

2023-06-22

Parámetros clínicos como indicadores de pronóstico de supervivencia en potros neonatos hospitalizados en un centro de neonatología de la Sabana de Bogotá

Claudia María Daza Medina
Universidad de La Salle, Bogotá, cladaza22@gmail.com

Martha Susana Franco Ayala
Centro de Perinatología Equina Foal Care, susanafrancovet@hotmail.com

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>



Part of the [Agriculture Commons](#), [Animal Sciences Commons](#), and the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

Daza Medina CM y Franco Ayala MS. Parámetros clínicos como indicadores de pronóstico de supervivencia en potros neonatos hospitalizados en un centro de neonatología de la Sabana de Bogotá. Rev Med Vet. 2023;(47):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss47.5>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Parámetros clínicos como indicadores de pronóstico de supervivencia en potros neonatos hospitalizados en un centro de neonatología de la Sabana de Bogotá*

Claudia María Daza Medina¹ / Martha Susana Franco Ayala²

Resumen

Los potros recién nacidos son muy susceptibles a enfermedades potencialmente mortales. Por consiguiente, es de gran importancia identificar variables que permitan predecir la supervivencia de estos pacientes, e iniciar rápidamente el tratamiento adecuado para cada caso. Se realizó un estudio retrospectivo en el Centro de Perinatología Equina Foal Care, ubicado en el municipio de Cajicá, Cundinamarca. Se revisaron las historias clínicas de 106 potros que ingresaron a hospitalización entre septiembre de 2019 y diciembre de 2020, y se recolectaron y analizaron los datos necesarios para evaluar cuáles de los parámetros del examen clínico funcionan como marcadores tempranos de supervivencia, y de qué manera orientan al médico veterinario hacia un diagnóstico y pronóstico más acertado. Se utilizaron diferentes pruebas estadísticas como la prueba de Kolmogorov Smirnov, la prueba de Mann-Whitney, la regresión logística binaria, las pruebas de chi cuadrado, las curvas ROC y la *odds ratio* (OR). Las variables más significativamente relacionadas con la supervivencia fueron la frecuencia cardíaca ($p = 0,019$), la temperatura rectal ($p = 0,002$), las orejas y extremidades tibias ($p = 0,013$) y el pulso fuerte lleno concordante ($p = 0,002$). Los factores de riesgo asociados con la no supervivencia de los potros fueron la temperatura $< 37,55$ °C, la frecuencia cardíaca < 122 lpm, la orejas y extremidades frías, y el pulso débil.

Palabras clave: potro; neonato; supervivencia; examen clínico; parámetros fisiológicos.

* Artículo de investigación.

1 Médica veterinaria zootecnista. Candidata a magíster en Ciencias Veterinarias de la Universidad de La Salle.

✉ cladaza22@gmail.com

🌐 <https://orcid.org/0000-0001-7306-2796>

2 Médica veterinaria. Magíster en Salud Animal, candidata a doctora en Salud Animal de la Universidad Nacional de Colombia. Directora y Fundadora del Centro de Perinatología Equina Foal Care.

✉ susanafrancovet@hotmail.com

🌐 <https://orcid.org/0000-0001-5261-4694>

Cómo citar este artículo: Daza Medina CM, Franco Ayala MS. Parámetros clínicos como indicadores de pronóstico de supervivencia en potros neonatos hospitalizados en un centro de neonatología de la sabana de Bogotá. Rev Med Vet. 2023;(47): e1458. Disponible en: <http://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss47.5>

Clinical Parameters as Prognostic Indicators of Survival in Hospitalized Neonatal Foals in a Neonatal Center in the Savannah of Bogotá

Abstract

Newborn foals are very susceptible to potentially fatal diseases. Therefore, it is of great importance to identify variables that allow to predict the survival of these patients, and promptly start the appropriate treatment for each case. A retrospective study was carried out at the Equine Foal Care Perinatology Center, located in the municipality of Cajicá, Cundinamarca. The medical records of 106 foals admitted to hospitalization between September of 2019 and December of 2020 were reviewed, the necessary data

was collect, and analyzed, in order to evaluate the predictive value of the clinical examination against the survival of hospitalized neonatal foals, and to identify which of these variables function as early markers of survival. Different statistical tests were used, such as the Kolmogorov Smirnov test, the Mann-Whitney test, the binary logistic regression, the chi-square tests, the ROC curves and the odds ratio (OR). The variables most significantly related to survival were heart rate ($p = 0.019$), rectal temperature ($p = 0.002$), lukewarm ears and limbs ($p = 0.013$) and concordant full strong pulse ($p = 0.002$). Risk factors associated with foal nonsurvival were temperature $< 38^{\circ}\text{C}$, heart rate < 100 bpm, cold ears and extremities, and weak pulse.

Keywords: foal; neonate; survival; clinical examination; physiological parameters.

INTRODUCCIÓN

El período neonatal es una de las fases más complicadas del sistema de producción equina (1). En este, el organismo debe adaptarse fisiológica y metabólicamente, a medida que se enfrenta a las condiciones extrauterinas (2, 3, 4, 5, 6). Este proceso de adaptación es fundamental para la supervivencia de los potros (7), debido a que durante sus primeros días de vida estos son muy susceptibles a enfermedades potencialmente mortales (8) relacionadas con diferentes síndromes y anomalías cardiovasculares, pulmonares, metabólicas y alteraciones de la termorregulación (2, 6).

La incidencia de enfermedades tempranas puede tener implicaciones a largo plazo. Se han reportado tasas de mortalidad para los potros neonatos ingresados en unidades de cuidados intensivos; porcentajes que oscilan entre el 20 y el 50 % (8, 10). Por consiguiente, identificar variables útiles para predecir la supervivencia es de gran importancia, dado que esto permite determinar los cuidados más adecuados para brindarles bienestar a los pacientes (11). Aquello además facilita el proceso de toma de decisiones, tanto para el profesional como para el propietario del animal, frente a una utilización racional de los recursos diagnósticos y terapéuticos, especialmente en pacientes con mayor riesgo de muerte (12, 13).

En tanto, el análisis de la historia clínica y el examen clínico orientan al médico tratante en el reconocimiento de la aparición de enfermedades neonatales (9), la definición de la gravedad de la enfermedad, la evaluación de la necesidad de hospitalización, e incluso la estimación de la probabilidad de supervivencia del paciente (14, 15, 16, 17). En el caso de potros neonatos, es aconsejable que estos sean examinados dentro de las primeras 18 a 24 horas de vida, para comprobar que sean saludables y, de no ser así, detectar los primeros signos de enfermedad, ya que en muchas ocasiones, pasan desapercibidos, y por lo general progresan rápidamente, lo cual hace fundamental instaurar el tratamiento de manera oportuna (7).

El presente estudio tuvo el fin de evaluar que parámetros del examen clínico general, sirven como marcadores de supervivencia en potros neonatos hospitalizados en un centro de referencia, y de qué manera orientan al médico veterinario hacia un diagnóstico y pronóstico más acertado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y criterios de inclusión

El presente estudio, retrospectivo, transversal y observacional, se basó en los datos de 106 potros neonatos hospitalizados, que ingresaron al Centro de Perinatología Equina Foal Care, ubicado en el municipio de Cajicá, Cundinamarca, entre septiembre de 2019 y diciembre de 2020. Los criterios de inclusión establecidos para este estudio fueron que se tratara de pacientes equinos, neonatos (desde el nacimiento hasta los 30 días de edad), de cualquier edad gestacional y de cualquier sexo, a los cuales se les hubiera realizado un examen clínico general al ingresar a hospitalización dentro de las fechas establecidas. Después de esto, los animales se clasificaron en 2 grupos según el resultado (potros supervivientes y no supervivientes). El grupo de potros supervivientes hace referencia a los potros dados de alta del hospital, y en el grupo de potros no supervivientes se incluyeron los que murieron durante la hospitalización, y los que fueron sometidos a eutanasia debido a un mal pronóstico.

Información clínica

Por medio de auscultación, medición de temperatura rectal e inspección física del paciente, se obtuvieron los datos correspondientes a la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR), la temperatura rectal (T°), el color de membranas mucosas, el tiempo de llenado capilar (TLLC), la temperatura de las orejas y las extremidades, la calidad del pulso, la motilidad intestinal, la edad y el sexo. Tales variables fueron analizadas posteriormente, en busca de cuáles estaban

significativamente relacionadas con el resultado final de los pacientes (vivió / murió).

Análisis estadístico

La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En este caso, como $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula de manera significativa, y se concluye que los datos no tienen una distribución normal; por consiguiente, se utilizaron pruebas no paramétricas para el análisis de datos. En tanto, las diferencias entre los grupos de potros supervivientes y no supervivientes se evaluaron mediante la prueba de Mann-Whitney. Por otra parte, la relación entre las diferentes variables y el resultado (supervivencia) se determinó por medio de regresión logística por pasos hacia adelante. Se realizaron pruebas de chi cuadrado para establecer cuáles de las variables cualitativas estaban relacionadas significativamente con la supervivencia de los pacientes. Por su lado, las curvas ROC se utilizaron para determinar el punto de corte que permitía diferenciar de manera más acertada a los pacientes sobrevivientes de los no sobrevivientes, y, finalmente, se calculó el *odds ratio* de las variables que fueron estadísticamente diferentes entre grupos. Todos los datos fueron analizados mediante el software estadístico IBM SPSS[®], Microsoft Excel y MedCalc Software Ltd. Diagnostic Test Evaluation Calculator.

RESULTADOS

Se estudiaron 106 potros neonatos (recién nacidos con hasta 30 días de edad), 49 machos y 57 hembras. Los principales diagnósticos y motivos de ingreso a hospitalización incluyeron la adaptación perinatal (prematurez, dismadurez, mal ajuste neonatal, atete y falla en la transferencia de inmunoglobulinas), la artritis séptica, la diarrea, la dificultad respiratoria, la colitis, la aspiración de meconio, la disbiosis, la impactación por meconio, la onfalitis, las hernias, el síndrome abdominal agudo y la sepsis. En total, 78 potros fueron dados de alta (74 %) y 28 murieron (26 %); cabe anotar que 4 de los potros que no sobrevivieron fueron sometidos

a eutanasia debido a mal pronóstico. Las muestras de sangre venosa de los potros fueron comparadas con valores de referencia correspondientes al mismo tipo de muestra. Los diagnósticos más frecuentes fueron síndrome de mal ajuste neonatal, sepsis neonatal y prematuridad. Los diferentes parámetros fueron clasificados en 2 grupos. En el primer grupo, se analizaron los parámetros fisiológicos evaluados con relación al examen clínico; lo anterior se muestra en la tabla 1. En el segundo grupo, se analizaron los aspectos evaluados en la exploración física; todas las variables pertenecientes a este grupo fueron variables categóricas, y se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Rangos de referencia para los parámetros fisiológicos evaluados en el examen clínico

Parámetro	Rango	Referencia
FC	80-120 LPM	(6) (18)
FR	20-40 RPM	(7) (19)
Temperatura	37 °C-39 °C	(20) (19)

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Clasificación de las variables evaluadas en la exploración física del paciente

Exploración física (Variables categóricas)				
Color de membranas mucosas	Cianóticas	Calidad del pulso	Débil	
	Rosadas		Fuerte	
	Congestionadas			
	Ictéricas			
Motilidad	Amotil	Edad	< 15 días	
	Normomotil		15 a 30 días	
	Hipomotil			
	Hiperomotil			
Tiempo de llenado capilar	< 2 segundos	Tº. orejas y extremidades	Frías	
	> 2 segundos		Tibias	
			Sexo	Hembra
				Macho

* Mediante regresión logística hacia adelante en el grupo de parámetros fisiológicos, se determinó que las variables más significativamente relacionadas con el resultado fueron la frecuencia cardíaca ($p = 0,019$) y la temperatura rectal ($p = 0,002$) (tabla 3).

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Regresión logística hacia adelante del grupo de parámetros fisiológicos

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	IC 95%	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	Temperatura	0,823	0,237	12,063	1	0,001	2,278	1,432	3,626
	Constante	-29,986	8,930	11,275	1	0,001	0,000		
Paso 2 ^b	Frecuencia cardiaca	0,028	0,012	5,488	1	0,019	1,028	1,005	1,052
	Temperatura	0,763	0,249	9,404	1	0,002	2,145	1,317	3,494
	Constante	-31,307	9,515	10,826	1	0,001	0,000		

* En el grupo de las variables evaluadas con la exploración física, las que estaban más relacionadas significativamente con el resultado fueron la calidad del pulso fuerte ($p = 0,002$) y las orejas y extremidades tibias ($p = 0,013$) (tabla 4).

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Regresión logística hacia adelante del grupo de examen físico

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	IC 95%	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	Pulso fuerte	-4,201	1,075	15,257	1	0,000	0,15	0,002	0,123
	Constante	1,636	0,282	33,592	1	0,000			
Paso 2 ^b	Orejas y extremidades tibias	-1,689	0,679	6,178	1	0,013	0,185	0,049	0,700
	Pulso fuerte	-3,392	1,122	9,150	1	0,002	0,034	0,004	0,303
	Constante	1,912	0,326	34,367	1	0,000			

Fuente: elaboración propia

El efecto de las variables categóricas sobre la supervivencia del paciente se muestra en la tabla 5. En ese sentido, la calidad del pulso tuvo un efecto significativo en el resultado del paciente ($p < 0,001$). En tanto, el resultado de Phi ($p = 0,588$) indica una asociación fuerte, y es poco probable que la relación haya sucedido por casualidad. De la misma manera, la temperatura de las orejas y extremidades tuvo un efecto significativo sobre la supervivencia del paciente ($p < 0,001$; Phi = 0,507).

Por medio del análisis de la curva de características del operador del receptor (ROC), se identificó el punto de corte en el que se optimizaban la sensibilidad y la especificidad diagnóstica de la frecuencia cardiaca y la temperatura, para predecir la supervivencia. En ese sentido, los valores de corte óptimos se definieron

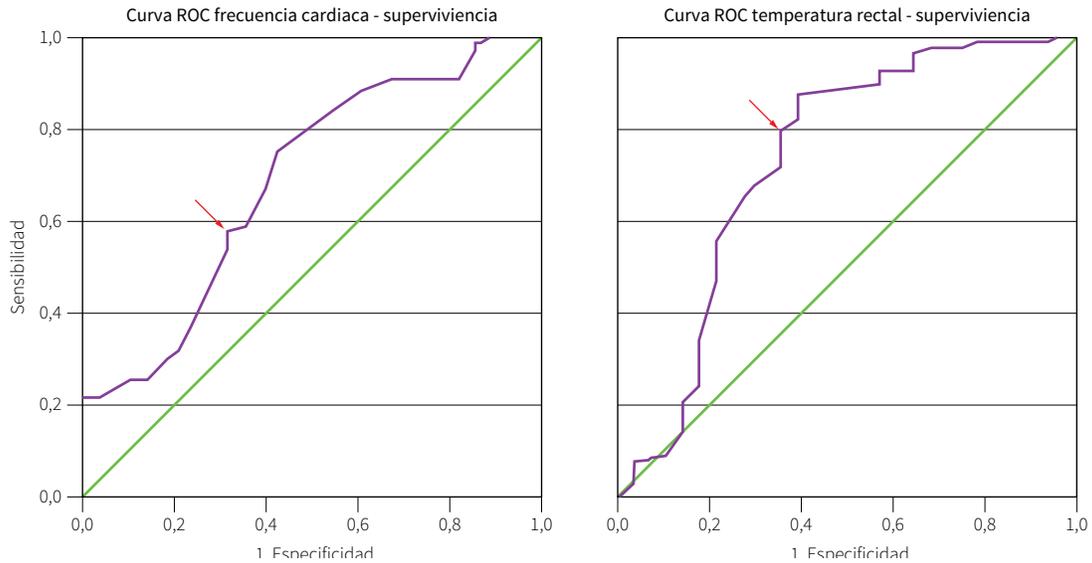
por los puntos que representan la mayor sensibilidad y especificidad concomitantes (figura 1).

Tabla 5. Efecto de las variables cualitativas sobre el resultado (supervivencia)

Variable	Chi cuadrado	P de Fisher	Phi / V de Cramer
Color de membranas mucosas	0,326	0,301	0,177
Tiempo de llenado capilar	0,006	0,011	0,285
T° de orejas y extremidades	0,000	0,000	0,507
Motilidad intestinal	0,018	0,022	0,292
Sexo	0,665	0,665	0,045
Calidad del pulso	0,000	0,000	0,588

Fuente: elaboración propia

Figura 1. Análisis de la curva de características del operador del receptor (ROC), la frecuencia cardíaca y el lactato, para predecir supervivencia en 106 potros hospitalizados con diferentes diagnósticos clínicos



* La flecha indica el punto de corte óptimo de frecuencia cardíaca (lpm) y temperatura (°C) para diferenciar correctamente pacientes sobrevivientes de no sobrevivientes (FC = 122 lpm, sensibilidad = 57,14 %, especificidad = 75,64 %, AUC = 0,687, p = 0,003, IC del 95 %, 0,569–0,804, precisión = 70,75 %, IC del 95 %, 61,13 % a 79,19 %); (temperatura = 37,55 °C, sensibilidad = 60,71 %, especificidad 87,18 %, AUC = 0,730, p < 0,01, IC del 95 %, 0,603–0,857, precisión = 80,19 %, IC = 95 %, 71,32 % a 87,30 %).

Fuente: elaboración propia

Los factores de riesgo asociados con la no supervivencia de los potros neonatos evaluados en este estudio fueron temperatura rectal, < 37,55 °C, las orejas y extremidades frías, la frecuencia cardíaca < 122 lpm, y el pulso débil. Los resultados del análisis se muestran en la tabla 6, y la distribución de los datos de los pacientes en la figura 2.

Tabla 6. Factores de riesgo asociados con la no supervivencia en potros

Variable	Estimación de riesgo	OR	Intervalo de confianza de 95 %	
			Inferior	Superior
Temperatura	< 37,55 °C / > 37,55 °C	10,51	3,84	28,79
Frecuencia cardíaca	< 122 lpm / > 122 lpm	4,14	1,67	10,28
Calidad del pulso	Débil / Fuerte	5,695	3,51	9,25
T° de orejas y extremidades	Frías / Tibias	13,846	4,54	42,26

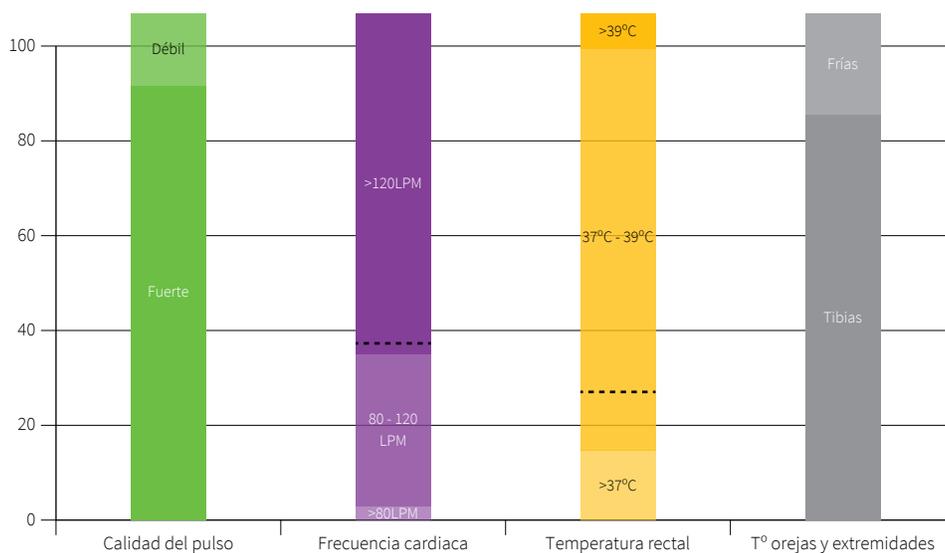
Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Los estudios realizados en medicina de cuidados intensivos neonatales han ayudado a aumentar considerablemente la tasa de supervivencia de potros recién nacidos enfermos (21). Esto obedece a que por medio de ellos se han dado a conocer los signos clínicos, la frecuencia y la letalidad de las enfermedades que pueden presentarse en pacientes equinos, lo cual facilita la creación de estrategias de evaluación del pronóstico de los pacientes y de la medicina preventiva (22).

La tasa de supervivencia de potros neonatos hospitalizados más baja fue reportada en el 1992 por Hoffman y sus colaboradores (23). En tanto, esta fue del 50 % en un estudio realizado en 48 pacientes, seguido de un trabajo realizado por Furr y sus colaboradores (1997) (24), en cuyo caso la tasa de supervivencia fue del 68 % en un grupo de 99 pacientes. En los últimos años, se han observado tasas de supervivencia más altas, como las reportan Bohlin y sus colaboradores (25), en cuyo

Figura 2. Distribución de los datos de los pacientes en cada una de las variables asociadas su supervivencia



Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Tasa de supervivencia reportada en diferentes estudios

Año	Autores	Tasa de supervivencia	Número de pacientes
1992	Hoffman et al. (23)	50 %	24 / 48
1992	Hoffman et al. (23)	66 %	37 / 56
1997	Furr et al. (24)	68 %	67 / 99
2005	Corley et al. (25)	67 %	48 / 72
2007	Saulez et al. (26)	66 %	41 / 62
2012	Borchers et al. (27)	79 %	505 / 643
2014	Dembek et al. (8)	78 %	264 / 339
2014	Dembek et al. (8)	76 %	216 / 285
2015	Viu et al. (28)	66 %	43 / 65
2017	Giguere et al. (10)	73 %	775 / 1065
2019	Bohlin et al. (12)	83 %	477 / 576
2021	Bedenice et al. (15)	82 %	287 / 347

Fuente: elaboración propia

caso se analizó un grupo de 576 pacientes, y se obtuvo una tasa de supervivencia del 83 %. Lo anterior fue observado por Bedenice y sus colaboradores (2021) (15), quienes reportan una tasa de supervivencia del 82 %

en un grupo de 347 pacientes. En tanto, en un estudio realizado por Giguere y sus colaboradores (10), se observa que las probabilidades de supervivencia de los potros admitidos en la década de 2000 fueron aproximadamente 3,4 veces mayores (95 %, IC = 1,9-6,0, p < 0,001) que las de los potros admitidos en la década de 1980. En la tabla 7, se muestra la tasa de supervivencia obtenida en diferentes estudios.

En el presente estudio, la tasa de supervivencia fue del 74 %. Aunque dicha proporción es inferior a la reportada por otros autores recientemente, no está muy alejada de las demás, lo cual indica que los procedimientos, cuidados y tratamientos empleados en el centro de referencia son eficaces frente a la gran variedad de patologías que presentan los pacientes. Además, los hallazgos de este estudio confirman que el estado en el que ingresa el paciente a hospitalización tiene relación con su pronóstico de supervivencia.

Realizar un examen clínico completo permite obtener información valiosa para orientar el diagnóstico del paciente. Diferentes estudios han encontrado relaciones entre algunos parámetros que se pueden evaluar con

facilidad en potros críticamente enfermos, y el pronóstico del paciente (29). En tanto, parámetros clínicos como la edad (10, 23, 30), el sexo (23, 30), la temperatura rectal (10, 24, 30, 31), la frecuencia cardíaca (24, 30), la frecuencia respiratoria (24, 30), el color de las membranas mucosas (30), el tiempo de llenado capilar (23, 30), la temperatura de las extremidades (8, 12, 30, 31, 32), la actividad mental (normal, depresión, afinidad por la yegua, reflejo de succión) (8), el tiempo de gestación (10, 24) —a saber, prematuridad (8, 12, 22), la gestación prolongada—, el tipo de parto —normal, distocia, parto asistido, cesárea, separación prematura de la placenta— (8), la motilidad intestinal (33) y la calidad del pulso (8, 31), han sido usados en diversos estudios para evaluar si estos funcionan como predictores de supervivencia. En este estudio se incluyeron varios de los parámetros mencionados anteriormente, los cuales son de fácil y rápida evaluación en el examen clínico de ingreso a hospitalización.

En suma, la evaluación de variables como los parámetros vitales (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal), así como la exploración de las membranas mucosas visibles (oral, ocular, vulvar) (11), y la palpación de los pulsos arteriales periféricos, la valoración de la temperatura de las extremidades y la auscultación cardíaca (34), representan parámetros clínicos importantes para diagnosticar rápidamente la aparición de enfermedades neonatales que pueden llevar al potro a la muerte (4, 11, 29).

En tanto, los signos al examen físico que indican que el paciente se encuentra hemodinámicamente inestable (hipoperfusión o hipovolemia) incluyen la debilidad, el pulso débil, la frecuencia cardíaca rápida, el tiempo de llenado capilar prolongado y las extremidades frías (11, 12, 13, 14, 34). Estos signos son muy comunes en casos de shock séptico y shock hipovolémico (19, 35).

El signo clínico descrito puede estar entonces presente en potros con diferentes patologías. En caso de hipoperfusión, se evidencian extremidades frías, ya que la sangre se desvía hacia el centro (abdomen, tórax y cerebro) (36). En tanto, en el shock compensado temprano,

también las áreas más distales están más frías que las áreas proximales (37), y se observan cascos helados, así como las partes inferiores de los miembros anteriores y posteriores frías, y nariz y orejas frías (37, 38). En pacientes hipotérmicos, la presencia de extremidades frías indica colapso circulatorio (constricción de los vasos sanguíneos periféricos) (39), y, cuando hay deshidratación, a medida que esta empeora, el flujo hacia los tejidos periféricos disminuye; por consiguiente, también podemos evidenciar este signo clínico (36). Es pertinente tener en cuenta que muchas veces las anteriores situaciones van a estar relacionadas en el paciente; en consecuencia, es importante analizar en conjunto los hallazgos del examen clínico, y así llegar a un diagnóstico y pronóstico acertados.

Asimismo, se ha reportado asociación entre la presencia de extremidades frías y la no supervivencia del paciente en diferentes estudios. Barsnick y sus colaboradores (2011) (32) muestran en su estudio que los potros que no presentaban extremidades frías, tenían menos probabilidad de morir frente a los que presentaban extremidades frías (OR = 0,02, IC del 95 %, 0,02-0,22), resultados que concuerdan con lo que reportan Hurcombe y sus colaboradores (2009) (31), donde los potros que no tenían las extremidades frías al examen clínico, tenían más probabilidades de sobrevivir que los que tenían los miembros y las orejas frías (OR = 12,2, IC del 95 %, 4,5-37,3). Aquello concuerda con lo observado en el presente estudio, en cuyo caso la presencia de orejas y extremidades frías al ingreso a hospitalización fue uno de los factores de riesgo asociados a la no supervivencia (orejas y extremidades frías: OR = 13,85, IC del 95 %, 4,54-42,26), lo cual reafirma lo reportado en estudios previos. Además, el 71,42 % de los pacientes que ingresaron con este signo clínico, murieron; los diagnósticos relacionados con estos pacientes fueron sepsis, prematurez, dismadurez, síndrome de mal ajuste neonatal y síndrome abdominal agudo. Dichas enfermedades pueden cursar con hipovolemia, hipoperfusión y/o deshidratación.

En este estudio, el color de las mucosas y el tiempo de llenado capilar no resultaron significativos. Sin

embargo, anteriormente se ha reportado que las membranas mucosas rosadas o rosa pálido con un tiempo de llenado capilar de dos segundos o menos desde el primer minuto de vida, se asocian con la supervivencia (5), junto con una calidad de pulso fuerte (31). Por su parte, en un estudio realizado por Hurcombe y sus colaboradores (31), se reporta que las probabilidades de supervivencia de los potros con membranas mucosas rosadas fueron aproximadamente 4,3 veces mayores (95 %, IC = 1,76-11,2, $p < 0,05$) que las de los potros con membranas mucosas anormales, y 4,7 veces mayores (95 %, IC = 1,67-13,8, $p < 0,05$) en pacientes con tiempo de llenado capilar menor a 2 segundos, frente a los pacientes con tiempo de llenado capilar de 3 segundos.

En tanto, el color de las mucosas y el tiempo de llenado capilar están determinados por el estado cardiovascular, la concentración de hemoglobina y la concentración de bilirrubina (40). Asimismo, las mucosas pálidas pueden ser indicadores de anemia o shock hipovolémico; las membranas mucosas ictéricas pueden relacionarse con hemólisis, disfunción placentaria en el útero o disfunción hepática, y las membranas mucosas cianóticas reflejan hipoxia severa (18). Por consiguiente, no hay que dejar de lado la evaluación de estos parámetros dentro del examen físico del potro neonato.

La calidad de pulso en este estudio estuvo relacionada con la supervivencia de los pacientes ($p = 0,002$, IC 95 %, 0,004-0,303) y el hallazgo de pacientes con pulso débil fue un factor de riesgo frente a la supervivencia del pulso débil (OR = 5,695, IC 95 %, 3,51-9,25). En tanto, la alteración de la calidad del pulso puede estar asociada a deshidratación, shock, endotoxemia, desequilibrios electrolíticos, trastornos ácido básicos, hipertensión / hipotensión, fiebre y arritmias cardíacas (34). En tal caso, los motivos de ingreso de los pacientes que presentaron calidad de pulso reducida fueron sepsis, prematuridad, dismadurez, síndrome de mal ajuste neonatal y disbiosis.

Por su parte, la auscultación cardíaca es una parte importante de la exploración física del potro recién nacido

(34). Los valores más altos de frecuencia cardíaca se registran el primer día de vida. A minutos del nacimiento, el ritmo cardíaco del neonato puede ser tan bajo como de 40 a 80 latidos/minuto, pero rápidamente aumenta a más de 120 latidos/minuto (130-150 lpm) (7). Este hallazgo probablemente tenga relación con el esfuerzo físico que realiza el potro al intentar ponerse de pie y comenzar a amamantar. Así, los siguientes días va disminuyendo gradualmente, hasta mantenerse en el rango de los 60 a los 120 latidos/minuto, dependiendo de la actividad física del potro (4, 7). En este estudio, la mayoría de los pacientes nacieron en la clínica o ingresaron con un día de edad (80/106, 75,5 %) (figura 2), 56 de ellos tenían una frecuencia cardíaca superior a 120 lpm al examen clínico, siendo 180 lpm la frecuencia cardíaca registrada más alta, la cual correspondía a un paciente con impactación por meconio. Solo 2 de estos potros ingresaron con frecuencias cardíacas menores a 80, y sus diagnósticos fueron sepsis neonatal y prematuridad.

En un estudio realizado por Giguere y sus colaboradores (10), se reporta que la frecuencia cardíaca del grupo de potros sobrevivientes fue de 104 lpm (80 lpm-137 lpm), mientras que la del conjunto de potros no sobrevivientes fue un poco mayor, de 106 lpm (72 lpm-148 lpm). En este trabajo, difieren los resultados con el análisis mencionado, ya que la media del grupo que no sobrevivió fue menor (119 lpm) a la del que sobrevivió (136 lpm). De tal modo, los pacientes que ingresaron a la clínica con una frecuencia cardíaca menor a 122 lpm, tuvieron más riesgo de morir frente a los pacientes que presentaban una FC mayor o igual a 122 lpm (OR = 4,14, IC 95 %, 1,67-10,28). Lo anterior puede estar relacionado con la edad de los pacientes incluidos en el estudio al momento de realizar el examen clínico, ya que, en este caso, la mayoría de estos eran recién nacidos, o aquello puede estar relacionado con el estado en el que ingresaron los equinos a hospitalización. Asimismo, el aumento de la frecuencia cardíaca puede asociarse con sepsis, SIRS, hipovolemia, hipotensión, hipoxemia, anemia, dolor abdominal o musculoesquelético, estrés, anomalías cardíacas congénitas o hipocalcemia (19).

En un estudio realizado por Vitale y sus colaboradores en 2021 (41), se concluye que agregar la evaluación de la variación de la frecuencia cardíaca a otros parámetros de uso común, puede mejorar la precisión de la predicción de la mortalidad hospitalaria en los potros. Sin embargo, se deben realizar más estudios con una muestra más grande de potros, para confirmar estos hallazgos en neonatos enfermos.

En este análisis, la frecuencia respiratoria no mostró relación significativa con la supervivencia de los pacientes ($p = 0,34$), y el estado respiratorio-ventilatorio de los pacientes no fue evaluado debido al tipo de muestra utilizada para el análisis de los gases sanguíneos. En estudios previos, como el realizado por Dembek y sus colaboradores (8), este parámetro tampoco fue incluido en el modelo de predicción de supervivencia final ($p = 0,26$).

Asimismo, es de gran importancia evaluar la temperatura dentro del examen clínico del potro. Las extremidades, las orejas, la nariz y la cola deben palparse para detectar alteraciones, además de medir la temperatura rectal. En tanto, las mediciones con valores anormales deben rectificarse para corroborar el resultado, ya que cualquier alteración en la temperatura puede ser grave (6). Por otra parte, la temperatura corporal inferior a $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se considera hipotermia, y temperaturas mayores que $38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ se consideran fiebre (7, 42).

Además, la presentación de temperatura $\leq 37,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ se ha asociado con la no supervivencia (10, 15, 43). Dicho hallazgo concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, en el cual los pacientes que ingresaron a la clínica con una temperatura menor a $37,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ tuvieron más riesgo de morir frente a los que presentaban una temperatura mayor o igual a $37,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (OR = 10,51, IC 95 %, 3,84 a 28,79). En estudios previos, se reporta que potros que presentan temperaturas entre $37,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $38,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ tienen más probabilidades de sobrevivir frente a los que presentan temperaturas inferiores a $37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superiores a $38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (OR = 2, IC 95 %, 0,83-4,95) (29) (OR = 14,8, IC 95 %, 3,7-100,8) (30). En este estudio, la mayoría de los pacientes ingresaron

a hospitalización con temperaturas entre $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ (en rango normal), 14 potros ingresaron con hipotermia (13 recién nacidos y 1 con 12 días de edad), de modo que $32,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ fue la temperatura registrada más baja. En suma, los diagnósticos relacionados en estos casos fueron prematuridad, dismadurez, síndrome de mal ajuste neonatal y sepsis.

Los potros son propensos al desarrollo de hipotermia, especialmente en las primeras 6 semanas de vida. Estos nacen mojados en líquido amniótico, y hasta en las mejores circunstancias tendrán que soportar un choque, ya que la temperatura ambiente rara vez es lo suficientemente alta como para superar el calor perdido por evaporación (34), o por la disminución directa de este en la superficie inferior fría. Esto, sumado a la poca masa muscular para los escalofríos, la poca grasa subcutánea para el aislamiento y la inmadurez de las respuestas de termorregulación central y periférica, hace que sea casi inevitable una caída en la temperatura corporal al nacer (6).

El considerable esfuerzo muscular que ejercen los potros al momento del nacimiento compensará algo de lo descrito. Sin embargo, la supervivencia del potro depende de una rápida adaptación a las condiciones ambientales y de una pronta alimentación que, al parecer, es el factor más importante. De tal forma, el mantenimiento de la temperatura corporal requiere una demanda energética considerable, y la única forma como el potro recién nacido puede suministrarla es mediante la movilización rápida de la energía y la grasa almacenadas. En tanto, los potros sanos pueden restaurar y mantener la temperatura corporal normal sin alimentación suplementaria hasta por 12 a 24 horas, y enfrentarse sin problema a temperaturas ambiente tan bajas como $5\text{ }^{\circ}\text{C}$; sin embargo, cuando el potro tiene pocas reservas de energía, o una mayor demanda de esta —como ocurre en potros enfermos—, la temperatura corporal bajará significativamente (6).

En tanto, los potros prematuros se caracterizan por tener reservas energéticas endógenas reducidas (glucógeno) (5, 7), y algunas alteraciones del sistema endocrino

relacionadas con la tiroides, como el hipotiroidismo (7). De tal modo, requieren alimento adicional para completar la maduración de los órganos, y, en el caso de potros sépticos, la fiebre y la liberación de citoquinas generan demandas extremas frente a la capacidad del potro para ingerir alimentos, teniendo en cuenta que un potro enfermo a menudo tiene poco apetito. En estos casos, la hipotermia y la hipoglucemia a menudo son simultáneas (6, 44).

Solamente 7 potros presentaron temperaturas superiores a los 39 °C al momento del ingreso a hospitalización, siendo 39,6 °C la temperatura registrada más alta. Los diagnósticos relacionados con estos casos fueron disbiosis, sepsis, síndrome de mal ajuste neonatal y síndrome abdominal agudo. Solo uno de estos pacientes murió.

De tal forma, la hipertermia es uno de los signos cardinales de la inflamación aguda, y es aún más prominente cuando es causada por una infección. La hipertermia suele detectarse fácilmente, pero no todos los casos producen un grado predecible de fiebre, debido a que la temperatura corporal puede fluctuar a lo largo del día. El potro con hipertermia es un desafío diagnóstico considerable para el veterinario, sobre todo por la urgencia de evitar que esta siga aumentando, así como la necesidad de que esta vuelva a los valores normales, y el tiempo que requieren los resultados de las ayudas diagnósticas de laboratorio. Por tanto, siempre se debe tomar una historia precisa y, si es posible, examinar la placenta, pues esto puede proporcionar una advertencia anticipada de una enfermedad infecciosa inminente (6).

En tanto, la fiebre puede presentarse en casos de dolor abdominal con etiología inflamatoria, SIRS (37), isoeritrolisis neonatal, desórdenes neurológicos como convulsiones o encefalopatía hipóxica/isquémica (síndrome de mal ajuste neonatal), infecciones bacterianas (septicemia, infección umbilical, artritis séptica), piroplasmosis e infecciones virales (herpes viral) (45).

Así, los resultados de este estudio corroboran los hallazgos reportados en trabajos previos, realizados sobre el

pronóstico de supervivencia en potros hospitalizados. Sin embargo, como en cualquier estudio retrospectivo, existen limitaciones como los sesgos de toma de información, y, además, cabe señalar que se contemplan datos de un solo centro de referencia.

CONCLUSIONES

La medicina de cuidados intensivos neonatales es un campo muy importante y en constante evolución dentro de la medicina equina. Los continuos avances en medicina neonatal han ayudado a mejorar la tasa de supervivencia de los potros que ingresan a hospitalización; sin embargo, aún queda mucho por estudiar.

Es importante determinar además el pronóstico de supervivencia de los pacientes al momento de ingreso a hospitalización, ya que nos va a permitir informarle al propietario en qué condición se encuentra el potro, y las probabilidades reales de que este se recupere, previniendo gastos innecesarios, y reduciendo el sufrimiento del animal. Un examen clínico completo al momento de ingreso a hospitalización brinda información valiosa que le permite al clínico orientar un diagnóstico, e iniciar tratamiento de manera oportuna.

REFERENCIAS

1. Franco MS, Oliver OJ. Enfermedades de los potros neonatos y su epidemiología: una revisión. *Rev Med Vet.* 2015;(29): 91-105. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.3449>
2. Axon JE, Palmer JE. Clinical pathology of the foal. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2008;24(2): 357-385. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2008.03.005>
3. Salgueiro R, Alfonso A, Gomes M, Vela C, Sudano MJ, Oba E, et al. Electrolyte, blood gas and electrocardiographic profile of neonatal foals in the first 48 hours of life. *Acta Sci Vet.* 2015;43: 1321.
4. Bazzano M, Giudice E, Di Pietro S, Piccione G. Vital parameters in newborn thoroughbred foals during

- the first week of life. *Int J Anesthesiol Res.* 2014;2(2): 27-30. Disponible en: <https://doi.org/10.14205/2310-9394.2014.02.02.1>
5. Curcio B, Nogueira CE. Newborn adaptations and healthcare throughout the first age of the foal. *Anim Reprod.* 2012;9(3): 182-187. Disponible en: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a6056f7783717068b46db>
 6. Knottenbelt D, Holdstock N, Madigan J. *Equine Neonatology Medicine and Surgery.* Philadelphia: Elsevier; 2004.
 7. García S, Masri M. *Neonatología Equina.* 1ª ed. Vol. 53. Buenos Aires: Inter-Médica; 2010.
 8. Dembek KA, Hurcombe SD, Frazer ML, Morresey PR, Toribio RE. Development of a likelihood of survival scoring system for hospitalized equine neonates using generalized boosted regression modeling. *PLoS One.* 2014;9(10): 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109212>
 9. Cruz RKS, Alfonso A, Souza FF, Oba E, Padovani CR, Ramos PRR, et al. Evaluation of neonatal vitality and blood glucose, lactate and cortisol concentrations in foals of the Paint Horse breed. *Pesqui Vet Bras.* 2017;37(8): 891-896. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/9FSj47rhrt8VgPgNDJvvdjg/?lang=en>
 10. Giguère S, Weber EJ, Sanchez LC. Factors associated with outcome and gradual improvement in survival over time in 1065 equine neonates admitted to an intensive care unit. *Equine Vet J.* 2017;49(1): 45-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/evj.12536>
 11. Swain O'Fallon EA. Emergency Management of Equid Foals in the Field. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2021;37(2): 407-420. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.04.009>
 12. Bohlin A, Saegerman C, Hoeberg E, Sånge A, Nostell K, Durie I, et al. Evaluation of the foal survival score in a Danish-Swedish population of neonatal foals upon hospital admission. *J Vet Intern Med.* 2019;33(3): 1507-1513. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jvim.15487>
 13. Castagnetti C, Veronesi MC. Prognostic factors in the sick neonatal foal. *Vet Res Commun.* 2008;32(Suppl 1): S87-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11259-008-9097-z>
 14. Rohrbach BW, Buchanan BR, Drake JM, Andrews FM, Bain FT, Byars DT, et al. Use of a multivariable model to estimate the probability of discharge in hospitalized foals that are 7 days of age or less. *J Am Vet Med Assoc.* 2006;228(11): 1748-1756. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/javma.228.11.1748>
 15. Bedenice D, Avila B, Paradis MR. Comparative evaluation of clinical findings and prognostic outcome parameters in hospitalized, critically ill neonatal foals and crias. *J Vet Emerg Crit Care.* 2021;31(5): 619-628. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/vec.13093>
 16. Dos Santos RS, Corrêa MN, De Araújo LO, Pazinato FM, Feijó LS, Curcio BR, et al. Avaliação hematológica e hemogasométrica de potros nascidos de éguas com placentite ascendente. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2017;69(1): 48-56. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8565>
 17. Abraham M, Bauquier J. Causes of equine perinatal mortality. *Vet J.* 2021;273: 105675. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105675>
 18. Carr EA. Field Triage of the Neonatal Foal. *Vet Clin Nor Ame Equine Pract.* 2014;30(2): 283-300. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2014.05.001>
 19. Magdesian KG. Neonatology. En: *Equine Emergencies: Treatment and Procedures.* 4ª ed. Elsevier; 2014. p. 528-564. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-4557-0892-5.00031-3>
 20. Stoneham S. Foal Nursing. En: Coumbe K (ed.), *Equine Veterinary Nursing.* 2ª ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2012. p. 286-302.
 21. Vengust M. Hypercapnic respiratory acidosis: A protective or harmful strategy for critically ill newborn foals? *Can J Vet Res.* 2012;76(4): 275-280. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3460606/>
 22. Graßl M, Ulrich T, Wehrend A. Inzidenz und Letalität häufiger neonataler Erkrankungen beim Fohlen während der ersten 10 Tage post natum in einer Veterinärklinik. *Tierarztl Prax Ausgabe G Grosstiere Nutztiere.* 2017;45(6): 357-361. Disponible en: <https://doi.org/10.15653/TPG-161102>
 23. Hoffman AM, Staempfli HR, Willan A. Prognostic variables for survival of neonatal foals under intensive

- care. *J Vet Intern Med.* 1992;6(2): 89-95. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1992.tb03157.x>
24. Furr M, Tinker MK, Edens L. Prognosis for neonatal foals in an intensive care unit. *J Vet Intern Med.* 1997;11(3): 183-188. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1997.tb00088.x>
 25. Corley KTT, Donaldson LL, Furr MO. Arterial lactate concentration, hospital survival, sepsis and SIRS in critically ill neonatal foals. *Equine Vet J.* 2005;37(1): 53-59. Disponible en: <https://doi.org/10.2746/0425164054406856>
 26. Saulez MN, Gummow B, Slovis NM, Byars TD, Frazer M, Macgillivray K, et al. Admission clinicopathological data, length of stay, cost and mortality in an equine neonatal intensive care unit. *J S Afr Vet Assoc.* 2007;78(3): 153-157. Disponible en: <https://doi.org/10.4102/jsava.v78i3.308>
 27. Borchers A, Wilkins PA, Marsh PM, Axon JE, Read J, Castagnetti C, et al. Association of admission L-lactate concentration in hospitalised equine neonates with presenting complaint, periparturient events, clinical diagnosis and outcome: a prospective multicentre study. *Equine Vet J.* 2012;44(Suppl 41): 57-63. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00509.x>
 28. Viu J, Armengou L, Ríos J, Cesarini C, Jose-Cunilleras E. Acid base imbalances in ill neonatal foals and their association with survival. *Equine Vet J.* 2017;49(1): 51-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/evj.12542>
 29. Watson R. Care of the recumbent neonatal foal. *Equine Heal.* 2019;2019(45): 29-31.
 30. Hurcombe SDA, Toribio RE, Slovis N, Kohn CW, Refsal K, Saville W, et al. Blood arginine vasopressin, adrenocorticotropin hormone, and cortisol concentrations at admission in septic and critically ill foals and their association with survival. *J Vet Intern Med.* 2008;22(3): 639-647. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0090.x>
 31. Hurcombe SDA, Toribio RE, Slovis NM, Saville WJ, Mudge MC, MacGillivray K, et al. Calcium regulating hormones and serum calcium and magnesium concentrations in septic and critically ill foals and their association with survival. *J Vet Intern Med.* 2009;23(2): 335-343. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2009.0275.x>
 32. Barsnick RJIM, Hurcombe SDA, Smith PA, Slovis NM, Sprayberry KA, Saville WJA, et al. Insulin, Glucagon, and Leptin in Critically Ill Foals. *J Vet Intern Med.* 2011;25(1): 123-131. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0636.x>
 33. Lyle-Dugas J, Giguère S, Mallicote MF, Mackay RJ, Sanchez LC. Factors associated with outcome in 94 hospitalised foals diagnosed with neonatal encephalopathy. *Equine Vet J.* 2015;49(2): 207-210. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/evj.12553>
 34. Smith BP. *Medicina interna de grandes animales.* 4ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010.
 35. Corley K, Stephen J. *The Equine Hospital Manual.* United Kingdom: Blackwell Publishing; 2008.
 36. Klein B. *Cunningham-Fisiología veterinaria.* Madrid: Elsevier; 2014.
 37. Paradise M. *Equine Neonatal Medicine: A Case-Based Approach.* Philadelphia: Elsevier; 2006.
 38. Bernard WV, Barr BS. *Equine Pediatric Medicine.* 2ª ed. Lexington, Kentucky, USA: Taylor & Francis Group; 2018.
 39. Abenia JF, Conde T, Fondevila J. *La exploración clínica del caballo.* Zaragoza, España: Grupo Asis; 2011.
 40. Orsini J, Divers TJ. *Equine Emergencies-Treatment and Procedures.* 4ª ed. Canadá: Elsevier; 2014.
 41. Vitale V, Conte G, Baragli P, Jose-Cunilleras E, Sgorbini M. Heart rate variability in newborn foals and its association with illness: a pilot study. *Ital J Anim Sci.* 2021;20(1): 1829-1836. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1957724>
 42. Koterba A, Drummond W, Kosch P. *Equine Clinical Neonatology.* USA; 1990.
 43. Sánchez LC, Giguère S, Lester GD. Factors associated with survival of neonatal foals with bacteremia and racing performance of surviving Thoroughbreds: 423 Cases (1982-2007). *J Am Vet Med Assoc.* 2008;233(9): 1446-1452. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/javma.233.9.1446>
 44. Acworth NRJ. The healthy neonatal foal: routine examinations and preventive medicine. *Equine Vet Educ.* 2003;15(4): 207-211. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2003.tb00245.x>
 45. Reed S, Bayly W, Sellon D. *Equine Internal Medicine.* 3ª ed. St. Louis: Elsevier; 2010.