

Punto de atención de la prueba: la evaluación ultrasonográfica de yeguas no preñadas y con preñez temprana

Jeff M. Pérez, MVZ₁

Canadian Veterinary Hospital - الكندي البيطري المستشفى - Arab league Street and Jelaiah, P.O. Box 209341, Doha, Qatar.

Recibido: 15 de septiembre del 2016

Aprobado: 4 de octubre del 2018

***Autor de correspondencia:** Jeff M. Pérez, Arab league Street and Jelaiah, Doha, Qatar, P.O. Box 209341, E-mail: Jeff.mp@outlook.com

Cómo citar este artículo: Pérez JM. Punto de atención de la prueba: la evaluación ultrasonográfica de yeguas no preñadas y con preñez temprana. *Spei Domus*. 2016;12(25):1-8. doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2016.02.04>

Resumen. *Introducción:* la evaluación ultrasonográfica del tracto reproductivo en las yeguas es uno de los procedimientos más confiables en la actualidad para el diagnóstico y monitoreo de la preñez. Esta herramienta tiene la capacidad de predecir el impacto potencial que algunas enfermedades generan en la calidad y salud reproductiva de las yeguas. *Objetivo:* describir una aproximación apropiada para reconocer los puntos de atención de la prueba en la evaluación ultrasonográfica de yeguas preñadas y no preñadas. *Método de caracterización:* los puntos de atención de la prueba POC (Point-of-Care Testing) son una serie de criterios diseñados para proporcionar resultados rápidos, a la vez que permiten una relativa autonomía por el observador. *Discusión:* por definición, una prueba POC debe estar disponible para ser usada al lado del paciente y con la versatilidad de obtener resultados útiles para la toma de decisiones clínicas inmediatamente. *Conclusión:* la importancia del ultrasonido en la evaluación ginecológica y obstétrica de la yegua resalta la importancia de considerar los puntos de atención de la prueba en el examen ultrasonográfico del aparato reproductor de las yeguas.

Palabras claves: ultrasonido, yeguas, preñez, reproducción equina, punto de atención de la prueba.



Point-Of-Care Testing: The Ultrasonographic Evaluation of Non-Pregnant and Early Pregnant Mares

Abstract. *Introduction:* The ultrasonographic evaluation of the reproductive tract in mares is one of the most reliable procedures for the diagnosis and monitoring of pregnancy. This tool has the ability to predict the potential impact that some diseases have on the quality and reproductive health of mares. *Objective:* To describe an appropriate approach to recognize the points of care testing in the ultrasonographic evaluation of pregnant and non-pregnant mares. *Method of characterization:* The POC (Point-of-Care Testing) are a series of criteria designed to provide quick results allowing a relative autonomy by the observer. *Discussion:* By definition, a POC test must be available for use by the patient and with the versatility of obtaining useful results for clinical decision making immediately. *Conclusion:* The importance of ultrasound in the gynecological and obstetric evaluation of the mare, highlights the importance of considering the points of attention of the test in the ultrasonographic examination of the reproductive system of the mares.

Key words: ultrasound, mares, pregnancy, equine reproduction, point of care testing.

Parâmetros do teste *point-of-care*: a avaliação ultrassonográfica de éguas não gestantes e com gestação precoce

Resumo. *Introdução:* a avaliação ultrassonográfica do trato reprodutivo nas éguas é um dos procedimentos mais confiáveis na atualidade para o diagnóstico e monitoramento da gestação. Essa ferramenta é capaz de prever o potencial impacto que algumas doenças geram na qualidade e na saúde reprodutiva das éguas. *Objetivo:* descrever uma aproximação apropriada para reconhecer os parâmetros do teste na avaliação ultrassonográfica de éguas gestantes e vazias. *Método de caracterização:* os parâmetros do *Point-of-Care Testing* são uma série de critérios desenvolvidos para proporcionar resultados rápidos e que também permitam uma relativa autonomia ao observador. *Discussão:* por definição, um teste POCT deve estar disponível para ser usado ao lado do paciente e com a versatilidade de obter resultados úteis para tomar decisões clínicas imediatamente. *Conclusão:* a importância do ultrassom na avaliação ginecológica e obstétrica da égua ressalta a relevância de considerar os parâmetros do teste no exame ultrassonográfico do sistema reprodutivo das éguas.

Palavras-chave: ultrassom, éguas, gestação, reprodução equina, *point-of-care testing*.

Introducción

La evaluación ultrasonográfica del tracto reproductivo en yeguas se ha convertido en uno de los procedimientos más confiables en la actualidad para el diagnóstico y monitoreo de la preñez [1-3]. Esta herramienta permite la evaluación temprana de los cuerpos lúteos, la ausencia o presencia de edema uterino para su correcta interpretación, el monitoreo de la viabilidad de la preñez y la detección de la pérdida del embrión [4-6]; así como el monitoreo del ciclo reproductivo [6], la detección de alteraciones en los ovarios [4] y en el útero [7,8]. La ecografía reproductiva recientemente ha demostrado la capacidad de predecir el impacto potencial que algunas enfermedades generan en la calidad y la salud reproductiva de las yeguas.

Los puntos de atención de la prueba (POC) son una serie de criterios diseñados para proporcionar resultados rápidos, y, a pesar de que requieren un conocimiento previo y experiencia con la técnica usada, seguir estos criterios otorga relativa autonomía al médico que realiza la evaluación y disminuye la variabilidad intra e inter-observacional [9]. Por definición, una prueba con POC debe estar disponible para usar al lado del paciente, y con la posibilidad de obtener resultados útiles para la toma de decisiones clínicas inmediatamente [10]. Sin embargo, la característica más importante de las pruebas con POC es que eventualmente podrán ser usadas por veterinarios con un previo entrenamiento básico y conocimiento de los protocolos a seguir, en situaciones con prioridad para la toma de decisiones o que requieran interconsulta [11].

Tradicionalmente, los procedimientos diagnósticos ultrasonográficos se realizaban con personal especializado y en centros de referencia. En muchos casos, no se disponía de información suficiente y necesaria para la toma de decisiones y, frecuentemente, la emisión de los resultados era demorada, lo que resultaba una limitante de la ultrasonografía en la evaluación ginecológica y obstétrica de yeguas y ganado. Así, la incorporación de los POC permite mayor simplicidad y estandarización, en la medida en que se utilizan equipos de ultrasonido de última generación [12], de modo que se ofrece un uso racional y eficiente de estos recursos, si se tiene en cuenta la relación costo-beneficio relacionada con estos equipos [13]. Finalmente, como resultado de la obtención sistemática y estandarizada de variables con utilidad diagnóstica que mantienen la calidad y confiabilidad de la prueba, la utilización de los POC en el diagnóstico ha sido un éxito en los campos de la medicina y la medicina veterinaria [12,13].

Para un exitoso examen ultrasonográfico del aparato reproductor de las yeguas, durante la evaluación ginecológica y obstétrica, es fundamental tener en cuenta los puntos de atención de la prueba (ver tabla 1). El objetivo de este artículo es describir una aproximación apropiada de los puntos de atención de la prueba en la evaluación ultrasonográfica de yeguas preñadas y no preñadas, y no la descripción de las características ultrasonográficas del aparato reproductor de la yegua; para esto se invita a los lectores a consultar revisiones del tema [14-16].

Tabla 1. Punto de atención de la prueba en la evaluación ultrasonográfica de la yegua no preñada y con preñez temprana

POC	Yeguas no preñadas	Yeguas con preñez temprana	Referencia bibliográfica
Disminución variabilidad intra-observacional	†	‡	(Hampton, 2016) (12)*
Reconocimiento e interpretación de folículos	†	‡	(Cuervo-Arango, 2013) (6)*
Caracterización y correlación del edema uterino	†	‡	(Ginther, 2014) (5)*
Evaluación de lugar común de implantación	†	‡	(Sharma, 2010) (30)*
Reconocimiento de quistes uterinos	†	‡	(Paolucci, 2012) (19)*
Reconocimiento e interpretación de cuerpo lúteo	†	‡	(Weber, 2001) (24)*
Caracterización de VTV* >25 días	†	‡	(Vanderwall, 2000) (32)*

*VTV: Vesícula Trofoblástica Vacía

Fuente: elaboración propia

Síntesis y discusión

Técnica en yeguas no preñadas

Es recomendable que la evaluación ultrasonográfica se realice después de la palpación rectal, debido a que se debe retirar la materia fecal y evaluar la presencia de sangrado durante la palpación; además es siempre necesario correlacionar la palpación y las imágenes obtenidas por ecografía, para tener una aproximación clínica adecuada [17]. Una vez terminada la palpación rectal, se debe lubricar la sonda o el guante, introducirla por el recto y, entre 25 a 35 cm adelante, se pueden realizar los cortes ecográficos.

La evaluación sistemática del tracto reproductivo debe realizarse siempre de la misma manera, disminuyendo así, la variabilidad intra-observacional [1]. Inicialmente debe localizarse el útero en un corte transversal del órgano. La sonda debe moverse desde la base hasta el cuerno derecho y, posteriormente, realizar el mismo procedimiento con el cuerno uterino contra-lateral [3]. Preferiblemente, la sonda debe sostenerse en un ángulo de 30 a 45 grados en estas primeras vistas, de tal manera que la porción terminal de la sonda quede más abajo que la base de la sonda [18]. De esta manera, al mantener el útero sostenido entre la sonda y la pelvis, se facilita su evaluación gracias a que esto actúa como un método de sujeción.

Después de la evaluación del útero y sus cuernos, el desplazamiento de la sonda debe permitir la visualización del ovario ipso-lateral. Es recomendable que una vez evaluado un ovario, se siga la anatomía del cuerno uterino correspondiente hasta la bifurcación, para después ascender por el cuerno ipso-lateral hasta ubicar el otro ovario para su examen [18]. Finalmente, se debe evaluar el útero en un corte longitudinal.

Una ventaja de POC en yeguas no preñadas durante la evaluación ultrasonográfica es disminuir la variabilidad intra-observacional; esta se puede evitar al estandarizar la técnica y seguir el mismo protocolo para la obtención de los diferentes cortes ecográficos de cada estructura. Para alcanzar estos estándares es preciso que el tracto reproductivo sea examinado en su totalidad con un único movimiento continuo, que evite la pérdidas momentáneas de la imagen, ya que en esos casos pueden pasar inadvertidas vesículas embrionarias

pequeñas o regiones lesionadas con características difusas o poco evidentes, que son necesarias para una buena interpretación y diagnóstico [19].

Interpretación de la evaluación ultrasonográfica en yeguas no preñadas

Las características ecográficas del ovario dependen del estado actual del ciclo reproductivo. Rutinariamente, la presentación de ovarios con folículos de diferente tamaño, ovulación reciente, cuerpos hemorrágicos, cuerpos lúteos y regresión de cuerpos *albicans* son las estructuras que se deben asociar a los días respectivos del ciclo estral, para interpretar la fisiología reproductiva normal de la yegua [16, 20, 21]. Los folículos son estructuras que contienen líquido, que dan la característica anecogénica, con un borde ecogénico de diferente ecotextura a la del ovario, y distalmente a esta estructura se crea un fenómeno conocido como “mejora acústica” [22, 23].

La ovulación se detecta principalmente por la ausencia del folículo grande, que está presente durante el periodo del estro. Después de la ovulación, el folículo se llena con sangre, dando origen al cuerpo hemorrágico. Esta estructura se detecta como una imagen difusa y homogénea, que no genera sombra acústica y tampoco es hiperecogénica, cuando se compara con la ecogenicidad del ovario [24]. El cuerpo hemorrágico toma entre 2 a 5 días para madurar y convertirse en un cuerpo lúteo, este último caracterizado por su apariencia ultrasonográfica hiperecogénica con respecto al ovario, y en ocasiones puede crear sombra acústica.

El POC de la evaluación ultrasonográfica del ovario en yeguas no preñadas es el reconocimiento de estas estructuras anatómicas; su correlación con la etapa del ciclo estral y la interpretación de distintas situaciones especiales de cada animal. Sin embargo, la diferenciación de condiciones patológicas del ovario, como folículos anovulatorios, atrofia del ovario, folículos persistentes y la detección de la ausencia o presencia de estructuras quísticas en el ovario son otros POC, que deben tenerse en cuenta durante la evaluación ultrasonográfica.

Con frecuencia es fácil reconocer los folículos anovulatorios debido a que generan numerosas hebras en la cavidad del folículo, y algunas veces pueden estar llenos con material hiperecogénico difuso [2]. Otras alteraciones ováricas encontradas con frecuencia son los tumores ováricos [4]; se

ha reportado que los tumores de células de la capa granulosa son los más prevalentes [16]. Estos tumores se reconocen ecográficamente como grandes estructuras multiquísticas, con un ovario pequeño e inactivo en la localización contralateral (14).

Las características ultrasonográficas del útero se interpretan según el periodo del ciclo reproductivo y el momento en que se realiza la ecografía, pero cabe recordar que el análisis debe hacerse correlacionando la palpación rectal con los hallazgos en ecografía. En ocasiones existen algunas variaciones que deben tenerse en cuenta para evitar diagnósticos equivocados. Durante el estro, las yeguas tienen el útero edematoso y con una pequeña cantidad de líquido libre presente dentro del lumen, sin embargo, esta característica no siempre está presente y es dependiente del día, la edad, las condiciones de salud del animal y los estímulos externos [14].

Este líquido es reconocido con más facilidad en un corte transversal del órgano, tal y como se describió previamente. Esta característica es un factor indicador de la actividad hormonal y el POC de la evaluación del útero se debe concentrar en la caracterización del edema uterino. Esto indica que la concentración de estrógenos está elevada en presencia de bajos niveles de progesterona [16]. El edema se incrementa durante el estro al igual que los estrógenos y llega a su pico máximo aproximadamente un día antes de la ovulación. Consecuentemente, este grado de edema puede usarse como un indicador del momento ideal para realizar la inseminación o monta, o como elemento para el pronóstico de la ovulación [21]. Sin embargo, es necesario aclarar que en algunas ocasiones el edema puede ser excesivo o prolongado, y en estos casos se debe sospechar de inflamación uterina [25]. El útero en diestro es estimulado por niveles elevados de progesterona y tiene una apariencia tubular y homogénea en toda su extensión, sin edema o líquido libre. La presencia de líquido libre durante el diestro es sugerente de inflamación o infección [16].

Evaluación ultrasonográfica de la yegua preñada

Previamente se ha justificado la utilidad del ultrasonido en yeguas y su valor para el diagnóstico de la preñez [5,20]. Por su parte, el ultrasonido permite la detección temprana y el manejo de gestaciones gemelares; la evaluación del cuerpo lúteo; el

monitoreo de la viabilidad de la preñez y la detección de un aborto temprano [26-28]. Inicialmente, las recomendaciones y procedimientos previos a la evaluación ultrasonográfica de la yegua preñada son los mismos que en las yeguas no preñadas, y las necesidades de la evaluación de las primeras, aparentemente no se deberían modificar.

Para disminuir la variabilidad intra-observacional el útero debe evaluarse en un movimiento continuo, siguiendo la distribución anatómica de las estructuras en la pelvis. El POC inicial de la evaluación de yeguas preñadas es la ubicación y evaluación del lugar más común de implante de embriones solitarios o embriones gemelos [6, 18, 23, 29]. Este lugar es la porción caudal del cuerpo del útero adyacente al cérvix [6,19]. Sin embargo, pocas investigaciones han determinado la frecuencia de implantación, y la metodología de la evaluación inicial de la yegua preñada, aún debe de ser estandarizada en futuras investigaciones. Por otro lado, aún se desconocen los factores que influyen para determinar la frecuencia de evaluaciones subsecuentes, para realizar controles gestacionales.

Técnica en yeguas con preñez temprana

Las yeguas deben estar adecuadamente inmovilizadas para garantizar la seguridad del animal, del personal y de los equipos. La evaluación ultrasonográfica se realiza después de la palpación rectal para evaluar el tamaño y el tono del útero, así como el tono cervical. Como se ha recomendado antes, la evaluación ultrasonográfica debe realizarse de una manera sistemática. Es probable que, si no se sigue la evaluación estandarizada, se pueden perder de vista con facilidad embriones pequeños. Es recomendable que las imágenes de todas las estructuras importantes sean archivadas para futuras evaluaciones, comparación o mediciones *off-line*. Finalmente, debe aclararse que la evaluación ultrasonográfica no debe interpretarse de forma aislada y es necesario considerar toda la información posible y disponible de la yegua.

Interpretación de la evaluación ultrasonográfica en yeguas preñadas

Una vesícula embrionaria se puede detectar alrededor de los diez a doce días después de la ovulación [6]. La evaluación rutinaria de la preñez se hace frecuentemente entre los doce a dieciséis

días post-ovulación. Una evaluación ultrasonográfica antes de los dieciséis días post-ovulación posiblemente puede ser útil en la identificación y el manejo adecuado de la preñez gemelar. Sin embargo, esta herramienta también puede ser útil en la detección de problemas asociados con la preñez antes de los 16 días, pero no antes que diez días postovulación [30].

El POC en yeguas sin preñez confirmada, pero que serán reproductoras, consiste en la identificación, medición y localización de quistes uterinos, antes de cruzar la yegua. Debido a que los quistes que no crecen rápidamente y no se mueven dentro del útero, se pueden reportar y así generar un impacto directo en la posibilidad de diferenciación de estos quistes y las vesículas embrionarias; condición que en ocasiones demanda la intervención de un experto para su diferenciación [29, 31]. El mejor indicador para confirmar la diferenciación después de los 50 días es la detección de latidos cardiacos fetales. Los embriones de los equinos migran a través del útero hasta el día 16 o 17 y durante este periodo de fijación, inician un crecimiento en su diámetro aproximadamente de 3 a 5 milímetros por día [6]. Así, el reconocimiento de quistes uterinos de forma temprana, reduce la posibilidad de tomar acciones erróneas si se confunde con un embrión en proceso de implantación.

Es importante tener en cuenta la edad y número de partos de la yegua. Para animales que han tenido muchos partos, es conveniente realizar una evaluación ultrasonográfica más rigurosa, debido a la frecuente presentación de úteros laxos. Cuando el tejido de sostén del útero ha sido sometido a grandes tensiones durante una larga vida reproductiva, puede ocurrir que el útero descienda hasta el arco pélvico, y esto hace más difícil la evaluación ultrasonográfica. Se recomienda evaluar la región más dependiente del útero, para mejorar la detección de preñez temprana en estas yeguas.

La evaluación de los ovarios es otro POC y determina la presencia y las características del cuerpo lúteo. Las características del cuerpo lúteo encontradas son de importancia crítica, debido a que junto con la evaluación de edema en el útero, tiene un gran valor durante la primera evaluación de la preñez (32). Hasta este momento, debe encontrarse un cuerpo lúteo sin la presencia de edema uterino (16). La ausencia de cuerpo lúteo y la presencia de edema uterino en una yegua con vesículas embrionarias confirmadas, indica que la yegua está

regresando a un estro, y sugiere que la preñez está en riesgo (14, 16). Es recomendable que a este nivel se confirme el estado funcional del cuerpo lúteo mediante mediciones de los niveles de progesterona en sangre; especialmente cuando se observa en la ecografía un cuerpo lúteo pequeño durante una preñez confirmada. Los cuerpos lúteos accesorios se pueden identificar en yeguas preñadas después de los 45 a 60 días de gestación. Estos tienen las mismas características que el cuerpo lúteo dominante. Muchos de estos pueden estar en cada ovario, lo que se considera como un factor determinante en la toma de decisiones para suplementar a las yeguas con progesterona exógena [2, 33].

Se recomienda realizar el seguimiento ultrasonográfico de rutina, entre los días 25 y 35 postovulación para confirmar que la gestación continúa y existen latidos cardiacos fetales. A este nivel se puede reconfirmar la ausencia de gestación gemelar. Las vesículas trofoblásticas vacías (VTV) sugieren la presencia de una vesícula sin un embrión propiamente conformado. Normalmente, un embrión que se convertirá en un VTV muestra un crecimiento normal hasta los días 11 a 16 [6, 29]. Un POC importante a este nivel es el reconocimiento de un VTV mediante ultrasonografía. Estos se caracterizan por ser vesículas estáticas e irregulares, con estructura embrionaria, pero sin embrión después de los 24 a 25 días de gestación.

Conclusión

Se recomienda implementar, siempre que sea posible, la misma técnica de evaluación con todas las yeguas que demanden un estudio ultrasonográfico del tracto reproductivo. Esto permite disminuir sustancialmente la variabilidad intraobservacional y aumenta la experiencia del operador en menor tiempo. A pesar de que es recomendable fijarse detenidamente y con mayor profundidad en los puntos de atención de la prueba, estos indicadores siempre deben ser interpretados de manera conjunta con otras herramientas y evitar su interpretación aislada.

Algunas variables importantes como los niveles plasmáticos de las diferentes hormonas, la información clínica pasada y actual de la yegua, y la fisiología reproductiva normal en esta especie, se deben tener en cuenta durante la evaluación ecográfica. Finalmente, más que la descripción de las

características ecográficas del aparato reproductor de la yegua, este documento pretende fomentar la estandarización de la técnica, enfocada en sus puntos de cuidado, durante la evaluación de cada estructura, para mejorar la aproximación global y aumentar los beneficios sobre el costo de la herramienta y, de esta manera, crear mayores probabilidades de éxito productivo y reproductivo de las yeguas evaluadas. Sin embargo, aún son necesarias más investigaciones para reconocer algunas particularidades que todavía no tienen suficiente soporte científico.

Referencias

- [1] Allen WE, Goddard PJ. Serial investigations of early pregnancy in pony mares using real time ultrasound scanning. *Equine Vet J*. 1984 Nov; 16(6):509-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1984.tb02002.x>
- [2] Diel de Amorim M, Nairn D, Manning S, Dedden I, Ripley E, Nielsen K, Card C. Evaluation of diagnostic utility, safety considerations, and effect on fertility of transvaginal ultrasound-guided ovarian biopsy in mares. *Theriogenology*. 2016 Apr 1; 85(6):1030-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.11.013>
- [3] Kotoyori Y, Yokoo N, Ito K, Murase H, Sato F, Kurosue K, Nambo Y. Three-dimensional ultrasound imaging of the equine fetus. *Theriogenology*. 2012 Apr 15; 77(7):1480-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.020>
- [4] Ramirez S, Sedrish SA, Paccamonti DL, French DD. Ultrasound as an aid for diagnosis of ovarian abscesses in two mares. *Vet Radiol Ultrasound*. 1999 Mar-Apr; 40(2):165-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1999.tb01903.x>
- [5] Ginther OJ. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology* 2014 Jan 1; 81(1):112-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.007>
- [6] Cuervo-Arango J, Newcombe JR. Ultrasound confirmation of ovulation in mares: a normal corpus luteum or a haemorrhagic anovulatory follicle? *Reprod Domest Anim*. 2013 Feb; 48(1):105-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02039.x>
- [7] Cross DT, Ginther OJ. Uterine contractions in nonpregnant and early pregnant mares and jennies as determined by ultrasonography. *J Anim Sci* 1988 Jan; 66(1):250-4. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas1988.661250x>
- [8] Ousey JC, Kolling M, Newton R, Wright M, Allen WR. Uterine haemodynamics in young and aged pregnant mares measured using Doppler ultrasonography. *Equine Vet J Suppl*. 2012 Feb(41):15-21.
- [9] van Staa TP, Dyson L, McCann G, Padmanabhan S, Belatri R, Goldacre B, Cassell J, Pirmohamed M, Torgerson D, Ronaldson S, Adamson J, Taweel A, Delaney B, Mahmood S, Baracaia S, Round T, Fox R, Hunter T, Gulliford M, Smeeth L. The opportunities and challenges of pragmatic point-of-care randomised trials using routinely collected electronic records: evaluations of two exemplar trials. *Health technology assessment (Winchester, England)*. 2014 Jul; 18(43):1-146. Disponible en: <https://doi.org/10.3310/hta18430>
- [10] Price CP. Point of care testing. *BMJ (Clinical research ed)* 2001 May 26; 322(7297):1285-8 Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7297.1285>
- [11] Yager P, Domingo GJ, Gerdes J. Point-of-care diagnostics for global health. *Annu Rev Biomed Eng.* 2008; 10:107-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.10.061807.160524>
- [12] Hampton KK, Vasios WN, 3rd, Loos PE. SOLCUS: Update On Point-of-Care Ultrasound In Special Operations Medicine. *J Spec Oper Med*. 2016 Spring; 16(1):58-61.
- [13] St John A, Price CP. Economic Evidence and Point-of-Care Testing. *Clin Biochem Rev*. 2013 Aug; 34(2):61-74.
- [14] Samper JC. *Equine breeding management and artificial insemination*: Elsevier Health Sciences; 2009.
- [15] Ginther O, Utt MD. Doppler ultrasound in equine reproduction: principles, techniques, and potential. *J Equine Vet Sci*. 2004; 24(12):516-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2004.11.005>
- [16] Pycock J, Samper JC, McKinnon AO. *Current therapy in equine reproduction*: Elsevier Health Sciences; 2006.
- [17] Schonbom H, Kassens A, Hopster-Iversen C, Klewitz J, Piechotta M, Martinsson G, Kießler A, Burger D, Sieme H. Influence of transrectal and transabdominal ultrasound examination on salivary cortisol, heart rate, and heart rate variability in mares. *Theriogenology*. 2015 Mar 1; 83(4):749-56. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.11.010>
- [18] Hendriks WK, Colenbrander B, van der Weijden GC, Stout TA. Maternal age and parity influence ultrasonographic measurements of fetal growth in Dutch Warmblood mares. *Anim Reprod Sci*. 2009 Oct; 115(1-4):110-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.014>

- [19] Paolucci M, Palombi C, Sylla L, Stradaioli G, Monaci M. Ultrasonographic features of the mule embryo, fetus and fetal-placental unit. *Theriogenology*. 2012 Jan 15;77(2):240-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.030>
- [20] Vogelsang MM, Vogelsang SG, Lindsey BR, Massey JM. Reproductive performance in mares subjected to examination by diagnostic ultrasound. *Theriogenology*. 1989 Jul; 32(1):95-103. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(89\)90525-6](https://doi.org/10.1016/0093-691X(89)90525-6)
- [21] Maclellan LJ, Carnevale EM, Coutinho da Silva MA, Scoggin CF, Bruemmer JE, Squires EL. Pregnancies from vitrified equine oocytes collected from super-stimulated and non-stimulated mares. *Theriogenology*. 2002 Sep; 58(5):911-9. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00920-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00920-2)
- [22] Gastal EL, Kot K, Ginther OJ. Ultrasound-guided intrafollicular treatment in mares. *Theriogenology*. 1995 Nov; 44(7):1027-37. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00289-K](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00289-K)
- [23] Raggio I, Lefebvre RC, Poitras P, Vaillancourt D, Goff AK. Twin pregnancy experimental model for transvaginal ultrasound-guided twin reduction in mares. *Can Vet J*. 2008 Nov; 49(11):1093-8.
- [24] Weber JA, Causey RC, Emmans EE. Induction of luteolysis in mares by ultrasound-guided intraluteal treatment with PGF2alpha. *Theriogenology* 2001 Jun 1; 55(9):1769-76. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00519-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00519-2)
- [25] Vanderwall DK, Hyde KJ, Woods GL. Effect of repeated transvaginal ultrasound-guided follicle aspiration on fertility in mares. *J Am Vet Med Assoc*. 2006 Jan 15; 228(2):248-50. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/javma.228.2.248>
- [26] Ball BA. Embryonic loss in mares. Incidence, possible causes, and diagnostic considerations. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 1988 Aug; 4(2):263-90. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30641-7](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30641-7)
- [27] Schmidt AR, Williams MA, Carleton CL, Darien BJ, Derksen FJ. Evaluation of transabdominal ultrasound-guided amniocentesis in the late gestational mare. *Equine Vet J*. 1991 Jul; 23(4):261-5. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1991.tb03714.x>
- [28] Mari G, Iacono E, Merlo B, Castagnetti C. Reduction of twin pregnancy in the mare by transvaginal ultrasound-guided aspiration. *Reprod Domest Anim*. 2004 Dec; 39(6):434-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2004.00536.x>
- [29] Klewitz J, Krekeler N, Ortgies F, Heberling A, Linke C, Sieme H. Evaluation of pregnancy and foaling rates after reduction of twin pregnancy via transvaginal ultrasound-guided aspiration in mares. *J Am Vet Med Assoc*. 2013 Feb 15; 242(4):527-32. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/javma.242.4.527>
- [30] Sharma S, Davies Morel MC, Dhaliwal GS, Dardarwal D. The pattern of embryonic fixation and its relationship to pregnancy loss in thoroughbred mares. *Reprod Domest Anim*. 2010 Oct; 45(5):e61-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01523.x>
- [31] Rasbech NO, Koefoed-Johnsen HH, Holm G. [Pregnancy diagnosis in thoroughbred mares using radioimmunoassay (RIA), enzyme immunoassay (kit) and ultrasound echography (scanning)]. *Nord Vet Med*. 1986 Nov-Dec; 38(6):370-7.
- [32] Vanderwall DK, Squires EL, Brinsko SP, McCue PM. Diagnosis and management of abnormal embryonic development characterized by formation of an embryonic vesicle without an embryo in mares. *J Am Vet Med Assoc*. 2000 Jul 1;217(1):58-63.
- [33] Kelley D, LeBlanc MM, Warren LK, Mortensen CJ. Influence of L-arginine supplementation on reproductive blood flow and embryo recovery rates in mares. *Theriogenology*. 2014 Mar 15; 81(5):752-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.12.012>