técnica de

diagnóstico muy útil para valorar el fallo de transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) en potros. El FTPI en potros se asocia con un mayor riesgo de infección y muerte (Tscheschlok et al., 2017).

La cantidad de proteínas totales (PT) puede variar significativamente en las primeras 24 a 36 horas, dependiendo de cuándo se absorba la inmunoglobulina del calostro. Antes de la lactancia, la concentración de PT suele ser inferior a 5 g/dl, lo cual es más bajo que el rango normal en los adultos. Después de la lactancia, las concentraciones de PT suelen ser superiores a 6 g/dl, pero pueden permanecer en niveles bajos o ligeramente inferiores al rango normal de los adultos durante varias semanas. Sin embargo, la concentración de albúmina tiende a mantenerse dentro del rango normal en los adultos (Axon y Palmer, 2008).

La evaluación del perfil de proteínas séricas en potros recién nacidos es crucial para determinar su estado de salud y desarrollo. Según varios autores (Brommer et al., 2001; Axon y Palmer, 2008) se observa un aumento gradual en los niveles de PT y albúmina en potros desde el día 1 al día 30 de vida, siendo más altos entre los días 12 y 30, en concreto las IgG (Neto et., al 2018). La ingestión de calostro juega un papel fundamental en el aumento de los niveles de proteínas séricas, ya que proporciona inmunidad y nutrientes esenciales para el potro (Axon y Palmer, 2008). El calostro es rico en proteínas maternas que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico del potro, ya que al nacer tienen niveles mínimos de inmunoglobulinas (Hurcombe et al., 2012). A medida que los anticuerpos maternos disminuyen, el potro comienza a sintetizar sus propias inmunoglobulinas, alcanzando niveles normales de adultos en un plazo de 10 a 14 días. Las PT, las globulinas totales y la fracción de γ -globulinas muestran correlación con las IgG (Tscheschlok et al., 2017). La verificación de la transferencia de la inmunidad pasiva en potros se considera adecuada a las diez horas postparto (Neto et., al 2018).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Las enfermedades neonatales representan una de las principales causas de mortalidad en potros recién nacidos, lo que supone un importante problema tanto en términos económicos como en bienestar animal (Abraham y Bauquier, 2021). Se ha comprobado que hay distintos factores de riesgo que determinan la mortalidad dependiendo de la localización geográfica, del manejo de las yeguas y de los recién nacidos (Galvin y Corley, 2010; Franco-Ayala y Oliver-Espinosa, 2016). Los análisis de laboratorio son de gran ayuda en el diagnóstico de estos procesos, pero muchas veces la falta de valores de referencia supone un problema para la adecuada interpretación de los resultados. Estos resultados dependen del laboratorio y metodología empleada y de otros factores como son la raza y la edad de los animales (Kaneko, 2008). Por tanto, es de vital importancia estudiar y evaluar los hallazgos clínicos y de laboratorio en la identificación de enfermedades neonatales en una yeguada de cría, con el objetivo de establecer estrategias de prevención, diagnóstico precoz y tratamiento adecuado para reducir la incidencia de morbilidad y mortalidad neonatal en potros. La hipótesis que se plantea en este TFG es verificar si los cambios en la concentración sanguínea de metabolitos pueden ser de utilidad en la identificación de potros enfermos.

Objetivos específicos:

1. Analizar los hallazgos clínicos y de laboratorio que pueden ayudar en el diagnóstico de la enfermedad en un potro enfermo.
2. Identificar qué parámetros sanguíneos son útiles en la identificación de un potro enfermo.
3. Aportar información al servicio veterinario de la yeguada de las alteraciones biopatológicas para mejorar la atención veterinaria.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica se hizo de estudios que abordasen temáticas similares a la presente investigación para tomar dichos resultados como comparación y en su defecto realizar aportaciones con este estudio al conocimiento científico. Se utilizaron las bases de datos PubMed, Web of Science y Google Scholar, mediante las siguientes palabras clave: foal, newborn, disease, ill, septicemia, serum chemistry, electrophoresis, electrophoretic fractions, globulin.

4.2. Animales

El protocolo de trabajo y el uso de los animales de este TFG fue aprobado por la Comisión Ética para la Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza con la referencia PD13/23NE.

Se llevó a cabo un estudio en una yeguada ubicada en la provincia de Zaragoza, la cual cuenta con un total de 200 madres de Pura Raza Lusitana y Pura Raza Española. Para este estudio, se seleccionaron 19 potros sanos como valores de referencia para compararlo con los 11 potros enfermos que se pudieron explorar y sacar sangre durante el curso 2023-24.

Se registraron posibles problemas ocurridos durante el parto. Se realizó una exploración clínica exhaustiva de cada potro, recopilando información acerca de las constantes vitales (temperatura corporal, pulsaciones y frecuencia respiratoria), observación general, evaluación neurológica, estado de hidratación, exploración de articulaciones y de ojos para buscar signos de enfermedad. Finalmente se extrajo una muestra de 2 ml de sangre de la yugular en un tubo sin anticoagulante para la obtención del suero.

4.3. Análisis de laboratorio

i) Bioquímica clínica: Las muestras de sangre se dejaron coagular a temperatura ambiente durante 2h, se centrifugó a 1500 rpm. Posteriormente las muestras de suero se guardaron en viales Eppendorf y se congelaron a -20°C hasta su análisis. Se analizaron 16 parámetros bioquímicos mediante el analizador de química clínica para veterinaria AmiShield (ProtectLife International Biomedical Inc, Taiwan), siguiendo las instrucciones del fabricante. El informe incluye los valores de glucosa, proteínas totales, albúmina, BUN, creatinina, calcio, fósforo, las enzimas ALT, AST, ALP, GGT, amilasa, bilirrubina total, globulinas, relación albúmina/globulina y la relación BUN/creatinina.

ii) Electroforesis de las proteínas séricas: La separación de las proteínas se hizo en geles de agarosa (Sebia Hispania, Barcelona), siguiendo las instrucciones del fabricante. El método consiste en una migración de las proteínas a 90V, durante 22 minutos. A continuación, las tiras se tiñen con Amido Negro. Para observar bien las bandas se tienen que decolorar y secar en una

estufa a 80°C. La lectura de las bandas se hizo con el densitómetro Gelscan (Sebia, Francia) y el cálculo del porcentaje de las fracciones con el software proporcionado por el fabricante (Phoresis, Sebia, Francia). En todas las muestras se identificaron seis bandas: albúmina, α 1-globulina, α 2-globulina, β 1-globulina, β 2-globulina y γ -globulina. Los datos se presentan en porcentaje y posteriormente se pasan a g/dl teniendo en cuenta la concentración de proteínas totales medidas con el equipo de AmiShield.

Análisis estadístico: Los resultados se recogieron en una hoja Excel para su tratamiento estadístico. Se utilizó el programa SPSS ver. 26 (IBM, EEUU). En primer lugar, se calculó si los datos seguían una distribución normal mediante un test de Shapiro-Wilk. Las muestras siguieron una distribución no normal por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas. Se realizó una prueba U Mann-Whitney para muestras independientes para comprobar si había diferencias significativas entre los valores de animales sanos (n= 19) y de animales enfermos (n= 11). Los datos clínicos (frecuencia cardíaca, respiratorio, temperatura rectal) siguieron una distribución normal por lo que se realizó una prueba t de Student para muestras independientes entre animales sanos y enfermos. Los resultados en este caso se expresan como media \pm desviación estándar. Los resultados se expresan como el valor mínimo, el máximo y la mediana. Un valor de $P < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Examen clínico de los potros

En la tabla 1 se anotaron los resultados del examen clínico de los potros como la edad, estado de la placenta, observación general, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, ojos (presencia o no de uveítis), ombligo (presencia o no de onfalitis), articulaciones y mucosas. En función de los resultados distinguimos animales enfermos y sanos.

Tabla 1. Parámetros clínicos recogidos en potros.

ENFERMO	CAUSA	PLACENTA	OBSERVACIÓN GENERAL	FC	FR	Tª	OJOS	OMBLIGO	ARTICULACIONES INFLAMADAS	MUCOSAS
NO		PLACENTITIS	OK	85	60	37,8	OK	OK	OK	OK
NO		PLACENTITIS	OK	92	58	37,8	OK	OK	OK	OK
NO			OK	96	75	37,9	OK	OK	OK	OK
NO			OK	84	80	37,9	OK	OK	OK	OK
NO			OK	99	60	38	OK	OK	OK	OK
NO		PLACENTITIS	OK	80	72	37,8	OK	OK	OK	OK
NO			OK	80	52	38,1	OK	OK	OK	OK
NO			OK	80	52	37,8	OK	OK	OK	OK
NO			OK	76	56	37,5	OK	OK	OK	OK
NO			OK	84	64	37,8	OK	OK	OK	OK
NO			OK	88	68	38,4	OK	OK	OK	OK
NO			OK	92	72	37,6	OK	OK	OK	OK
NO			OK	96	76	38,7	OK	OK	OK	OK
NO			OK	100	80	37,4	OK	OK	OK	OK
NO			OK	84	62	38,2	OK	OK	OK	OK
NO			OK	92	70	38,3	OK	OK	OK	OK
NO			OK	96	74	37,3	OK	OK	OK	OK
NO			OK	100	78	38,6	OK	OK	OK	OK
NO			OK	72	52	37,7	OK	OK	OK	OK
NO			OK	76	56	38,8	OK	OK	OK	OK
NO			OK	80	60	37,5	OK	OK	OK	OK
SI	RETRACCIÓN TENDONES		DIFICULTAD PARA LEVANTARSE	98	78	37,7	OK	OK	OK	OK
SI	ONFALITIS		APÁTICO	80	100	37,8	OK	INFLAMACIÓN	OK	OK
SI	DIARREA		OK	96	56	38,2	OK	OK	OK	PÁLIDAS
SI	MOCOS		APÁTICO	96	78	37,7	OK	OK	OK	OK
SI	DIFICULTAD EN LA MICCIÓN		OK	96	68	38,3	OK	URACO	OK	OK
SI	FTIP		APÁTICO	100	80	36,9	OK	OK	OK	OK
SI	MALFORMACIÓN 3ª FALANGE		DIFICULTAD PARA LEVANTARSE	112	44	37,7	OK	OK	OK	OK
SI	MALFORMACIÓN OREJAS		APÁTICO	80	40	37,7	OK	OK	OK	OK
SI	DÉBIL	PLACENTITIS	APÁTICO	84	40	37,9	OK	OK	OK	OK
SI	DÉBIL		APÁTICO	88	56	37,9	OK	OK	OK	OK
SI	DÉBIL		APÁTICO	99	80	37,8	OK	OK	OK	OK
SI	HIPERLAXITUD		DIFICULTAD PARA LEVANTARSE	92	75	38	OK	OK	OK	OK

FC (frecuencia cardíaca); FR (frecuencia respiratoria); Tª (temperatura)

En la tabla 2 se muestra en análisis estadístico de los datos clínicos. No se encontró ninguna diferencia significativa en relación con la frecuencia cardíaca, respiratoria o la temperatura rectal entre los dos grupos.

Tabla 2. Valores de la exploración clínica en potros sanos (n=19) y potros enfermos (n=11) para frecuencia cardíaca (FC, lpm), frecuencia respiratoria (FR, rpm) y temperatura rectal (T_a, °C).

	FC	FR	T _a
Sano	87,2±8,6	66,5±9,6	38±0,42
Enfermo	93,4±9,2	66,3±18,9	37,8±0,34
Valor P	0,063	0,891	0,311

Prueba t de Student

En la mayoría de los casos de potros enfermos, se observó que el factor determinante para concluir que se trata de un animal con patologías es la observación general en la exploración clínica, en lugar de parámetros cuantitativos como la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura en las que no se aprecian cambios significativos respecto a los sanos. Estos resultados indican que los animales enfermos no tuvieron una enfermedad infecciosa o septicemia, en las que se suele encontrar elevados estos parámetros clínicos. No obstante, para determinar con exactitud si hay infección, es conveniente realizar un análisis de glóbulos blancos, para comprobar si hay leucocitosis, o un aislamiento de gérmenes mediante un hemocultivo (Dale, 2023).

Tabla 3. Valores mínimos máximos y mediana de parámetros de la analítica bioquímica de potros sanos y de animales enfermos. En negrita se señalan los resultados estadísticamente significativos ($P < 0,05$).

	SANOS			ENFERMOS			
PARÁMETROS	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Valor P
ALB	1,9	3,5	3,05	1,3	3,5	2,75	0,164
TP	3,2	6,1	5,05	3	5,5	3,9	0,214
ALP	27,2	974,6	95,8	591,6	873,6	671,6	0,014
ALT	3,1	24	7,5	8	22,6	13,35	0,081
AST	109,5	487,2	225,6	100	515,3	184,3	0,242
GGT	0,4	94,9	25,4	3	84,5	13,55	0,169
DBIL	0,8	4,6	1,4	1,1	7,1	2,8	0,035
TBIL	1,2	5,2	1,7	1,4	7,9	3,2	0,051
GLB	1,3	3	2	0,7	3	1,25	0,016
BIL	4,9	10,1	6,4	4,6	13,9	7,15	0,291
Ca	4,01	12,5	4,01	7,41	14,26	10,88	0,014
Crea	0,46	2,19	1	0,48	2,45	0,98	0,551
tCO ₂	10	24,2	20,7	10	28,1	22,	0,176
P	2,23	9,07	5,67	0,62	6,72	3,45	0,025
CHOL	112,52	426,09	173,22	188,69	525,07	334,84	0,017
GLU	113,59	176,24	137,89	10,8	156,08	118,36	0,007
BUN	5,13	38,67	10,85	7,1	26,03	14,24	0,094
AMY	5	53,7	5	13,5	107,8	30,4	0
CK	41,7	1000	239,4	145	1000	505,3	0,044
BUN/CREA	6,3	24,3	9,6	7,4	54,5	13,15	0,242
TBA	2,6	21,8	9,4	7	50,4	14,65	0,074
AST/ALT	5,1	107,2	44,8	7,9	40,3	12,8	0,022

Prueba U de Mann-Whitney. ALB (Albumina), TP (Proteína total), ALP (Fosfatasa alcalina), ALT (Alanina aminotransferasa), AST (Aspartato aminotransferasa), GGT (Gamma glutamil transferasa), DBIL (Bilirrubina directa), TBIL (Bilirrubina total), GLB (Globulina), BIL (Bilirrubina), Ca (Calcio), Crea (Creatinina), tCO₂ (Dióxido de carbono total), P (Fósforo), CHOL (Colesterol), GLU (Glucosa), BUN (Nitrógeno ureico en sangre), AMY (Amilasa), CK (Creatin-quinasa), BUN/CREA (Cociente de nitrógeno ureico en sangre a creatinina), TBA (Ácido biliar total), AST/ALT (Cociente de aspartato aminotransferasa a alanina aminotransferasa).

En la tabla 3 se puede observar un aumento del colesterol y una reducción de la glucosa en animales enfermos. Esto puede deberse a que los potros sépticos nacidos de yeguas con placentitis muestran cambios en el metabolismo energético como hipercolesterolemia e hipoglucemia (De Araujo Borba et al., 2020b). Según mi hipótesis, en este caso, las enfermedades que presentaban podían hacer que consumieran menos calostro o leche y por lo tanto tuvieran unos niveles menores de glucosa.

Pirrone et al. (2014) relacionan la hipoglucemia en potros con insuficiencia placentaria y asfixia perinatal. Además, los potros con placentas muy anormales presentan valores más bajos de glucosa en sangre. Aoki y Ishii (2012) consideraron que el aumento en el nivel de glucosa el primer día de vida de los potros se debe a la ingestión de carbohidratos provenientes del calostro. Por lo que una disminución de glucosa en los potros enfermos puede deberse a la no correcta ingesta de calostro.

Los valores de CK, ALP, bilirrubina total y bilirrubina directa fueron más altos en animales enfermos que en los sanos. Los resultados del estudio de Haggett et al. (2011) sugieren que las actividades elevadas de estas enzimas hepáticas y de la bilirrubina son comunes en potros neonatales hospitalizados debido a distintas enfermedades, especialmente en potros con sepsis. En nuestros resultados obtuvimos un aumento de la actividad de la amilasa en potros enfermos, este aumento puede deberse a pancreatitis aguda (Ollivett et al., 2012). Un aumento de la CK se debe a daño muscular. En ocasiones, si los potros están mucho tiempo tumbados, por debilidad, se puede producir lesiones musculares que hacen que se eleven los niveles de CK.

Se observaron mayores concentraciones de calcio, fósforo y ALP en los animales enfermos. Se consideran marcadores valiosos del recambio óseo y de enfermedades en animales en crecimiento (Kamr et al., 2015). Aunque teóricamente la hipercalcemia podría causar convulsiones en potros, no hay informes al respecto y se considera una causa poco probable de convulsiones (Johnson et al., 2012).

La hiperfosfatemia aparentemente está relacionada con la osificación y actividad osteoblástica (Waldridge, 2013). Su nivel está asociada con la gravedad de la enfermedad y la mortalidad en potros enfermos, indicando que la resorción ósea aumenta durante una enfermedad crítica (Kamr et al., 2020). Se cree que el aumento en la actividad de ALP en potros se debe principalmente al incremento en la actividad osteoblástica y formación ósea durante el crecimiento y desarrollo (Waldridge, 2013).

En la tabla 4 se muestra los resultados de la electroforesis de las proteínas sanguíneas.

Tabla 4. Valores mínimo, máximo y mediana de parámetros electroforéticos en porcentaje y en g/dl de los animales sanos y enfermos.

	SANOS			ENFERMOS			
PARÁMETROS	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	P
Albúmina %	45,9	62,1	51,1	46,7	71,5	60,6	0,005
Albúmina g/dl	1,93	5,35	2,66	1,81	3,43	2,79	0,392
Alfa1-globulina %	1,5	5,3	1,9	1,6	7,6	2,6	0,048
Alfa1-globulina g/dl	0,07	0,23	0,11	0,05	0,39	0,1	0,568
Alfa2-globulina %	2,9	18,8	14,7	6,8	12,1	10,05	0,003
Alfa2-globulina g/dl	0,29	1,05	0,81	0,29	0,64	0,41	0,013
Beta1-globulina %	5,5	13,1	9	4	16,1	11	0,102
Beta1-globulina g/dl	0,27	0,71	0,54	0,16	0,9	0,56	0,378
Beta2-globulina %	3,4	24,2	12,3	0	15,7	5,5	0,047
Beta2-globulina g/dl	0,11	1,33	0,73	0	0,58	0,24	0,044
Gamma-globulina %	4,3	26,8	9,3	2,3	31,4	6,6	0,253
Gamma-globulina g/dl	0,21	2,25	0,43	0,09	1,73	0,33	0,169
Ratio A/G	0,84	1,64	1,05	0,87	2,51	1,54	0,005
PT g/dl	3,2	10	5,1	3	5,8	4,4	0,169

Prueba U de Mann-Whitney

En la figura 1 se muestran las diferencias en el perfil electroforético de un potro sano y enfermo.

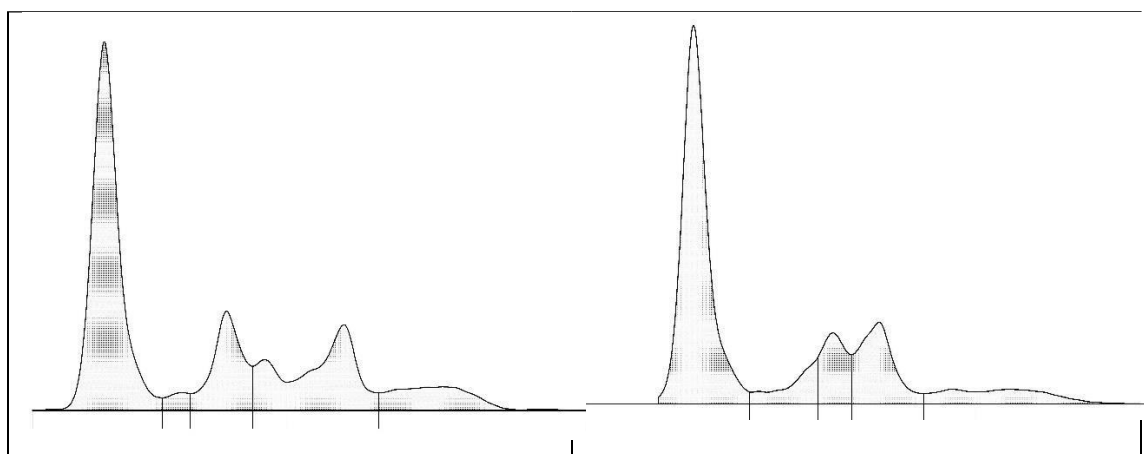


Figura 1: perfil electroforético del suero de un potro sano (izquierda) y de un potro enfermo (derecha).

La albúmina, alfa1-globulina en porcentaje y la ratio A/G se vieron significativamente aumentadas en los potros enfermos en relación a los sanos.

La alfa2-globulina y la beta2-globulina en porcentaje como en g/dl descendió en animales enfermos. En humanos tales caídas reflejan proteasas bacterianas circulantes. Otras posibles causas podrían incluir la administración retrasada de calostro o una dilución efecto de la fluidoterapia (Paltrinieri et al., 2008).

En función de cada enfermedad disciernen los valores de la electroforesis. El aumento gradual de la albúmina en los potros está relacionado con el desarrollo hepático, puesto que la síntesis de albúmina tiene lugar en el hígado (Kaneko, 2008; Quartuccio et al., 2015). Oberkersch et al. (2022) comprobaron que tanto los potros sanos como los enfermos con una adecuada transferencia de inmunidad pasiva mostraron una disminución moderada de los niveles de IgG durante las primeras semanas de vida. No obstante, los potros sépticos presentan concentraciones reducidas de muchas fracciones electroforéticas, proteínas totales, albúmina, y de las globulinas, una mayor concentración de amiloide A, debido probablemente a la menor ingesta de calostro y proteasas bacterianas circulantes. Para algunos autores (Paltrinieri et al., 2008) la determinación de amiloide sérico A es un buen marcador de procesos infeccioso-inflamatorios en los caballos, y actualmente se está empezando a utilizar el análisis de este parámetro en la clínica equina rutinaria.

6. CONCLUSIONES

- 1.- La exploración clínica de los potros es un método rápido y económico para valorar su estado de salud. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros mesurables del examen clínico, para valorar si se trata de animales enfermos o sanos.
2. Los cambios en la concentración sanguínea de determinados metabolitos podrían ser de utilidad en la identificación de potros enfermos.
- 3.- Las alteraciones estadísticamente significativas de los análisis bioquímicos se corresponden principalmente con los parámetros que evalúan la función hepática, del estado metabólico y del recambio óseo que se produce en las primeras edades de los potros.
- 4.- Gracias a la detección temprana de la alteración de los metabolitos del punto 2, permite el diagnóstico precoz y tratamiento adecuado para reducir la incidencia de morbilidad y mortalidad neonatal en potros.
- 5.- Las modificaciones en el perfil electroforético no fueron muy llamativas y se corresponden en algunos casos con baja ingestión de calostro y por otro lado por infecciones.

Conclusions

- 1.- Clinical examination of foals is a quick and economical method to assess their health status. However, no statistically significant differences were found in the measurable parameters of the clinical examination, to assess whether they are sick or healthy animals.
- 2.- It is verified that changes in the blood concentration of certain metabolites are of use in the identification of sick foals.
- 3.-The statistically significant alterations in the biochemical analyses correspond mainly to the parameters that evaluate liver function, metabolic status and bone turnover that occur in foals at an early age.
- 4.-Thanks to the early detection of the alteration of the metabolites of point 2, it allows the early diagnosis and adequate treatment to reduce the incidence of morbidity and neonatal mortality in foals.
- 5.- The changes in the electrophoretic profile were not very striking and correspond in some cases to low colostrum intake and on the other hand to infections.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La elaboración de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) ha contribuido significativamente a mi formación académica, permitiéndome adquirir conocimientos detallados acerca del proceso de diagnóstico de enfermedades en potros neonatos, incluyendo la importancia de la exploración clínica y la interpretación de los resultados de los exámenes laboratoriales. Además, he adquirido habilidades en el análisis de datos estadísticos y en la búsqueda bibliográfica.

En resumen, realizar un TFG sobre este tema me ha proporcionado un amplio conocimiento y habilidades en el diagnóstico de enfermedades en potros neonatos, lo cual me será de gran utilidad en mi futura práctica profesional en el campo de la veterinaria equina. Considero que un TFG sobre este tema es un proyecto valioso y enriquecedor que puede tener un impacto positivo en la salud y bienestar de los potros neonatos, así como en la formación y la práctica profesional de los veterinarios especializados en medicina equina.

Quiero expresar mi agradecimiento por el apoyo y dedicación brindados por mis tutores Antonio Fernández Casanovas y Tomás Conde Ayuda, así como a la yeguada por permitirme el acceso a sus instalaciones para la exploración y toma de muestras de sus animales.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham, M., & Bauquier, J. (2021). Causes of equine perinatal mortality. *Veterinary Journal/The Veterinary Journal*, 273, 105675. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105675>
2. Amelia S. Munsterman. (2019). Neonatal Intensive Care and Emergencies in Foals Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Michigan State University <https://www.msdevetmanual.com/emergency-medicine-and-critical-care/equine-emergency-medicine/neonatal-intensive-care-and-emergencies-in-foals#:~:text=Premature%20foals%20are%20small%2C%20with,the%20characteristic%20signs%20of%20prematurity>
3. Aoki, T., & Ishii, M. (2012). Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy draft horse). *Journal of Equine Veterinary Science*, 32(3), 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.08.015>
4. Aoki, T., Honda, H., & Ishii, M. (2013). Immunologic Profiles of Peripheral Blood Leukocytes and Serum Immunoglobulin G Concentrations in Perinatal Mares and Neonatal Foals (Heavy Draft Horse). *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(11), 989-995. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.03.179>
5. Axon, J. E., & Palmer, J. E. (2008). Clinical Pathology of the Foal. *Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice*, 24(2), 357-385. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2008.03.005>
6. Ayala, M. S. F., y Oliver-Espinosa, O. J. (2016). Risk Factors Associated With Failure of Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Neonatal Paso Fino Foals. *Journal Of Equine Veterinary Science*, 44, 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.05.006>
7. Ayala, M. S. F., & Espinosa, O. J. O. (2015). Enfermedades de los potros neonatos y su epidemiología: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria/Revista Medicina Veterinaria*, 29, 91. <https://doi.org/10.19052/mv.3449>
8. Balázs, T (Balazs, Toth) ; Klára, H (Klara, Horti) ; Zoltán, B (Zoltan, Bakos) (2018). Special considerations for the neurological examination of foals and most common perinatal neurologic diseases. Source *Magyar Allatorvosok Lapja*. Volumen 140 Número 5 Página 259-270 <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000434237800001>

9. Bernick, A (Bernick, Andre) ; Nieth, J (Nieth, Jennifer) ; Wehrend, A (Wehrend, Axel)
Source Tieraerztliche Praxis Ausgabe Grosstiere Nutztiere Volume49 Issue04
Page275-280 DOI10.1055/a-1523-2711 Published AUG 2021
10. Brommer, H., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M., and Kessels, B.:
Haematology: Haematological and blood biochemical characteristics of Dutch
warmblood foals managed under three different rearing conditions from birth to 5
months of age, Vet. Quart., 23, 92–95, 2001.
11. Cummins, C. A., Carrington, S. D., Fitzpatrick, E., & Duggan, V. (2008). Ascending
placentitis in the mare: a review. Irish Veterinary Journal, 61(5).
<https://doi.org/10.1186/2046-0481-61-5-307>
12. Dale, D. C. (2023, 12 abril). Recuento elevado de glóbulos blancos (leucocitos). Manual
MSD Versión Para Público General. [https://www.msmanuals.com/es-
es/hogar/trastornos-de-la-sangre/trastornos-de-los-gl%C3%B3bulos-blancos-
leucocitos/recuento-elevado-de-gl%C3%B3bulos-blancos-leucocitos](https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/trastornos-de-la-sangre/trastornos-de-los-gl%C3%B3bulos-blancos-leucocitos/recuento-elevado-de-gl%C3%B3bulos-blancos-leucocitos)
13. Dallas, S., & Jewell, E. (2014). Animal biology and care. John Wiley & Sons.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dOLHAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&o
ts=HrafdqAs3d&sig=z4fuEpVcfo8y2qWhoj-
mwlHyZnU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dOLHAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&ots=HrafdqAs3d&sig=z4fuEpVcfo8y2qWhoj-mwlHyZnU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
14. Faramarzi, B., & Rich, L. J. (2019). Haematological profile in foals during the first year
of life. Veterinary Record, 184(16), 503. <https://doi.org/10.1136/vr.104461>
15. Feijó, L. S., Curcio, B., Pazinato, F. M., De Almeida, B. A., De Souza Moraes, B., Borba,
L. A., De Oliveira Feijó, J., & Nogueira, C. E. W. (2018). Hematological and biochemical
indicators of maturity in foals and their relation to the placental features. Pesquisa
Veterinaria Brasileira, 38(6), 1232-1238. [https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-
5503](https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5503)
16. Fouché, N. E., Graubner, C., & Howard, J. (2014). Correlation between serum total
globulins and gamma globulins and their use to diagnose failure of passive transfer in
foals. The Veterinary Journal, 202(2), 384-386.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.08.013>
17. Galvin, N. P., & Corley, K. T. T. (2010). Causes of disease and death from birth to 12
months of age in the Thoroughbred horse in Ireland. Irish Veterinary Journal, 63(1).
<https://doi.org/10.1186/2046-0481-63-1-37>

18. Gilbertie, J. M. et al. (2020) «Platelet-rich plasma lysate displays antibiofilm properties and restores antimicrobial activity against synovial fluid biofilms in vitro», *Journal of Orthopaedic Research*. John Wiley & Sons, Ltd, 38(6), pp. 1365-1374. doi: 10.1002/jor.24584
19. Giles RC, Donahue JM, Hong CB, Tuttle PA, Petrites-Murphy MB, Poonacha KB, Roberts AW, Tramontin RR, Smith B, Swerczek TW. Causes of abortion, stillbirth, and perinatal death in horses <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8244867/>
20. Haggett, E. F., Magdesian, K. G., & Kass, P. H. (2011). Clinical implications of high liver enzyme activities in hospitalized neonatal foals. *Journal Of The American Veterinary Medical Association*, 239(5), 661-667. <https://doi.org/10.2460/javma.239.5.661>
21. Hurcombe, S. D. A., Matthews, A. L., Scott, V. H. L., Williams, J. M., Kohn, C. W., and Toribio, R. E.: Serum protein concentrations as predictors of serum immunoglobulin G concentration in neonatal foals, *J. Vet. Emerg. Crit. Car.*, 22, 573–579, 2012.
22. Jeawon, S. S., Katz, L., Galvin, N. P., Cahalan, S. D., & Duggan, V. (2019). How to perform umbilical cord arterial and venous blood sampling in neonatal foals. *Journal of Equine Veterinary Science*, 73, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.11.003>
23. . Johnson, A. L., Gilsenan, W. F., & Palmer, J. E. (2012). Metabolic encephalopathies in foals - pay attention to the serum biochemistry panel! *Equine Veterinary Education*, 24(5), 233-235. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2012.00396.x>
24. Kang, H., Sole-Guitart, A., Mellor, V., Gaughan, J. B., & Zsoldos, R. R. (2022). The use of percutaneous thermal sensing microchips for non-invasive measurement of body temperature in foals during summer seasons in a subtropical region. *Animal*, 16(9), 100620. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100620>
25. Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (2008) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th Edition, Academic Press, San Diego (USA), 916 p. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2395461>
26. Kamr, A., Dembek, K., Gilsenan, W., Bozorgmanesh, R., Hassan, H., Rosol, T., & Toribio, R. (2020). C-terminal telopeptide of type I collagen, osteocalcin, alkaline phosphatase, and parathyroid hormone in healthy and hospitalized foals. *Domestic Animal Endocrinology*, 72, 106470. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106470>
27. Mathews, C. J. et al. (2010) «Bacterial septic arthritis in adults.», *Lancet* (London, England), 375(9717), pp. 846-55. doi: 10.1016/S0140-6736(09)61595-6.

28. McCoy, A. M., Lopp, C. T., Kooy, S., Migliorisi, A., Austin, S. M., & Wilkins, P. A. (2020). Normal regression of the internal umbilical remnant structures in Standardbred foals. *Equine Veterinary Journal*, 52(6), 876-883. <https://doi.org/10.1111/evj.13267>
29. Morel, M. C. G. D., Newcombe, J. R., & Holland, S. (2002). Factors affecting gestation length in the Thoroughbred mare. *Animal Reproduction Science*, 74(3-4), 175-185. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(02\)00171-9](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(02)00171-9)
30. N. Silanikove Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants *Livestock Production Science*, 67 (2000), pp. 1-18, 10.1016/S0301-6226(00)00162-7
31. N.F. Cymbaluk Thermoregulation of horses in cold, winter weather: A review *Livestock Production Science*, 40 (1994), pp. 65-71, 10.1016/0301-6226(94)90266-6
32. Neto, Campo A.V.C.; Oliveira-Filho, José P. ; Delfiol, Diego J.Z. ; Badial, Peres R. ; Araújo Júnior, João P.; Cruz, Tais F. ; Tenório, Michely S.; Borges, Alexandre S. Proteinogram and serum IgG concentration in newborn foals up to thirty days of life treated with plasma Source *Pesquisa Veterinária Brasileira* Volume 38 Issue 5 Page 795-805 DOI 10.1590/1678-5150-pvb-5388 Published 2018-05 <https://www.webofscience.com/wos/scielo/full-record/SCIELO:S0100-736X2018000500795?siloViewRecordWarning=true>
33. Oberkersch, L. E., Schuberth, H., Weber, C., Freise, F., & Venner, M. (2022). Kinetik of the IGG concentration in the blood of neonatal foals – comparison of foals with focal infectious diseases with healthy foals. *Pferdeheilkunde*, 38(3), 134-141. <https://doi.org/10.21836/pem20220305>
34. O'Grady, S. E. (2012). Flexural deformities of the distal interphalangeal joint (Clubfeet). *Equine Veterinary Education*, 24(5), 260-268. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00375.x>
35. Ollivett, T. L., Divers, T. J., Cushing, T., Priest, H., Dawson, D. R., Peters, R., & Stokol, T. (2012). Acute pancreatitis in two five-day-old Appaloosa foals. *Equine Veterinary Journal*, 44(s41), 96-99. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00435.x>
36. Paltrinieri, S., Giordano, A., Villani, M., Manfrin, M., Panzani, S., & Veronesi, M. (2008). Influence of age and foaling on plasma protein electrophoresis and serum amyloid A and their possible role as markers of equine neonatal septicaemia. *The Veterinary Journal*, 176(3), 393-396. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.05.018>

37. Parsons, D.A., 2009. The Newborn Foal. In *Equine Breeding Management and Artificial Insemination* (ed. Samper, J.C.), W.B. Saunders, St Louis, MO, USA, pp. 261–276. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-5234-0.00023-4>.
38. Piccione, G., Rizzo, M., Arfuso, F., Giannetto, C., Di Pietro, S., Bazzano, M., & Quartuccio, M. (2015). Leukocyte modifications during the first month after foaling in mares and their newborn foals. *Polish Journal Of Veterinary Sciences*, 18(3), 621-625. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2015-0080>
39. Pirrone, A., Antonelli, C., Mariella, J., & Castagnetti, C. (2014). Gross placental morphology and foal serum biochemistry as predictors of foal health. *Theriogenology*, 81(9), 1293-1299. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.02.011>
40. Quartuccio, M., Arfuso, F., Giannetto, C., Giudice, E., Di Pietro, S., & Piccione, G. (2015). Serum total proteins and related electrophoretic fractions in growing foals. *Archiv Für Tierzucht*, 58(1), 123-126. <https://doi.org/10.5194/aab-58-123-2015>
41. Tscheschlok, L., Venner, M., Howard, J. (2017). Comparison of IGG concentrations by radial immunodiffusion, electrophoretic gamma globulin concentrations and total globulins in neonatal foals. *Equine Veterinary Journal*, 49(2), 149-154. <https://doi.org/10.1111/evj.12575>
42. Vitale, V., Conte, G., Baragli, P., Jose-Cunilleras, E., & Sgorbini, M. (2021). Heart rate variability in newborn foals and its association with illness: a pilot study. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 1829-1836. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2021.1957724>
43. Walldridge, B. M. (2013). Review of serum chemistry interpretation in neonatal foals. *Applied Medicine: Clinical Pathology And Dermatology*, 498-500. <https://www.semanticscholar.org/paper/Review-of-serum-chemistry-interpretation-in-foals.-Walldridge/97d21e14fa22a2ab58b713f249a1adea247ea807>
44. Welles EG (2010). Interpretation of equine Leukocyte Responses. In: Weiss DJ, Wardrop KJ (eds) *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th ed., Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp 314-320.
45. Wilsher, S., Ousey, J. C., & Allen, W. R. (2012). Observations on the placentae of eight thoroughbred foals born with flexural limb deformities. *Equine Veterinary Education*, 25(2), 84-<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2012.00433.x>
46. Žurek, U., & Daněk, J. (2011). Maternal Behaviour Of Mares And The Condition Of Foals After Parturition. *Bulletin of The Veterinary Institute in Pulawy*, 55(3). <http://www.piwet.pulawy.pl/bulletin/images/stories/pdf/20113/20113451456.pdf>