



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

Índice

Resumen	1
<i>Abstract</i>	2
1. Introducción	3
1.1. Definición de criptórquido.....	3
1.2. Descenso testicular.....	3
1.3. Clasificación de las criptorquidias.....	3
1.4. Etiología	4
1.5. Consecuencias derivadas de la criptorquidia	5
1.6. Diagnóstico de la criptorquidia.....	6
1.7. Tratamientos quirúrgicos en criptórquidos	7
1.7.1. Cirugía convencional	8
1.7.2. Cirugía laparoscópica	8
2. Justificación y objetivos.....	9
3. Material y métodos	9
3.1. Revisión bibliográfica.....	9
3.2. Estudio retrospectivo de los criptórquidos abdominales intervenidos en el HVUZ por laparoscopia	10
4. Resultados y discusión	11
4.1. Revisión bibliográfica de la criptorquidectomía laparoscópica	11
4.2. Estudio retrospectivo de los caballos de los criptórquidos abdominales intervenidos en el HVUZ por laparoscopia	22
5. Conclusiones	31
6. <i>Conclusions</i>	31
7. Valoración personal.....	32
8. Agradecimientos	32
9. Referencias bibliográficas.....	33

Resumen

La criptorquidia es una patología habitual en los caballos que, debido a sus consecuencias, suele resolverse mediante cirugía, siendo la técnica de elección actual la criptorquidectomía laparoscópica.

El presente trabajo tiene como objetivo la revisión de la literatura científica disponible acerca de la criptorquidectomía laparoscópica en caballos, estudiando los diferentes protocolos y técnicas utilizadas por los distintos autores y en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (HVUZ), comparándolos y discutiéndolos con lo descrito en la bibliografía referenciada. Para cumplir estos objetivos, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre criptorquidectomía laparoscópica y se revisaron los historiales clínicos del HVUZ desde enero de 2005 hasta julio de 2020, seleccionando aquellos intervenidos por esta técnica.

Como resultado de la revisión bibliográfica, se ha evidenciado que se trata de la técnica de elección ante criptorquidias abdominales por su baja incidencia de complicaciones, reducir el tiempo de hospitalización y vuelta al trabajo y la falta de referencias de complicaciones por no utilizar antibioterapia posoperatoria, siendo quizás innecesaria, posiblemente, por tratarse de una intervención mínimamente invasiva. Además, puede realizarse de pie y permite localizar fácilmente el testículo.

Una vez realizado el estudio retrospectivo de todos los casos del HVUZ, entre los 18 con criptorquidia, 15 fueron incluidos, siendo la criptorquidectomía laparoscópica la técnica resolutoria en 13 de ellos. Ninguna de las escasas complicaciones registradas en el HVUZ fue grave ni estuvo relacionada con la intervención en sí misma, sino con los fármacos administrados y la colocación del catéter.

Comparando los protocolos aplicados en el HVUZ para esta técnica con la bibliografía estudiada, se observa una gran similitud en los protocolos quirúrgicos y resultados, hallándose las mayores diferencias en la farmacología y antibioterapia profiláctica perioperatoria.

Abstract

Cryptorchidism is a common pathology in horses that, due to its consequences, is usually resolved by surgery, being the laparoscopic cryptorchidectomy the current technique of choice.

The present work aims to review the scientific literature available on laparoscopic cryptorchidectomy in horses, studying the different protocols and techniques used by the different authors and at the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza (HVUZ), comparing and discussing them with what is described in the referenced bibliography.

To meet these objectives, a literature search on laparoscopic cryptorchidectomy was carried out and the clinical records of the HVUZ from January 2005 to July 2020 were reviewed, selecting those operated on by this technique.

As a result of the bibliographic review, it has been shown that it is the technique of choice for abdominal cryptorchidism due to its low incidence of complications, reducing the time of hospitalization and return to work and the lack of references to complications due to not using postoperative antibiotic therapy, being perhaps unnecessary, possibly, because of being a minimally invasive intervention. In addition, it can be done standing up and allows the testicle to be easily located.

Once the retrospective study of all HVUZ cases had been carried out, among the 18 cases with cryptorchidism, 15 were included, being the laparoscopic cryptorchidectomy the resolution technique in 13 of them. None of the few complications recorded in the HVUZ were serious or related to the intervention itself, but with the drugs administered and the placement of the catheter.

Comparing the protocols applied in the HVUZ for this technique with the literature studied, a great similarity is observed in the surgical protocols and results, finding the greatest differences in perioperative prophylactic pharmacology and antibiotic therapy.

1. Introducción

1.1. Definición de criptórquido

La criptorquidia es una patología habitual en los caballos que se define como el descenso incompleto de uno o ambos testículos hacia la cavidad escrotal, pudiendo hallarse criptórquidos unilaterales o bilaterales respectivamente (Hartman *et al.*, 2015). Este descenso debería producirse de manera fisiológica entorno al día 315 de gestación, aproximadamente unos 25 días antes del parto (Raś *et al.*, 2010).

Mientras que algunos potros nacen con los testículos descendidos, otros lo hacen con estos alojados en el canal inguinal o los sitúan en el mismo en los primeros 10 días tras el parto aproximadamente. Pasadas las 2 semanas, es muy infrecuente que se produzca el descenso de los testículos al reducirse de tamaño el anillo vaginal, siendo imposible hacerlos descender de forma quirúrgica, por lo que la única opción posible de resolución demostrada es la criptorquidectomía (Little and Holyoak, 1992).

1.2. Descenso testicular

Alrededor de los 5 meses de gestación, los testículos se sitúan en contacto con el riñón y el anillo inguinal. Al alcanzar los 7-10 meses, los testículos se atrofian hasta una décima parte de su tamaño y se acorta el *gubernaculum testis*. A su vez, el epidídimo y el ligamento de la cola del epidídimo de ambos testículos se expanden dilatando el anillo vaginal y el canal inguinal. Finalmente, a los 9-10 meses de gestación, el testículo entra en el canal inguinal dado el aumento de la presión intraabdominal, dilatación del anillo inguinal y contracción del *gubernaculum*, de forma que al nacimiento los testículos suelen encontrarse en este canal y el descenso no se completa hasta pasadas las primeras semanas de vida (Little and Holyoak, 1992; Searle *et al.*, 1999).

1.3. Clasificación de las criptorquidias

Los criptórquidos pueden clasificarse atendiendo a dos principales parámetros, siendo estos la localización en la que se encuentre el testículo afectado y las estructuras comprendidas (Cox, Edwards and Neal, 1979; Jäderkvist, 2013; Sassot *et al.*, 2017).

- En función de la localización en la que se encuentre el testículo:

- Abdominales: el testículo no ha llegado a atravesar ninguno de los anillos inguinales y se ha quedado alojado en la cavidad abdominal. En este caso, el fallo en el descenso testicular se produce por una incapacidad para iniciar y completar el descenso. Normalmente se encontrará el testículo cerca del anillo inguinal, aunque en algunos casos también ha podido encontrarse entre el riñón y la vejiga.
 - Inguinal: el testículo ha logrado atravesar el anillo inguinal interno, pasando al canal inguinal, pero no el externo, de forma que se queda en este canal.
 - Ectópico: el testículo, aún habiendo pasado a través de los anillos inguinales, se encuentra en una localización subcutánea no escrotal. Cuando esto ocurre, se está reflejando un problema en la migración del canal inguinal al escroto.
- Según las estructuras comprendidas:
 - Criptórquidos completos: se trata de aquellos casos en los que tanto el testículo como el epidídimo se ven atrapados en la cavidad abdominal.
 - Criptórquidos parciales: en este caso, tanto el testículo como la gran parte del epidídimo se encuentran en el abdomen, pero la cola del epidídimo y el conducto deferente se hallan en el canal inguinal.

1.4. Etiología

A día de hoy, sigue existiendo un cierto desconocimiento acerca de las causas que producen esta patología (Jäderkvist, 2013; Gardner *et al.*, 2017). Se han descrito varias teorías acerca de las causas de la criptorquidia en caballos, habiendo una similitud en la sospecha de una combinación de factores genéticos, hormonales y mecánicos (Mueller and Parks, 1999).

El descenso testicular parece verse afectado por parámetros físicos, tales como la presencia de adherencias a estructuras cercanas, *gubernáculum testis* de corto tamaño, área pequeña de los anillos inguinales o cierre de los mismos antes de tiempo, y genéticos, dado que existen razas en las que se encuentra una mayor o menor prevalencia de criptorquidias, aunque este último factor no ha sido demostrado (Mueller and Parks, 1999; Jäderkvist, 2013).

Aunque el fallo en el descenso testicular se produce con igual frecuencia en cada lado, parece existir una diferencia en la posición del testículo retenido en función del lado al que pertenece el mismo. De esta forma, los testículos izquierdos se encuentran alojados con mayor frecuencia en la cavidad abdominal (75,2%). En cuanto a los testículos derechos, suelen encontrarse en una posición inguinal (58,2%) (Marshall, Moorman and Moll, 2007).

1.5. Consecuencias derivadas de la criptorquidia

El hecho de que el animal padezca de criptorquidia, repercute en su vida y la del propietario de diversas formas:

- Dado que la temperatura necesaria para la espermatogénesis difiere de la corporal y la presencia del testículo en una posición anatómica distinta a la fisiológica provoca una alteración en la regulación de la temperatura, la fertilidad del animal se ve afectada por la destrucción de la línea germinal productora de espermatozoides. Esta afección será distinta en función del tipo de criptorquidia (Bosu, 1989; Raś *et al.*, 2010; Jäderkvist, 2013):
 - Criptórquidos unilaterales: no se producirá la infertilidad. El testículo alojado en la cavidad escrotal seguirá funcionando con normalidad gracias a los mecanismos de termorregulación.
 - Criptórquidos bilaterales: el caballo será infértil. La funcionalidad de ambos testículos se verá anulada.
- Al no producirse una inhibición en la función endocrina de los testículos retenidos, el carácter del animal seguirá siendo la propia de un macho entero, con sus derivadas dificultades de manejo y requerimientos especiales en la explotación (Moore *et al.*, 1978; Bosu, 1989). Este comportamiento viene dado principalmente por la producción de testosterona y otras hormonas esteroideas por parte de las células de Leydig (Jäderkvist, 2013).
- Se ha observado que es posible, aunque poco frecuente, la tumorización de los testículos afectados con el paso del tiempo. Por lo general, el tumor formado se trata de un teratoma, el cual se comporta en caballos como un tipo de tumor benigno de crecimiento lento formado por diversos tejidos ajenos al área en que se encuentra (Cribb and BourÉ, 2010; Pasolini *et al.*, 2016).

Por todas estas complicaciones, en especial por las dificultades de manejo que entrañan, la criptorquidia se trata quirúrgicamente. Actualmente, como técnica quirúrgica de elección para los criptórquidos abdominales se sitúa la laparoscópica frente a la convencional (Huppés, Stout and Ensink, 2017).

1.6. Diagnóstico de la criptorquidia

El diagnóstico de la criptorquidia se basa en los resultados de la exploración física y ecográfica del animal y, en algunos casos, los ensayos hormonales. Para determinar la localización del testículo retenido, se debe realizar una palpación de la región inguinal y del escroto, palpación rectal y hacer uso de la ecografía. Aunque la palpación rectal suele infravalorarse, en aquellos animales a los que se le realiza previamente a la intervención quirúrgica, según algunos autores, se obtiene un alto porcentaje de precisión en la localización del testículo retenido (Hartman *et al.*, 2015).

En cuanto a la ultrasonografía, la ecografía inguinal es de gran ayuda para el diagnóstico de los criptóquidos inguinales no diagnosticados mediante palpación, teniendo una gran efectividad, igual que la ecografía transrectal. Sin embargo, la ecografía no consigue diagnosticar todos los criptóquidos y puede ser de difícil interpretación debido al gas contenido en el intestino, siendo entonces necesaria para diagnosticarlos con éxito la combinación tanto de la clínica como de la ecografía y los exámenes hormonales, siendo estos últimos utilizados como el siguiente paso (Raś *et al.*, 2010). No obstante, Schambourg *et al.*, (2006) apuntan que con la ecografía de las regiones caudales abdominales e inguinales se pueden diagnosticar el 97,5% de los testículos criptóquidos, siendo, en la opinión de estos autores, innecesario el uso de la palpación transrectal y los estudios hormonales.

Dentro de los exámenes hormonales, hasta hace poco se analizaban principalmente las concentraciones de testosterona en sangre o suero. Esta medición puede hacerse con o sin estimulación de gonadotropina coriónica humana (hCG), en cuyo caso se analizaban estas concentraciones antes y tras la estimulación. Como datos aproximados, las concentraciones de testosterona alcanzan los 2,3 ng/ml en sementales normales, 0,68 ng/ml en criptóquidos y 0,15 ng/ml en castrados. Una vez administradas unas 6.000 UI de hCG, las concentraciones de los sospechosos de criptorquidia (0,68 ng/ml) aumentan a unos 1,05 ng/ml tras unos 60 minutos (Cox, 1975; Raś *et al.*, 2010).

Actualmente, el uso de la hormona antimulleriana (AMH) como biomarcador de la actividad gonadal ha ido ganando interés (Scarlet *et al.*, 2018). A la hora de analizarla en plasma, se debe tener en cuenta que con la maduración en la pubertad, los niveles de ésta se ven alterados, además de existir una variación en los niveles de la misma durante la temporada de reproducción fisiológica (Claes *et al.*, 2013) (Figuras 1,2 y 3). Aunque este último estudio únicamente incluye animales menores de 2 años, Scarlet *et al.*, (2018) muestra que se puede

utilizar la AMH para distinguir sementales con criptorquidia unilateral o desarrollo testicular anormal a los dos años.

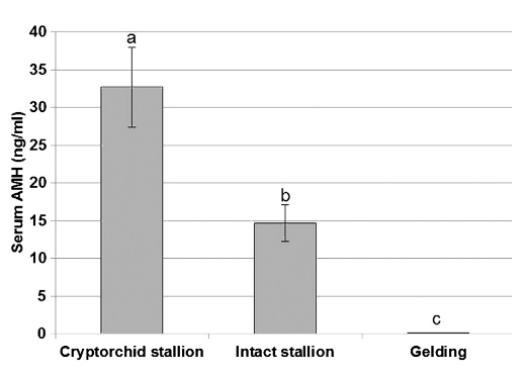


Figura 1. Concentraciones séricas de AMH en sementales criptóquidos, sementales intactos y caballos castrados (Claes *et al.*, 2013).

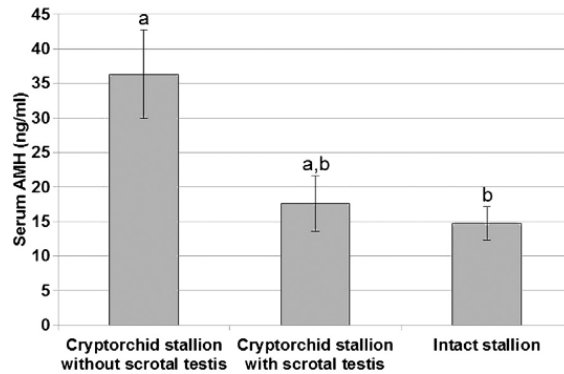


Figura 2. Concentraciones séricas de AMH en sementales criptóquidos sin testículo escrotal, sementales criptóquidos con testículos escrotales y sementales intactos (Claes *et al.*, 2013).

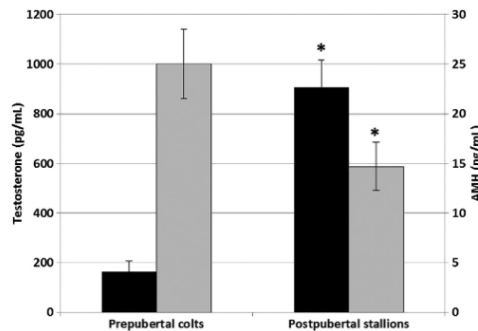


Figura 3. Concentraciones séricas de AMH (barra gris) y testosterona (barra negra) en potros prepuberales y caballos postpuberales (Claes *et al.*, 2013).

1.7. Tratamientos quirúrgicos en criptóquidos

Dentro de las diferentes técnicas de criptorquidectomía, cada una será más adecuada para un tipo de criptorquidia, por lo que la localización del testículo retenido influye en la elección de la técnica a emplear. De esta forma, habrá que conocer las distintas ventajas e inconvenientes de cada una para decidir el tratamiento a aplicar en cada paciente (Huppés, Stout and Ensink, 2017).

1.7.1. Cirugía convencional

Dentro de la cirugía convencional existen dos principales técnicas en función del abordaje utilizado (Moore *et al.*, 1978):

- Abordaje inguinal: esta técnica está indicada en criptórquidos inguinales y abdominales parciales. Para su realización, se procede a anestesiarse de forma general al animal y colocarlo en decúbito supino. Se realiza una incisión sobre el anillo inguinal externo, se disecciona de forma roma la fascia inguinal, se exterioriza el testículo, se clampa el cordón espermático y se procede a su emasculación el cordón testicular y cerrar la incisión (Huppés, Stout and Ensink, 2017). En aquellos criptórquidos completos intervenidos por esta técnica, se deberá suturar el anillo inguinal, que habrá sido previamente abierto, para evitar así la evisceración.
- Laparatomía: en función de la región anatómica donde se realice la incisión, se diferencian los abordajes:
 - Parainguinal (paramedial oblicua): se trata de un abordaje indicado tanto en criptórquidos inguinales como en abdominales. Como la anterior, requiere de anestesia general y colocar al animal en decúbito dorsal. En este caso, se incidirá en una situación craneomedial al anillo inguinal externo. Para ello, se debe explorar el anillo y realizar la incisión en la aponeurosis del músculo oblicuo abdominal externo 2 cm medial y paralela al anillo inguinal externo. Presenta la ventaja de que sólo hay una capa muscular que se corresponde con el músculo recto del abdomen.
 - Paramedial: indicado en criptórquidos bilaterales abdominales. Mediante una misma incisión se procede a la extracción de ambos testículos. En este caso, el inconveniente es la presencia de un mayor número de planos musculares.
 - Por el flanco: su mayor ventaja es la posibilidad de realizarlo en estación y se encuentra indicado en criptórquidos abdominales completos. En este abordaje, se deberá realizar una disección en rejilla de los diferentes planos musculares.

1.7.2. Cirugía laparoscópica

Consultar el apartado 3.1 en el que se presenta la revisión bibliográfica de este tipo de tratamiento de la criptorquidia.

2. Justificación y objetivos

La criptorquidia es una patología frecuente en caballos que acarrea una serie de dificultades, principalmente comportamentales, para el propietario. De esta forma, se hace necesario para el veterinario equino estar actualizado acerca de esta patología y sus diversas opciones de resolución.

Las técnicas laparoscópicas han ido adquiriendo un papel cada vez más relevante en los últimos años, siendo de gran ayuda en la clínica equina al permitir evitar en muchos casos las complicaciones derivadas de las anestесias generales.

Dadas estas premisas, los principales objetivos planteados para la realización de este trabajo fin de grado fueron:

- Revisar el estado actual de los conocimientos sobre la criptorquidectomía laparoscópica en caballos.
- Realizar un estudio retrospectivo de los criptóquidos equinos intervenidos mediante laparoscopia en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.

3. Material y métodos

3.1. Revisión bibliográfica

Para alcanzar el primer objetivo, se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica disponible acerca de la criptorquidia en équidos, prestando especial atención al tratamiento por laparoscopia. Dentro de la misma, se incluyeron tanto en castellano como en inglés, libros de editoriales científicas reconocidas y artículos científicos recogidos en bases de datos tales como PubMed, Web of Science y ScienceDirect. Para hallar tal información, se hizo uso de motores de búsqueda como Alcorze o Google Scholar y se utilizaron combinaciones booleanas de palabras clave como “horse”, “equine”, “laparoscopic”, “laparoscopy”, “cryptorchid”, “cryptorchidism” y “cryptorchidectomy”.

Aquellos artículos con descripción de casos publicados en una fecha anterior a 1997 fueron excluidos.

Todas las referencias bibliográficas incluidas en este trabajo fin de grado se procesaron con el gestor bibliográfico Mendeley.

3.2. Estudio retrospectivo de los criptórquidos abdominales intervenidos en el HVUZ por laparoscopia

Para realizar este estudio retrospectivo, se revisaron los historiales de los caballos intervenidos en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (HVUZ) de criptorquidectomía desde enero de 2005 hasta julio de 2020, quedando reflejados así todos los animales criptórquidos intervenidos en la sección de grandes animales del HVUZ desde la apertura de esta sección en enero de 2005 hasta dicha fecha.

Los datos de interés para la realización de este estudio fueron recogidos a partir de las fichas clínicas e incluyeron la raza, sintomatología, historial previo de castración o intento de la misma en caso de haber existido, método de diagnóstico utilizado, localización de los testículos tanto no descendidos como de los descendidos en caso de presentar ambos testículos, técnica o técnicas quirúrgicas realizadas, duración de la intervención, tipo de anestesia utilizada, tiempo de recuperación postoperatoria del paciente, complicaciones sufridas durante la estancia del mismo en el HVUZ, farmacología utilizada antes, durante y tras la intervención y tratamientos recibidos tras la intervención. Además, dado el tipo de intervención, en el historial clínico se dispuso de archivos de vídeo y fotografías, siendo otra herramienta de apoyo para una mejor comprensión de los casos y la técnica en sí. Toda esta información fue recopilada en formato Excel para su posterior uso en la estadística descriptiva.

Para la descripción de las variables cualitativas se utilizaron frecuencias relativas en porcentajes. Para aquellas variables de carácter cuantitativo se usaron la media aritmética, desviación estándar y el rango.

Para cumplir con la política de protección de datos, se sustituyeron los nombres de los caballos por números aleatorios, los cuales fueron los utilizados para hacer referencia a cada animal.

4. Resultados y discusión

4.1. Revisión bibliográfica de la criptorquidectomía laparoscópica

Tras realizar la búsqueda expuesta en el apartado 3.1., se encontraron un total de 174 artículos relacionados con el criptorquidismo en caballos. Entre ellos, sólo 34 trataban de criptorquidectomías y únicamente 17 trataban de criptorquidectomías laparoscópicas realizadas en las que se mostraban los resultados de sus casos intervenidos (se excluyeron aquellos en los que la información no era precisa o conducían a error durante la lectura por no aparecer de manera clara y concisa).

Dado que dentro de estos 17 artículos se incluyen otras técnicas utilizadas (como puede ser la convencional a modo de control para realizar una comparación entre técnicas), de los 291 animales intervenidos en total dentro de estos artículos, un 39,17% fue mediante criptorquidectomía laparoscópica en estación bajo neuroleptoanalgesia, un 48,8% mediante criptorquidectomía laparoscópica bajo anestesia general en posición de Trendelenburg y un 12,03% mediante laparatomía y técnica convencional bajo anestesia general.

A continuación, se detallan los datos más relevantes que se han encontrado sobre la técnica de criptorquidectomía laparoscópica obtenidos tras la lectura y análisis de dichos trabajos:

Las primeras laparoscopias descritas datan de alrededor de 1930, comenzándose a utilizar luces frías que evitaban el daño por abrasión de los tejidos rondando la década de 1950. Posteriormente, conforme se iban produciendo avances, se empezó a incrementar su uso, principalmente en el campo de la ginecología humana, de la misma forma que comenzó a ser utilizada en la medicina veterinaria en este mismo campo (Hendrickson, 2012).

Durante los últimos años, este tipo de intervención ha ido cogiendo fuerza en la clínica equina dado que se trata de un procedimiento mínimamente invasivo que permite una mejor visualización del campo quirúrgico y que, realizado en estación, evita las posibles complicaciones derivadas de una anestesia general (Hendrickson, 2012; Lacitignola *et al.*, 2020).

Actualmente, la criptorquidectomía laparoscópica se sitúa como la técnica de elección en casos de criptorquidia abdominal, siendo este tipo de intervención una de las técnicas laparoscópicas más utilizadas (Hendrickson, 2006; Hartman *et al.*, 2015). En el caso de los criptórquidos inguinales, existe controversia en su resolución por vía laparoscópica. Este debate se abre al generarse una preocupación en algunos cirujanos por la posible eventración del animal tras la dilatación del anillo inguinal que se realiza durante la intervención. De esta forma, hay quien se decanta por únicamente ligar el cordón y dejar el testículo, siendo este asunto de gran

controversia ya que existen evidencias de que un porcentaje de los testículos ligados recuperan su vascularización (Voermans, Rijkenhuizen and Van Der Velden, 2006; de Fourmestraux *et al.*, 2014).

La técnica laparoscópica se basa en la realización de tres pequeñas incisiones que servirán de portales para la introducción del laparoscopio y el instrumental de trabajo. Tras la realización de los portales, se procede a la insuflación de la cavidad abdominal con CO₂ para producir un capnoperitoneo que permita una correcta visualización de las estructuras y espacio para maniobrar. Llegado aquí, el cirujano se basará en el principio de triangulación para trabajar, de forma que deberá colocar sus manos a ambos lados de la cámara tratando de obtener un ángulo de 90° con respecto a esta (Hendrickson, 2012; Caron, 2013).

Para cualquier tipo de intervención laparoscópica siempre va a requerirse un material básico imprescindible, siendo este (Hendrickson, 2012):

- Laparoscopio: en las laparoscopias equinas suelen utilizarse los endoscopios rígidos Hopkins, los cuales están comprendidos por un canal de lentes y otro de luz de fibra óptica. El rango de lentes de visión oscila entre los 0° y los 30°, siendo más fácil de manejar para un cirujano inexperto la de 0°, mientras que la de 30° permite una mayor visión de la cavidad abdominal. El tamaño de los laparoscopios es de 33, 54 y 57 centímetros (cm) de largo, siendo el más largo el que permite acceder al hemiabdomen del lado contralateral, permitiendo realizar exploraciones rápidas.
- Cámara y monitor: con ellos, todo el personal presente en la cirugía puede observar lo que realiza el cirujano, siendo esto de importancia al permitir al ayudante saber lo que está ocurriendo. Además, el uso de estos permite mantener más fácilmente la asepsia y realizar grabaciones de la intervención.
- Fuente de luz: necesaria para poder visualizar la cavidad abdominal a través del laparoscopio. Para que pueda acercarse lo suficiente la luz sin producir abrasiones, lo deseable es el uso de una luz fría de xenón de 300W.
- Insuflador de CO₂: necesario para generar el espacio que permita trabajar al cirujano. La manera más sencilla de mantener la presión intraabdominal es con el uso de un insuflador eléctrico de dióxido de carbono, lo que permite evitar problemas derivados de una presión demasiado elevada y un espacio para trabajo constante y adecuado. Además, el disminuir los cambios de presión reduce los movimientos del animal en caso de tratarse de una laparoscopia en estación. Las presiones alcanzadas deben ser de unos

15 milímetros de mercurio (mmHg) y no deben superar los 20 mmHg por largos periodos de tiempo, ya que se corre el riesgo de producir efectos negativos cardiovasculares y respiratorios.

- Trócares: se tratan de objetos que presentan una cánula y un obturador. Su uso permite el paso del instrumental a la cavidad peritoneal. Las más utilizadas en caballos son las cánulas de 15 y 20 cm y suelen presentar una válvula que permite el paso del gas de insuflación y la entrada del instrumental sin la pérdida del capnoperitoneo.
- Instrumental de mano: existe una gran diversidad de instrumental específico para laparoscopia (por sus dimensiones y maniobrabilidad) con diferentes configuraciones, pudiendo hallarse varios de ellos con la opción de conexión electroquirúrgica monopolar, así como dispositivos de electrocirugía bipolar avanzada (o selladores inteligentes de vasos) (Balagué, 2009).

La principal diferencia entre las técnicas utilizadas en criptorquidectomía laparoscópica radican en la posición del caballo y en el método utilizado para la hemostasia del mesorquio (Hanrath and Rodgerson, 2002).

Existen pequeñas diferencias en cuanto al protocolo descrito en los diferentes artículos, pero todos coinciden en ciertos aspectos. La mayor parte de las diferencias se basan en la contención farmacológica utilizada (distinguiéndose entre neuroleptoanalgesia y anestesia general), los fármacos administrados antes, durante y después de la intervención y el método de hemostasia utilizado, por lo que se hablará de la preparación y técnica de forma general, destacando aquellos detalles más relevantes en los que difieren.

En todos los casos el animal es sometido a un ayuno comprendido en un rango de entre 12 y 48 horas, con una media de 23,79 horas con acceso al agua en todo momento, siendo descrita por algunos autores la alimentación con pequeñas cantidades de heno de primer corte de forma muy controlada el día previo a la cirugía para evitar un exceso de producción de gas (Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020) o dieta de bajo volumen durante 3 días (Sassot *et al.*, 2017). Otros se decantan por un ayuno de 36 horas con una administración de pienso concentrado hasta 8 horas antes de la sedación (Lacitignola *et al.*, 2020). También está descrito en uno de los artículos la ausencia de ayuno previamente a la intervención en el 63,63% de los casos incluidos (Davis, 1997).

Todos los autores coinciden en la colocación aséptica de un catéter intravenoso en la vena yugular para la inducción y mantenimiento parcial de la anestesia general o la infusión continua y la sedación del animal, consiguiéndose esta generalmente por la combinación de un $\alpha 2$ -agonista (detomidina principalmente) con un opioide (butorfanol o buprenorfina en especial).

Una vez sedado, el animal es introducido en el potro de contención y se procede a una segunda valoración de la región inguinal para asegurar la no presencia de un testículo en esta zona. La mayoría de autores optan por la utilización de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) previamente a la cirugía (82,35%), mientras que algunos no lo referencian (13,76%) y otros como Rijkenhuizen and van der Harst, 2017 no los utilizan.

Además, existe una gran mayoría de autores que utilizan cobertura antibiótica preoperatoria (76,47%). En algunos de estos, sólo son utilizados en algún porcentaje de los pacientes, siendo este número del 33,33% en los estudios de Rijkenhuizen and van der Harst, 2017. Su uso no aparece referenciado en el 17,65% y otros no los administran, como Brommer *et al.*, 2011.

A la hora de rasurar y preparar el campo quirúrgico asépticamente, se debe tener en cuenta la información disponible, ya que, cuando se realiza con el animal en estación, en caso de no conocer cuál es el testículo afectado o de tener ambos afectados, se procederá a preparar ambos flancos. En caso de ser unilateral y conocer cuál es el testículo involucrado, se preparará el flanco ipsilateral.

En aquellos animales que se van a intervenir bajo neuroleptoanalgesia en estación, las incisiones para la formación de los portales situarán: el primero a nivel de la cara ventral del tubérculo coxal (a medio camino entre la última costilla y el tubérculo coxal), y los otros 2 unos 5 cm ventral y dorsal (Lacitignola *et al.*, 2020). Estas zonas se infiltrarán con anestésico local, siendo los más utilizados y en igual medida la lidocaína al 2% y la mepivacaína al 2%.

Para insuflar la cavidad peritoneal, puede utilizarse una sonda urinaria de yegua de unos 8mm de diámetro o una cánula laparoscópica de unos 10 mm de diámetro o 20 cm de longitud con un obturador romo en el portal central. En caso de utilizarse la cánula laparoscópica, se suele introducir el laparoscopio antes de insuflar para comprobar que se ha llegado a la cavidad peritoneal. En el caso de haber utilizado la sonda urinaria, se insufla hasta una presión de unos 12-15 mmHg y se introduce la cánula con el obturador por el portal dorsal. Una vez introducida la cánula, se introduce el laparoscopio y se procede a la exploración de la cavidad. En el caso de criptórquidos bilaterales, si la longitud del instrumental lo permite, se puede amputar ambos testículos por el mismo flanco, realizando primero la hemostasia y amputación del contralateral. En caso de no ser posible se deberá acceder por ambos flancos (Hendrickson, 2006).

En aquellos que se van a intervenir bajo anestesia general en posición de Trendelenburg, se les induce y se les conecta a una máquina anestésica que disponga de un dispositivo de ventilación positiva mecánica intermitente para una buena ventilación cuando estén en posición de Trendelenburg. Una vez colocados en la posición correcta, se prepara asépticamente el área comprendida entre el xifoides rostral, la pelvis caudal y los pliegues de los flancos.

Se realiza una incisión de 1-1,5 cm rostral al ombligo que incluye piel y línea alba, lugar por donde se procede posteriormente a la insuflación del abdomen a 12-15 mmHg. Cuando se completa la insuflación, se explora la cavidad con el animal en ligero Trendelenburg (lo justo para poder visualizar los testículos) en busca de los testículos abdominales, los cuales suelen localizarse laterales a la vejiga con el gubernáculo unido al anillo vaginal. Tras la exploración, se crean dos portales situados a unos 10-15cm a cada lado de la línea media y 10-15 cm rostrales al anillo inguinal externo. Para ello, se realizan incisiones de 1 cm en la piel y vaina del recto externo. Se introduce una cánula de 10 mm de diámetro y 20 cm de longitud con un obturador como bajo visión directa por el laparoscopio (Hendrickson, 2006; Bracamonte and Thomas, 2017).

Tras haber sido explorado el abdomen y visualizados ambos anillos inguinales, el testículo o los testículos implicados (o sus mesorquios) se infiltran con lidocaína o mepivacaína (10-20 mL). Pasados los minutos necesarios para que haga efecto el anestésico, se sujeta el testículo contralateral en caso de bilaterales (si se puede, en caso de no poder se realiza otro portal por el otro flanco) o el ipsilateral en unilaterales, y se procede a su hemostasia y amputación.

Para la hemostasia, existen diversas técnicas descritas en función de los instrumentales laparoscópicos utilizados dado que estos han ido evolucionando con el paso del tiempo. En los artículos revisados para este apartado (atendiendo a los artículos en sí en vez de a los animales totales), los autores mencionan el haber utilizado para el tratamiento de sus casos la emasculación una vez exteriorizado el testículo (5,88%) (Davis, 1997), el uso de ligaduras (58,82%), dispositivos selladores de vasos con electrocirugía monopolar (11,77%) o bipolar avanzada (64,71%) como el Ligasure y de clips (5,88%) (Fischer and Vachon, 1998). Estos datos se deben a que, en algunos artículos (41,18%), los autores pueden referenciar el uso de distintos métodos de hemostasia. Esto puede ser debido a los propios avances que ésta ha sufrido a lo largo de los años, siendo cada vez más utilizados los dispositivos selladores de vasos con electrocirugía bipolar avanzada.

Tras la amputación del testículo, se comprueba que no hay hemorragia y se procede a su extracción por el canal utilizado para su sujeción, el cual ha sido previamente agrandado. También aparece reflejado en el estudio de Rijkenhuizen and van der Harst, 2017 la opción de realizar la ligadura en el cordón espermático y no seccionarlo, dejando el testículo abdominalmente (aunque mencionan que realizar esto tiene el riesgo de revascularización en criptórquidos inguinales o testículos descendidos). Una vez finalizado el procedimiento, se abren las cánulas para desinsuflar la cavidad abdominal, se quitan y se cierran las incisiones:

- Portal agrandado: se sutura la fascia del músculo oblicuo externo del abdomen y la piel. Los distintos autores difieren en los tipos de sutura utilizados, pero en general coinciden

en el uso de una sutura absorbible monofilamento para la fascia y puntos en “X” para la piel con sutura no absorbible.

- Resto de portales: se suturan con una sutura no absorbible siguiendo un patrón en “X” o mediante el uso de grapas.

En el caso de presentar algún testículo descendido, los autores hacen alusión a diversas técnicas para su retirada, siendo en el 29,41% bastante inespecíficas. Por ello, se ha optado por representar estos datos en la Tabla 1 y hacer alusión únicamente a la técnica abierta en estación asistida por laparoscopia. Esta es nombrada por varios autores (Rijkenhuizen and van der Harst, 2017; Sassot *et al.*, 2017; Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020) como una técnica que permite evitar las complicaciones derivadas de una anestesia general, visualizar que se ha producido una correcta hemostasia del cordón testicular y realizar la retirada del testículo escrotal sin tensión. Además, no referencian problemas de infección tanto del cordón testicular como de la incisión ni de hernias en los casos intervenidos en dichos artículos.

Acabada por completo la intervención quirúrgica, el animal podrá volver a comer tras la recuperación completa de la motilidad intestinal.

El tratamiento postoperatorio aplicado difiere en función de los distintos autores. Algunos optan por administrar antibióticos posoperatorios (35,29%), mientras que la mayoría no administran más antibioterapia (64,71%). Prácticamente todos los autores mencionan el uso de AINEs, salvo un 11,77%, dándose éstos desde una única dosis hasta durante 4 días cada 12 horas. Dentro de estos que los administran, en el 80% se menciona el uso de la fenilbutazona, siendo éste el AINE posquirúrgico más usado.

Al día siguiente de la cirugía el animal podrá comenzar a realizar ejercicio suave y, tras unos 5 o 7 días, podrá volver a hacer vida normal, alargándose este periodo a los 7-10 días cuando el procedimiento se realiza bajo anestesia general.

Al tratarse de un tipo de laparoscopia, entre sus complicaciones se encuentran las clásicas de este tipo de técnica (Hendrickson, 2008):

- La necesidad de ser un cirujano experimentado al realizarse una cirugía en tres dimensiones mirando un monitor en dos dimensiones y tener que mover la cámara en dirección contraria.
- Las producidas por la administración de sustancias sedantes.
- En las realizadas en estación, la sedación excesiva puede llevar a la inestabilidad del caballo, pudiendo incluso producirse su caída. En caso de ser demasiado superficial, la contención del animal puede ser insuficiente.

- En aquellas realizadas bajo anestesia general, pueden darse todas las complicaciones derivadas de una anestesia general. Además, se hace necesario realizar ventilaciones mecánicas positivas intermitentes, dada la posición de Trendelemburg que incrementa la presión en la cavidad torácica dificultando la respiración.
- Al introducir los trócares, se debe tener cuidado de no puncionar o lacerar ninguna estructura interna.
- Existe la posibilidad de insuflar retroperitonealmente produciendo un enfisema.
- Las derivadas de una mala cobertura antibiótica si no se cubre el espectro tanto de Gram positivas como negativas.
- En el caso de las criptorquidectomías, la complicación más común es la hemorragia del muñón. También existe la posibilidad de perder el testículo amputado dentro de la cavidad abdominal antes de extraerlo. En principio esta última no debería dar problemas, pero se recomienda su búsqueda y extracción.

Referencia	Animales intervenidos	Horas de ayuno	Estación o Anestesia general	Método de control de la hemostasia	Uso de antibióticos preoperatorios	Uso de antibióticos posoperatorios	Complicaciones	AINEs preoperatorios	AINEs posoperatorios	Técnica en el testículo descendido
Davis, 1997	11 en estación	4 ayuno de 12-18h y 7 no	E	Emasculación o ligadura	NR	NR	Cólico medio en 1 caballo	NR	F al acabar la cirugía	Técnica estándar en E (sin especificar)
Hendrickson and Wilson, 1997	8 en E	Entre 24 y 36	E	Doble ligadura	PPr	NR	No	A uno antes y después y a otro después	F durante 3 días	Técnica cerrada bajo AG
Fischer and Vachon 1998	50 bajo AG	Entre 18 y 24	AG	Clips, ligaduras y selladores con electrocirugía monopolar	Sí, sin especificar	Sí, durante 24 horas	1/50 infección respiratoria tratada con antibióticos exitosamente. Otro de 50 perforación de intestino delgado, resuelta con éxito	Sí, sin especificar	1 dosis de F	NR
Hanrath and Rodgeron, 2002	10 en E	Entre 12 y 24	E	Selladores con electrocirugía bipolar o monopolar	PPr en el 60%	NR	1/10 intraquirúrgica menor por dañar la lengüeta del bazo	FM	1 o 2 dosis de F o FM	Técnica rutinaria en E (sin especificar)
Joyce and Hendrickson, 2006	20 en E	24	E	Ligadura simple	PPr	NR	No	F	F durante 3 días	Técnica rutinaria bajo AG (sin especificar)
Cribb and BourÉ, 2010	1 en E	48h sin heno	E	Ligadura	PS	Trimeroprim-sulfa durante 5 días	No	FM	F durante 5 días	Técnica abierta en E

Continuación de la tabla

Brommer <i>et al.</i> , 2011	1 pony en E	NR	E	Selladores con electrocirugía bipolar	No	NR	No	M	NR	Técnica cerrada con abordaje inguinal bajo AG
Seabaugh <i>et al.</i> , 2013	10 en E	Entre 18 y 24	E	Selladores con electrocirugía bipolar o doble ligadura	C y G	1 dosis de cefazolin	No	FM	F durante 4 días	Técnica cerrada bajo AG
Martin-Flores <i>et al.</i> , 2014	18 bajo AG	1 noche (12h)	AG	NR	PP	NR	No	F	F durante 4 días	Técnica cerrada con cierre primario bajo AG
Cribb, Koenig and Sorge, 2015	30 bajo AG y 30 con técnica abierta	NR	AG con 50% laparotomías	Ligaduras (66,66%), selladores con electrocirugía bipolar (20%) y cauterización bipolar (3,33%)	NR	NR	En 10 de 30 (3/10 pasar a técnica convencional, 2 el intestino delgado tapaba el campo irritándose en uno la serosa, en otro los portales mal situados, en otro la rotura de las pinzas Semm-Claw, en otro edema facial severo y en otro pasar a en E por adhesiones al bazo	Sí, sin especificar	Sí, sin especificar	Cualquier técnica, sin especificar
Bracamonte and Thomas, 2017	43 bajo AG	36	AG	Selladores con electrocirugía bipolar	PS	1 dosis de PS a las 6h	No	FM	F durante 4 días	Cierre primario bajo AG

Continuación de la tabla

Gardner et al., 2017	1 bajo AG	24	AG	Ligadura doble	PP y G	Igual hasta 24h tras la cirugía	No	FM	F durante 3 días	Técnica cerrada bajo AG
Rijkenhuizen and van der Harst, 2017	15 en E	12. El día anterior sólo heno de primer corte a intervalos de 2h	E	Doble ligadura en el 33,33% y 66,66% selladores con electrocirugía bipolar	PS y G en el 33,33% (5 de 15)	NR	No	No	M durante 3 días	Técnica abierta en E asistida por laparoscopia
Sassot et al., 2017	30 en E	24 o dieta de bajo volumen 3 días	E	Selladores con electrocirugía bipolar	C y G	Igual hasta 24h tras la cirugía	1/30 intraquirúrgica menor por dañar la lengüeta del bazo	FM	3-5 días de F o FM	Con cierre primario bajo AG a 4 y técnica abierta en E asistida por laparoscopia a 10
Clements et al., 2020	5 en E y 5 laparotomías	NR	En E 50% y laparotomía bajo AG 50%	Selladores con electrocirugía bipolar	PPr	NR	No	NR	NR	Técnica abierta en E
Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020	2 en E	12. El día anterior sólo heno de primer corte a intervalos de 2h	E	Doble ligadura para un potro y selladores con electrocirugía bipolar para otro	NR	NR	No	M	F durante 3 días	Técnica abierta en E asistida por laparoscopia

Continuación de la tabla

Lacitignola et al., 2020	1 en E	Sin heno 36h antes. Concentrado 3 veces hasta 8h antes de la cirugía	E	Selladores con electrocirugía bipolar	PPr y G	NR	No	FM	FM durante 2 días	Procedimiento estándar en E (sin especificar)
--------------------------	--------	---	---	---------------------------------------	---------	----	----	----	-------------------	---

Tabla 1. Relación entre autores de la revisión sistemática, técnicas realizadas, tratamientos realizados y caballos intervenidos. **E:** Estación; **AG:** Anestesia general; **NR:** No referencias; **PS:** Penicilina sódica; **PPr:** Penicilina procaína; **PP:** Penicilina potásica; **G:** Gentamicina; **C:** Cefazolin; **M:** Meloxicam; **FM:** Flunixin meglumino; **F:** Fenilbutazona.

4.2. Estudio retrospectivo de los caballos de los criptórquidos abdominales intervenidos en el HVUZ por laparoscopia

Tras revisar las bases de datos de la sección de grandes animales del HVUZ, se encontraron un total de 18 casos de animales recibidos en el HVUZ relacionados con criptorquidias desde la apertura de esta sección en enero de 2015 hasta julio de 2020.

De estos 18 casos, 17 se intervinieron de criptorquidectomías y uno fue únicamente diagnosticado de criptorquidia unilateral izquierda (castrado del derecho) mediante la combinación de examen clínico y ecografías abdominal y transrectal. De los 17 casos intervenidos, uno de ellos presentaba el testículo subcutáneo y otro en una posición inguinal, de forma que fueron excluidos del estudio al intervenirse por técnica convencional desde un comienzo. Finalmente, se incluyeron un total de 15 animales (14 caballos y un asno) sometidos a laparoscopia, cuyos historiales fueron examinados para la realización del siguiente estudio retrospectivo.

Entre los 14 caballos, se encontraron representadas varias razas, siendo estas el Pura Raza Español (4), Caballo de Deporte Español (2), Hannoveriano (1), Anglo-árabe (1), Lusitano (1) y Pura Raza Árabe (1), además de 4 cruzados. La edad media de los 15 animales fue de 5,4 años, con un rango entre 2 y 10,5 años.

Respecto a la sintomatología o hallazgos presentes a su llegada, sólo 3 de ellos (20%) presentaban otros síntomas más allá del carácter propio de un caballo entero (motivo por el cual los animales fueron referidos para la criptorquidectomía). Estos hallazgos fueron la presencia de líquido serohemorrágico en abdomen (en el caballo 4), inflamación del prepucio (en el caballo 6) y un recuento plaquetario bajo y la concentración de hemoglobina corpuscular media algo elevada (en el caballo 2).

El método diagnóstico utilizado para localizar el testículo no apareció bien referenciado en un 26,67% de las historias clínicas. Sin embargo, dado que en un 53,33% la ecografía (entre la que se incluyen la abdominal, inguinal y transrectal) combinada con la exploración clínica consiguió localizar los testículos y en un 6,67% dio indicios de su localización (posteriormente se confirmó por laparoscopia) se puede deducir que este método fue utilizado como un protocolo diagnóstico básico al ofrecer un gran porcentaje de diagnósticos de criptorquidia (Schambourg *et al.*, 2006). Como pruebas complementarias, se describen una prueba hormonal en el asno, la asistencia de la laparoscopia en un 13,33% (casos en los que se entró a cirugía a ciegas y se

observó que los testículos afectados se encontraban inguinales) y de la palpación rectal en un 20% de los casos. Con esto, queda patente la necesidad de la combinación de varias pruebas para la obtención del diagnóstico de la criptorquidia de una forma fiable como apunta Raś *et al.*, 2010.

De todos los animales sometidos a laparoscopia, un 13,33% de los animales presentaban un historial previo de castración y otro 13,33% carecía de referencias al respecto, teniéndose en el 73,33% restante constancia de no haber sido sometidos a ninguna orquidectomía previa. En el 20% se trató de criptorquidia bilateral (coincidiendo con que el 100% de estos fueron abdominales), en uno (6,67%) no apareció referenciada la localización de los testículos y en un 73,33% la criptorquidia fue unilateral. Dentro de los criptórquidos unilaterales, un 41,67% fueron izquierdos, un 50% derechos y en uno (8,33%) no aparece referenciado el testículo afectado. De los 15 casos, únicamente 2 (13,33%) se trataron de criptórquidos inguinales (ambos criptórquidos unilaterales izquierdos, al igual que todos los inguinales del HVUZ), siendo estos los casos en los que la laparoscopia fue utilizada únicamente como herramienta diagnóstica, ya que, dada esta ubicación, el procedimiento laparoscópico se finalizó y se procedió a la anestesia de los pacientes y la extracción del testículo inguinal por técnica convencional. El resto de los animales fueron abdominales (80%). Si se tienen en cuenta también los casos inguinal y subcutáneo excluidos del estudio, puede apreciarse que, de los 17 animales referidos para criptorquidectomías al HVUZ, en su gran mayoría la localización del testículo es abdominal (76,47%), siendo tan solo un 17,65% inguinales y uno subcutáneo (5,88%). Esto difiere considerablemente de los porcentajes aportados por Marshall, Moorman and Moll, 2007, donde no encontraron diferencias notables en las localizaciones de los testículos izquierdo y derecho, mientras que en el HVUZ los inguinales fueron en su 100% izquierdos. No obstante, es probable que esta diferencia se deba al reducido número de casos estudiados en el presente estudio retrospectivo del HVUZ, dado que al tratarse de una muestra no significativa el azar puede alterar estos resultados.

Para todas las intervenciones se procedió a sedar al animal con una combinación de detomidina o romifidina y butorfanol, siendo derribados para los procedimientos bajo anestesia general con la adición de ketamina y diazepam y mantenidos con isoflurano. Para los intervenidos bajo neuroleptoanalgesia, la contención se realizó con una infusión continua de detomidina y bolos de butorfanol. Las drogas utilizadas pueden diferir ligeramente con los protocolos utilizados por los diferentes autores, aunque queda patente la preferencia por la combinación de un α_2 -agonista con un opioide para una correcta sedación y la contención en aquellos intervenidos

bajo neuroleptoanalgesia (Sassot *et al.*, 2017; Clements *et al.*, 2020; Lacitignola *et al.*, 2020; Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020).

En el 86,67% de los casos, la criptorquidia se solventó mediante criptorquidectomía laparoscópica (dado que el 13,33% se pasaron a técnica convencional, a partir de aquí únicamente se tendrán en cuenta los 13 criptórquidos resueltos por laparoscopia), siendo ésta realizada bajo neuroleptoanalgesia (53,85%) o bajo anestesia general (46,15%). Entre los motivos por los que se decidió optar por una contención u otra se encuentran tres factores principales, siendo estos la experiencia del cirujano adquirida sobre la técnica laparoscópica, el carácter del propio animal y la técnica con la que se desea extraer el testículo escrotal en aquellos que lo presentan. Poniendo atención en las fechas de las intervenciones, se puede apreciar que la primera vez que se realizó este tipo de intervención en estación fue en 2008, siendo ya practicada en todos los casos desde 2010 en adelante, salvo en 2 casos. Estos coincidieron con el asno y un caballo intervenido también de orquidectomía por cierre primario, siendo en estos casos el temperamento y la decisión del tipo de técnica para el testículo descendido los motivos por los que se realizó bajo anestesia general respectivamente. Visto esto, posiblemente, la razón por la que los primeros años (2006 a 2010) se realizaban bajo anestesia general sería la falta de experiencia sobre esta técnica.

El acceso a la cavidad abdominal se realizó mediante la creación de 3 pequeñas incisiones situadas en función de si el procedimiento se realizó bajo neuroleptoanalgesia o anestesia general. Tras crear la primera incisión y colocar la primera cánula, se procedió a insuflar la cavidad abdominal con CO₂, tras la comprobación vía laparoscopio de que se había llegado a la cavidad abdominal y no se insuflaría retroperitonealmente, tal y como aparece en la bibliografía referenciada (Hendrickson, 2006; Bracamonte and Thomas, 2017; Lacitignola *et al.*, 2020).

Respecto al método utilizado para la hemostasia, se observó que de las 13 criptorquidectomías realizadas por laparoscopia, en el 100% la hemostasia se consiguió mediante el uso de dispositivos selladores de vasos por electrocirugía bipolar avanzada (Plasmakynetic® o Ligasure®), al igual que autores como Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020.

Tras la extracción del testículo afectado, se cerraron las incisiones realizadas para los portales mediante la combinación de suturas para los planos musculares y subcutáneo y suturas o grapas para la piel, siguiendo los mismos métodos descritos en la bibliografía referenciada (Hendrickson and Wilson, 1997; Cribb and BourÉ, 2010; Martin-Flores *et al.*, 2014; Hartman *et al.*, 2015; Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020) y se procedió a la orquidectomía del testículo escrotal en aquellos en los que estaba presente (46,15%). En ninguno de los casos se realizó la técnica abierta asistida por laparoscopia nombrada por varios autores (Rijkenhuizen and van der Harst, 2017; Sassot *et al.*, 2017; Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020), la cual podría

ser interesante utilizar en aquellos animales intervenidos en estación al menos para minimizar las complicaciones asociadas a la técnica abierta.

Dentro de este 46,15% de animales que presentaron un testículo escrotal, el 66,67% fueron intervenidos por técnica abierta, coincidiendo en todos los casos con animales intervenidos bajo neuroleptoanalgesia. Del 33,33% restante, un 16,67% fueron intervenidos por orquidectomía con cierre primario bajo anestesia general y otro 16,67% por técnica cerrada bajo anestesia general. Los motivos para la realización de un tipo de orquidectomía u otra no quedan claros, ya que existen diversos factores que pueden influir como el carácter del animal (algunos son difíciles de manejar para cirugía en estación), las preferencias del cirujano y del propietario, en función, fundamentalmente, del gasto y riesgo que está dispuesto a asumir a la hora de escoger el tipo de técnica para la castración del testículo descendido.

Al relacionar estos datos con su raza y edad, se observa que de los 6 animales intervenidos de criptorquidectomía laparoscópica y orquidectomía, solo uno tenía 2 años (caballo 7 CDE) y el resto una edad igual o superior a 4 años. Dado que el cordón testicular aumenta de tamaño con la edad y dificulta así su correcta emasculación, parece lógico el uso de una técnica abierta para asegurar una correcta hemostasia. De estos 6 caballos, un 50% eran Pura Raza Español, un 33,33% CDE y un lusitano (16,67%). El intervenido por cierre primario coincidió con un PRE de 10 años y el que se sometió a técnica cerrada fue un CDE de 2 años, ambos intervenidos bajo anestesia general.

Dado que en los casos en los que se realizó laparoscopia y además orquidectomía del testículo descendido no pudo obtenerse el dato por separado de la duración de las intervenciones laparoscópicas, se estimó el tiempo requerido para esta cirugía sólo mediante el tiempo empleado en aquellos que únicamente se intervinieron de criptorquidectomía laparoscópica sin orquidectomía, siendo éste para cada testículo criptórquido de unas 1,5 horas de media, una mediana de 1,5 y un rango entre 0,5-3,25 horas, presentando una desviación estándar de 1,13. Esta desviación se debe, probablemente, a la dificultad que pudo entrañar cada intervención en sí misma.

De manera profiláctica, se administró cobertura antibiótica en todos los caballos previamente a la cirugía, al igual que el 76,47% de los trabajos incluidos en la bibliografía representada en la Tabla 1. Esta cobertura se trató de una combinación de penicilina G sódica y gentamicina en el 92,31%, cubriendo así, teóricamente, un amplio espectro de bacterias Gram positivas como negativas. En el 7,69% restante únicamente se administraron β -lactámicos, indicados para el

espectro de las Gram positivas, aunque esto no supuso un aumento de infecciones posoperatorias, las cuales no se registraron en ningún caso de este retrospectivo.

De la misma manera, el protocolo seguido en el HVUZ coincide con los diversos autores (82,35% de los trabajos referenciados en la Tabla 1) y en el 92,31% de pacientes se administró un AINE preoperatorio, no utilizándose únicamente en el 7,69%. Esta diferencia no pareció influir en la cirugía, ya que no se referencian complicaciones intraoperatorias en aquellos en los que no se administraron. Esto pudo deberse a la analgesia producida por las drogas de contención y al buen uso de los anestésicos locales.

En aquellos que recibieron los AINEs, en el 50% de los casos se trató de fenilbutazona inyectable, utilizándose flunixin meglumino para el 50% restante.

Tras la intervención, se continuó administrando antibioterapia, la cual consistió en penicilina G sódica durante unas 24-48 horas, momento en el cual se pasó a bencilpenicilina procaina durante 2-6 días, y gentamicina entre 1-6 días. Dado que en la mayoría de los artículos revisados no aparece el uso de antibioterapia postoperatoria (64,71%) y no por ello sufrieron complicaciones por infección, sería interesante valorar si su uso es realmente necesario y pudiera prescindirse de ellos.

Los AINEs administrados tras la cirugía siguieron protocolos de administración muy variados, aunque se observa un ligero patrón de continuidad del administrado antes de la cirugía durante aproximadamente 24 horas disminuyendo la dosis a la mitad y cambiando posteriormente a fenilbutazona vía oral hasta el alta.

Durante el periodo de hospitalización, sólo un 15,39% de los animales intervenidos por criptorquidectomía laparoscópica sufrieron complicaciones, siendo estas menores. Se trataron de una ligera tromboflebitis (caballo 7) y dolor cólico leve resuelto con parafina y ayuno (caballo 8). No hubo comunicación de complicaciones posteriores por parte de los propietarios ni de los veterinarios remitentes. De esta forma, las complicaciones en el HVUZ, más que estar asociados con el procedimiento laparoscópico en sí mismo, pueden asociarse principalmente al manejo perioperatorio y a la presencia de un cuerpo extraño en la vena yugular (el catéter). En el caso de los autores citados que presentaron complicaciones (Davis, 1997; Fischer and Vachon, 1998; Hanrath and Rodgerson, 2002; Cribb, Koenig and Sorge, 2015; Sassot *et al.*, 2017), gran parte de las complicaciones fueron debidas a fallos quirúrgicos, tales como dañar la lengüeta del bazo, perforar el intestino o irritar la serosa. Puede verse así la importancia de un buen aprendizaje previo para evitar complicaciones de este tipo.

Al tratar de valorarse el tiempo de recuperación postoperatorio, únicamente pudo observarse que comenzó a alimentarse a los animales una vez el peristaltismo volvió a la normalidad sin un plazo de tiempo cuantificado entre la finalización de la intervención y este momento, por lo que no pudo obtenerse un valor medio para este parámetro.

Todos los animales recibieron el alta en un plazo de entre 2 y 11 días. Aquellos que fueron intervenidos bajo anestesia general fueron hospitalizados durante una media de 6 días (6,33), un plazo de tiempo ligeramente mayor que los 5 días (4,71) de los intervenidos bajo neuroleptoanalgesia. A su vez, se le dieron una serie de pautas al propietario que consistieron en mantener de las heridas limpias con betadine y/o alcohol y/o spray de plata o cloranfenicol, quitar las suturas o grapas en unos 10-15 días, mantener al caballo sin ejercicio intenso hasta pasados 10 días con paseos a la mano la primera semana, y fenilbutazona cada 12 horas en caso de presencia de molestias, coincidiendo con las pautas generales recomendadas por los diferentes autores (Cribb and BourÉ, 2010; Brommer *et al.*, 2011; Rijkenhuizen, Lichtenberg and Weitkamp, 2020).

En aquellos animales en los que se realizó una orquidectomía sin cierre escrotal, se recomendó además trotar levemente al animal y lavar la incisión mediante duchas de agua fría para favorecer el drenaje y la limpieza.

Caso	Localización de los testículos	Estación o Anestesia general	Método de control de la hemostasia	Uso de antibióticos preoperatorios	Uso de antibióticos posoperatorios	Complicaciones	AINEs preoperatorios	AINEs posoperatorios	Técnica en el testículo descendido	Fecha de intervención
1	Ambos abdominales	AG	EBA	P y G	P, PPr y G	No	F	F	-	31/10/06
2	Abdominal (no más especificado)	AG	EBA	P y G	P, PPr y G	No	FM	FM	NR	16/6/07
3	Izq no presente, der abdominal	AG	EBA	P y G	P, PPr y G	No	F	F	-	15/7/18
4	Ambos abdominales	AG	EBA	P y G	P, PPr y G	No	FM	F	-	28/7/09
5	Der abdominal e izq no presente	E	EBA	P y G	P, PPr y G	No	F	F	-	13/7/17
6	Ambos abdominales	E	EBA	P y G	P	No	No	F	-	24/7/14

Continuación de la tabla

7	Der abdominal e izq escrotal	AG	EBA	P y G	P, PPr y G	Se administró crema de venas desde el 26/06 durante 48h, por lo que probablemente presentó algo de tromboflebitis	FM	FM	Cerrada	23/6/10
8	Izq abdominal y der escrotal	E	EBA	P y G	P, PPr y G	Dolor cólico el 16/02. A partir del día siguiente parece estar mejor pero sin pasar heces, por lo que se mantiene con bozo de vez en cuando hasta pasar la parafina	FM	FM y F	Abierta	13/2/11
9	Izq inguinal y der escrotal	AG	Emasculación y punto trasfixiante	P y G	P, PPr y G	No	FM	FM y F	Abierta	15/6/10
10 (diagnóstico)	Izq criptóquido y der no presente (no más especificado)	-	-	-	-	-	-	-	-	7/7/06
11	Der abdominal e izq escrotal	E	EBA	P y G	P, PPr y G	No	F	F	Abierta	12/11/18

Continuación de la tabla

12	Izq inguinal y der escrotal	AG	Emasculación y punto trasfixiante	P y G	P, PPr y G	Mal despertar. A la mañana siguiente sigue teniendo incoordinación con temblores y fiebre y los parámetros renales algo aumentados	FM	FM y F	Cierre primario	10/11/10
13	Izq abdominal y der escrotal	AG	EBA	P	P, PPr y G	No	F	F	Cierre primario	10/10/18
14	Der abdominal e izq escrotal	E	EBA	P y G	P, PPr y G	No	FM	FM y F	Abierta	9/12/08
15	Der abdominal e izq no presente	E	EBA	P y G	P, PPr y G	No	F	F	-	21/8/17
16	Izq abdominal y der escrotal	E	EBA	P y G	P y PPr	No	FM	FM y S	Abierta	4/5/15
17 (excluido)	Izq inguinal	AG	Emasculación y punto trasfixiante	-	-	-	-	-	-	3/6/14
18 (excluido)	Der escrotal e izq subcutáneo inguinal	AG	Emasculación y punto trasfixiante	-	-	-	-	-	-	28/2/12

Tabla 2. Casos del HVUZ: técnicas realizadas, tratamientos realizados y localización de los testículos (en amarillo casos excluidos). **E:** Estación; **AG:** Anestesia general; **NR:** No referencias; **PPr:** Penicilina procaína; **G:** Gentamicina; **FM:** Flunixin meglumino; **F:** Fenilbutazona; **S:** Suxibuzona; **Izq:** Izquierdo; **Der:** Derecho; **EBA:** Electrocirugía bipolar avanzada.

5. Conclusiones

En las condiciones de realización de este estudio, tras aplicar la metodología descrita y analizar los resultados alcanzados, se han podido establecer las siguientes conclusiones:

1. La criptorquidectomía laparoscópica es la técnica de elección en casos de criptorquidia abdominal, siendo una intervención que generalmente acarrea pocas complicaciones destacables.
2. La técnica de criptorquidectomía laparoscópica está bien descrita y estandarizada, sin apreciarse diferencias marcadas entre los autores que describen su aplicación clínica, siendo una técnica relativamente sencilla (para centros equipados y cirujanos con adiestramiento laparoscópico básico), que en los últimos años aún se ha simplificado más con la implantación masiva de equipos de sellado inteligente de vasos.
3. La criptorquidectomía laparoscópica puede realizarse en la mayoría de los casos en estación, sin necesidad de anestesia general. Este abordaje permite, cuando se encuentra presente el otro testículo en posición escrotal, llevar a cabo una orquidectomía abierta asistida por laparoscopia, reduciendo las complicaciones asociadas a la orquidectomía por técnica abierta.
4. La evidencia de los trabajos revisados sugiere que podría no ser necesario el uso de antibioterapia posoperatoria, sin que por ello aumenten las complicaciones asociadas.
5. Tras realizar la comparativa entre los casos del HVUZ con la bibliografía referenciada, no se han encontrado diferencias destacables tanto con la técnica utilizada como con las complicaciones sufridas, hallándose el HVUZ actualizado conforme a las nuevas tecnologías y técnicas actuales.

6. Conclusions

Under the conditions of carrying out this study, after applying the described methodology and analyzing the results achieved, the following conclusions have been established:

1. *Laparoscopic cryptorchidectomy is the technique of choice in abdominal cryptorchidism cases, being an intervention that generally carries few notable complications.*
2. *Laparoscopic cryptorchidectomy technique is well described and standardized, without appreciating marked differences between the authors who describe its clinical application, being a relatively simple technique (for equipped centers and surgeons with a basic laparoscopic training), which in recent years has been further simplified with the massive implementation of intelligent vessel sealing equipment.*

3. *Standing laparoscopic cryptorchidectomy can be performed in most cases, without needing general anesthesia. This approach allows, when the other testicle is present in scrotal position, to perform a laparoscopically assisted open orchidectomy, reducing the complications associated with open orchidectomy technique.*
4. *The evidence from the reviewed studies suggests that the use of postoperative antibiotic therapy might not be necessary, without increasing associated complications.*
5. *After comparing the HVUZ cases with the referenced bibliography, no notable differences were found both with the technique used and the complications suffered, being the HVUZ updated according to the new technologies and current techniques.*

7. Valoración personal

Mediante la elaboración de este trabajo, he podido ampliar conocimientos más allá de los impartidos a lo largo de la carrera y mi estancia como interno de la sección de caballos del HVUZ, y afianzar aquellos ya adquiridos en materia de criptorquidia y cirugía laparoscópica. Para ello, me he familiarizado con la búsqueda de artículos científicos, su comprensión en inglés, el manejo de bases de datos y el empleo de una correcta y organizada redacción científica. Todo esto me ha supuesto un desafío al no haberme enfrentado antes a la elaboración de una revisión bibliográfica tan rigurosa ni a la elaboración de un estudio retrospectivo. Al enfrentarme a ello, he conseguido percatarme de la importancia que tiene la elaboración de una buena historia clínica, plasmando la información con todo lujo de detalles para la realización de estudios posteriores de mayor calidad.

8. Agradecimientos

Quisiera agradecer a mis tutores, Paco Vázquez y Arantza Vitoria, el haberme guiado, tanto a lo largo de este trabajo como durante mi estancia como interno del HVUZ, e incitado siempre a desarrollar inquietudes en el trabajo, cuestionando internamente los motivos por los que procedían de una forma u otra, al igual que Antonio Romero y Sara Fuente. Por último, me gustaría agradecer a mis compañeros de internado, familia y amigos su constante apoyo y ayuda durante la realización del presente Trabajo Fin de Grado, habiendo sido un pilar fundamental para mi durante esta etapa.

9. Referencias bibliográficas

Balagué, C. (2009) 'Hemostasia y tecnología. Energía. Desarrollo de las nuevas tecnologías', *Cirugía Española*, 85(SUPPL. 1). doi: 10.1016/S0009-739X(09)71623-9.

Bosu, W. T. K. (1989) 'Comparison of hormonal methods for diagnosis of cryptorchidism in horses', *Journal of Equine Veterinary Science*, 9(1), pp. 20–26. doi: 10.1016/S0737-0806(89)80112-1.

Bracamonte, J. L. and Thomas, K. L. (2017) 'Laparoscopic cryptorchidectomy with a vessel-sealing device in dorsal recumbent horses: 43 cases', *Veterinary Surgery*, 46(4). doi: 10.1111/vsu.12624.

Brommer, H. *et al.* (2011) 'Laparoscopic-assisted diagnosis of anomalous unilateral abdominal cryptorchidism', *Equine Veterinary Education*, 23(8). doi: 10.1111/j.2042-3292.2011.00243.x.

Caron, J. P. (2013) 'Foundations of Laparoscopy', in *Advances in Equine Laparoscopy*. doi: 10.1002/9781118704875.ch1.

Claes, A. *et al.* (2013) 'Serum anti-Müllerian hormone concentrations in stallions: Developmental changes, seasonal variation, and differences between intact stallions, cryptorchid stallions, and geldings', *Theriogenology*, 79(9). doi: 10.1016/j.theriogenology.2013.03.019.

Clements, P. E. *et al.* (2020) 'Clinical findings in 10 horses diagnosed with monorchidism following exploratory laparotomy or standing laparoscopic surgery', *Equine Veterinary Education*, 32(8). doi: 10.1111/eve.13074.

Cox, J. E. (1975) 'Experiences with a Diagnostic Test for Equine Cryptorchidism', *Equine Veterinary Journal*, 7(4). doi: 10.1111/j.2042-3306.1975.tb03263.x.

Cox, J. E., Edwards, G. B. and Neal, P. A. (1979) 'An Analysis of 500 cases of Equine Cryptorchidism', *Equine Veterinary Journal*, 11(2). doi: 10.1111/j.2042-3306.1979.tb01321.x.

Cribb, N. C. and BourÉ, L. P. (2010) 'Laparoscopic removal of a large abdominal testicular teratoma in a standing horse', *Veterinary Surgery*, 39(1). doi: 10.1111/j.1532-950X.2009.00618.x.

Cribb, N. C., Koenig, J. and Sorge, U. (2015) 'Comparison of laparoscopic versus conventional open cryptorchidectomies on intraoperative and postoperative complications and duration of surgery, anesthesia, and hospital stay in horses', *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246(8). doi: 10.2460/javma.246.8.885.

Davis, E. W. (1997) 'Laparoscopic cryptorchidectomy in standing horses', *Veterinary Surgery*, 26(4). doi: 10.1111/j.1532-950X.1997.tb01505.x.

Fischer, A. T. and Vachon, A. M. (1998) 'Laparoscopic intra-abdominal ligation and removal of cryptorchid testes in horses', *Equine Veterinary Journal*, 30(2). doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb04468.x.

de Fourmestraux, C. *et al.* (2014) 'Evaluation of success rate of laparoscopic castration without orchidectomy in 32 mature horses', *Equine Veterinary Education*, 26(1). doi: 10.1111/eve.12089.

Gardner, A. K. *et al.* (2017) 'Testicular ischaemic necrosis as a cause of equine cryptorchidism', *Equine Veterinary Education*, 29(6). doi: 10.1111/eve.12544.

Hanrath, M. and Rodgerson, D. H. (2002) 'Laparoscopic cryptorchidectomy using electrosurgical instrumentation in standing horses', *Veterinary Surgery*, 31(2). doi: 10.1053/jvet.31049.

Hartman, R. *et al.* (2015) 'Cryptorchidectomy in equids: 604 cases (1977–2010)', *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246(7). doi: 10.2460/javma.246.7.777.

Hendrickson, D. (2006) 'Laparoscopic Cryptorchidectomy and Ovariectomy in Horses', *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*. doi: 10.1016/j.cveq.2006.08.006.

Hendrickson, D. A. (2008) 'Complications of Laparoscopic Surgery', *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*. doi: 10.1016/j.cveq.2008.09.003.

Hendrickson, D. A. (2012) 'A Review of Equine Laparoscopy', *ISRN Veterinary Science*, 2012. doi: 10.5402/2012/492650.

Hendrickson, D. A. and Wilson, D. G. (1997) 'Laparoscopic cryptorchid castration in standing horses', *Veterinary Surgery*, 26(4). doi: 10.1111/j.1532-950X.1997.tb01507.x.

Huppes, T., Stout, T. A. E. and Ensink, J. M. (2017) 'Decision Making for Cryptorchid Castration; a Retrospective Analysis of 280 Cases', *Journal of Equine Veterinary Science*, 48. doi: 10.1016/j.jevs.2016.08.004.

Jäderkvist, K. (2013) *Genetic study of cryptorchidism in Swedish Icelandic and Standardbred horses*. Available at: <http://epsilon.slu.se> (Accessed: 8 August 2020).

Joyce, J. L. and Hendrickson, D. A. (2006) 'Comparison of intraoperative pain responses following intratesticular or mesorchial injection of lidocaine in standing horses undergoing laparoscopic cryptorchidectomy', *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(11). doi: 10.2460/javma.229.11.1779.

Lacitignola, L. *et al.* (2020) 'Wound Retractor Laparoscopic Port System for Standing Laparoscopic Cryptorchidectomy in the Horse: A Case Report', *Journal of Equine Veterinary Science*. doi: 10.1016/j.jevs.2020.103168.

Little, T. V. and Holyoak, G. R. (1992) 'Reproductive anatomy and physiology of the

stallion.', *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 8(1). doi: 10.1016/S0749-0739(17)30464-9.

Marshall, J. F., Moorman, V. J. and Moll, H. D. (2007) 'Comparison of the diagnosis and management of unilaterally castrated and cryptorchid horses at a referral hospital: 60 cases (2002-2006)', *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(6). doi: 10.2460/javma.231.6.931.

Martin-Flores, M. *et al.* (2014) 'Analgesic and gastrointestinal effects of epidural morphine in horses after laparoscopic cryptorchidectomy under general anaesthesia', *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 41(4). doi: 10.1111/vaa.12133.

Moore, J. N. *et al.* (1978) 'Equine Cryptorchidism: Pre-surgical Considerations and Surgical Management', *Veterinary Surgery*, 7(2). doi: 10.1111/j.1532-950X.1978.tb00578.x.

Mueller, P. O. E. and Parks, A. H. (1999) 'Cryptorchidism in horses', *Equine Veterinary Education*, 11(2). doi: 10.1111/j.2042-3292.1999.tb00926.x.

Pasolini, M. P. *et al.* (2016) 'Mature teratoma arising from an undescended testis in a horse: Comparison between ultrasonographic and morphological features', *Folia Morphologica (Poland)*, 75(2). doi: 10.5603/FM.a2015.0088.

Raś, A. *et al.* (2010) 'Clinical, hormonal and ultrasonograph approaches to diagnosing cryptorchidism in horses', *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 13(3).

Rijkenhuizen, A. B. M. and van der Harst, M. R. (2017) 'Castration in the standing horse combining laparoscopic and conventional techniques', *Equine Veterinary Journal*, 49(6). doi: 10.1111/evj.12681.

Rijkenhuizen, A. B. M., Lichtenberg, D. and Weitkamp, K. (2020) 'Cystic intra-abdominal testicles: Standing laparoscopic removal in two colts', *Equine Veterinary Education*, 32(8). doi: 10.1111/eve.13030.

Sassot, L. N. *et al.* (2017) 'Morcellation for testes extraction in horses undergoing standing laparoscopic cryptorchidectomy', *Canadian Veterinary Journal*, 58(11).

Scarlet, D. *et al.* (2018) 'Anti-Müllerian hormone profiling in prepubertal horses and its relationship with gonadal function', *Theriogenology*, 117. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.05.012.

Schambourg, M. A. *et al.* (2006) 'Use of transabdominal ultrasonography to determine the location of cryptorchid testes in the horse', *Handbook of Environmental Chemistry, Volume 5: Water Pollution*, 38(3). doi: 10.2746/042516406776866354.

Seabaugh, K. A. *et al.* (2013) 'Comparison of Peritoneal Fluid Values after Laparoscopic

Cryptorchidectomy using a Vessel-Sealing Device (Ligasure™) Versus a Ligating Loop and Removal of the Descended Testis', *Veterinary Surgery*, 42(5). doi: 10.1111/j.1532-950X.2012.01065.x.

Searle, D. *et al.* (1999) 'Equine castration: Review of anatomy, approaches, techniques and complications in normal, cryptorchid and monorchid horses', *Australian Veterinary Journal*, 77(7). doi: 10.1111/j.1751-0813.1999.tb12083.x.

Voermans, M., Rijkenhuizen, A. B. M. and Van Der Velden, M. A. (2006) 'The complex blood supply to the equine testis as a cause of failure in laparoscopic castration', *Equine Veterinary Journal*, 38(1). doi: 10.2746/042516406775374234.