



**Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza**



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria



ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.2. Técnicas quirúrgicas de la castración	3
2.2.1. Técnica abierta	4
2.2.2. Técnica cerrada	5
2.2.3. Técnica semicerrada.....	5
2.2.4. Técnica de cierre completo	6
2.2.5. Método Henderson	6
2.2.6. Castración laparoscópica.....	7
2.3. Complicaciones postquirúrgicas.....	7
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	9
4. METODOLOGÍA.....	9
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5.1. Descripción de los estudios seleccionados	12
5.2. Anestesia	13
5.3. Complicaciones postquirúrgicas.....	16
6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	30
7. VALORACIÓN PERSONAL	31
8. BIBLIOGRAFÍA	32

1. RESUMEN/ABSTRACT

En el presente trabajo se estudia la bibliografía disponible sobre castración de los équidos. Este es uno de los procedimientos quirúrgicos más habituales en la clínica equina, realizado principalmente con el objetivo de mejorar el comportamiento y manejo del animal. Se puede realizar mediante distintas técnicas que pueden presentar varias complicaciones, siendo la mayoría leves o moderadas, aunque otras pueden llegar a ser mortales tales como la eventración, peritonitis y la hemorragia. Por todo esto, el principal objetivo de este trabajo es determinar el grado de seguridad de cada técnica teniendo en cuenta el tipo y frecuencia de complicaciones que presentan y la gravedad de las mismas. Se ha realizado una revisión sistemática y meta-análisis posterior de la evidencia publicada desde el año 2000. Como resultado se han seleccionado 25 artículos que incluyen un total de 2.814 castraciones, realizadas por las distintas técnicas. La técnica abierta es la menos segura por el elevado número de complicaciones que presenta tanto leves como potencialmente mortales, mientras que se aconseja emplear el cierre completo porque las complicaciones registradas han sido muy leves. La castración de los équidos es un procedimiento clínico rutinario, resultando fundamental la obtención del consentimiento informado ya que las complicaciones que las técnicas pueden causar son capaces de terminar con la vida del animal.

ABSTRACT

This work studies the available bibliography on equine castration. This is one of the most common surgical procedures in the equine practice, intending to improve the stallion behavior and management. It can be achieved by different techniques that can show up several different complications, the majority being mild or moderate although, others can become fatal, such as eventration, peritonitis and haemorrhage. For all these reasons, the main objective is to determine the level of safety of each technique considering the type and frequency of complications and their severity. A systematic review and subsequent meta-analysis of the evidence published since 2000 has been carried out. As a result, 25 articles has been selected, reporting a total of 2 814 castrations performed by the different techniques. The open technique is the least safe due to the high number of complications that presents, both mild and potentially fatal, while it is advisable to use the complete closure since the recorded complications have been very mild. Castration of equines is a routine clinical procedure and, obtaining informed consent is essential because complications derived from each technique can produce the death of the animal.

2. INTRODUCCIÓN

La orquiectomía, orquidectomía o castración es la extirpación de los testículos, siendo uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes en la clínica equina (Ashton, 2019).

Principalmente se realiza para eliminar el comportamiento masculino (Ashton, 2019) mejorando así el manejo del caballo (Aurich, 2018). En menor medida también se emplea en casos de orquitis, epididimitis, neoplasia testicular, hidrocele, varicocele, daño testicular causado por traumatismo, torsión del cordón espermático o hernia inguinal (Schumacher, 2012; Kilcoyne, 2013).

Puede realizarse en cualquier edad, aunque es frecuente que se lleve a cabo entre los 6 meses y los 2 años de edad (Ashton, 2019); sin embargo, en España es una práctica que se realiza a una edad más tardía, entre los 3 y 5 años de edad incluso más. Algunos autores opinan que la edad del caballo en el momento de la castración va a influir tanto en el carácter como en la conformación del caballo adulto ya que la testosterona tiene un efecto significativo en el cierre de las placas de crecimiento y el temperamento (Green, 2001). No hay estudios en la especie equina que confirmen esa suposición, aunque se ha publicado un estudio en vacuno en el que se observa un aumento de la altura en novillos castrados antes de la pubertad, tal vez, debido a un retraso en el cierre de la placa de crecimiento (Purchas et al., 2002).

Existen otros métodos de castración además del quirúrgico como son la castración química, la hormonal o inmunológica (Aurich, 2018), pero este trabajo se centrará exclusivamente en las técnicas quirúrgicas.

2.2. Técnicas quirúrgicas de la castración

Previo a la cirugía es muy importante realizar una buena exploración física del caballo, centrándose en la zona inguinal y escrotal para detectar la presencia de los testículos adecuadamente descendidos en el escroto y la exploración de los anillos inguinales para descartar una posible hernia inguinal (Schumacher, 1996; Schumacher, 2012; Kilcoyne, 2013).

Es un procedimiento quirúrgico que puede realizarse con el caballo en estación mediante neuroleptoanalgesia, o bajo anestesia general (Schumacher, 1996; Kramer, 2006), en el campo o en un hospital veterinario (Green, 2001). La castración en estación puede llegar a ser un procedimiento arriesgado para el cirujano, por este motivo, los mejores candidatos son aquellos sementales dóciles con testículos bien desarrollados que se dejan palpar los genitales sin necesidad de sedación (Schumacher, 2012).

Bajo anestesia general el caballo puede colocarse en decúbito lateral o supino (Green, 2001; Kramer, 2006). Muchos veterinarios prefieren este procedimiento ya que supone un menor riesgo tanto para el veterinario como para el caballo (Schumacher, 1996). Indicada en aquellos casos que se sospecha de una anormalidad inguinal o escrotal, uno o los dos testículos se encuentran retenidos en el canal inguinal y en caso de que el temperamento del caballo no permita realizarlo en estación (Green, 2001).

Para mejorar la anestesia y hacer el procedimiento más seguro y fácil, se proporciona una anestesia local siendo imprescindible en castraciones en estación con neuroleptoanalgesia. Se inyecta lidocaína al 2%, siendo el escroto y el cordón espermático las dos zonas más importantes a anestesiar.

Existen varias técnicas quirúrgicas para llevar a cabo la castración: la técnica abierta, la cerrada, la semicerrada, el cierre completo (o cierre primario), la técnica de Henderson y la técnica laparoscópica.

El área escrotal debe prepararse adecuadamente para la cirugía. La asepsia varía siendo obligatoria en técnicas como la del cierre primario o cierre completo (por lo que se suele hacer en condiciones hospitalarias); en cambio, en otras técnicas donde el escroto queda abierto, la asepsia no es imprescindible, por lo que pueden hacerse en el campo intentando realizarlas en un lugar lo más limpio posible (Schumacher, 2012; Ashton, 2019).

El instrumental que más frecuentemente se utiliza en la castración equina para conseguir una correcta hemostasia de los vasos testiculares es el emasculador. Existen varios tipos que se diferencian en el perfil de la mandíbula y, por lo tanto, en su mecanismo de hemostasia y sección testicular (Schumacher, 2012).

Para conseguir una buena hemostasia con el emasculador hay que considerar varios factores como la colocación (Green, 2001), la orientación del tornillo de la mandíbula (Klauser, 2014) y el tiempo de aplicación (Schumacher, 2012; Ashton, 2019).

Existen otros métodos hemostáticos como por ejemplo, el uso de una sutura transfixiante absorbible y la electrocirugía (Gracia-Calvo et al., 2012), así como el instrumento de castración equina de Henderson (HECI) mediante el cual a la vez que se extirpan los testículos, los vasos sanguíneos se sellan por rotación (Racine et al., 2019).

2.2.1. Técnica abierta

Probablemente es una de las más utilizadas caracterizándose por incidir en la túnica vaginal parietal tras incidir en el escroto (Moll et al., 1995).

Para liberar completamente el testículo de la túnica vaginal parietal es importante seccionar el ligamento de la cola del epidídimo (Searle et al., 1999; Kramer, 2006; Schumacher, 2012; Kilcoyne, 2013). A continuación se suele separar el paquete neurovascular y el paquete musculofibroso, emasculándolos por separado (Green, 2001). Las incisiones se dejan abiertas para cicatrizar por segunda intención (Kramer, 2006).

Requiere menos disección que la técnica cerrada, por lo tanto, es la técnica de elección sobre todo si se hace en estación (Schumacher, 1996) pero, si no se elimina la túnica vaginal parietal y el músculo cremáster, predispone a que se produzca una infección y una funiculitis séptica (O'Connor, 1938 citado por Schumacher 2012; Moll et al., 1995). Por este motivo, es importante eliminar la mayor parte. Además, se deja una comunicación permanente entre el exterior y el abdomen favoreciendo la probabilidad de infección y evisceración.

2.2.2. Técnica cerrada

Se caracteriza por mantener túnica vaginal parietal intacta (Schumacher, 2012), realizándose la hemostasia sobre todo el cordón testicular recomendándola a los caballos con testículos pequeños (Kramer, 2006). Las incisiones se dejan abiertas para cicatrizar por segunda intención (Green, 2001; Kramer, 2006).

Con esta técnica se elimina mucho más tejido que con la técnica abierta, disminuyendo el riesgo de funiculitis y de hidrocele (Schumacher, 2012). El riesgo de evisceración también es menor ya que no se incide en la túnica vaginal parietal.

Además de recomendarse para animales con testículos pequeños, está indicada en aquellas enfermedades donde la túnica vaginal se encuentra afectada como por ejemplo, neoplasia u orquitis (Schumacher, 2012).

2.2.3. Técnica semicerrada

El enfoque de la técnica semicerrada es similar a la técnica cerrada (Schumacher, 1996; Schumacher, 2012) pero, se incide en la túnica vaginal parietal para realizar la hemostasia directamente sobre el paquete neurovascular, o bien para evaluar el interior de la túnica vaginal y descartar la presencia de una hernia escrotal (Kilcoyne, 2013). Seguidamente, la túnica vaginal parietal se cierra o bien con un emasculador o una sutura; sin embargo, la piel va a cicatrizar por segunda intención (Schumacher, 2012).

Esta técnica, igual que la anterior, también está indicada en aquellas enfermedades donde la túnica vaginal se encuentra afectada (Schumacher, 2012).

2.2.4. Técnica de cierre completo

Bajo esta denominación se incluyen las distintas técnicas en las que se sutura el escroto. Por lo tanto, deben realizarse en condiciones asépticas y anestesia general (Mason et al., 2005). Existen muchas técnicas descritas con ciertas diferencias, como por ejemplo, el tipo de abordaje que se puede realizar, en la zona inguinal o escrotal (Green, 2001; Ashton, 2019).

Al cerrarse la incisión el ascenso de microorganismos y contaminación se ve imposibilitada, reduciéndose la probabilidad de infección y la de funiculitis (Sedrish y Leonard, 2001). Además, la probabilidad de supervivencia en caso de eventración es mayor ya que la víscera se mantiene en un ambiente estéril hasta resolverse el problema (Sedrish y Leonard, 2001).

La inflamación es una complicación muy común después de una castración. Para minimizar su incidencia en esta técnica se puede realizar una ablación del escroto (Green, 2001) reduciéndose el riesgo de inflamación e hidrocele (Barber, 1985; Crosa y Desjardins, 2018).

2.2.5. Método Henderson

Se emplea una herramienta específica diseñada para este procedimiento: el instrumento de castración equina Henderson (HECI). Tiene un mango con unas pinzas el cual se encuentra conectado a un taladro de velocidad variable (Schumacher, 2012).

Se puede realizar tanto en estación como bajo anestesia general (Schumacher, 2012). El procedimiento inicial es el mismo que en la técnica cerrada, pero en este caso, el cordón espermático se pinza con el instrumento perpendicularmente y proximal al testículo. Al accionar el taladro se inicia una acción giratoria. La velocidad inicial es lenta y va aumentándose gradualmente hasta que se rompe el cordón espermático por la tensión generada (Schumacher, 2012).

La incisión del escroto se deja abierta para cicatrizar por segunda intención (Schumacher, 2012; Hinton et al., 2019). Para comprender el mecanismo de acción de esta técnica se facilita el enlace a un vídeo de internet a partir de un código QR (Figura 1).



Figura 1. Técnica Henderson

Con esta técnica a la vez que se extrae el testículo y la túnica vaginal, los vasos se sellan por rotación, proporcionando una buena hemostasia y reduciendo el riesgo de eventración (Schumacher, 2012; Hinton et al., 2019; Racine et al., 2019).

En el año 2015, el grupo *Equitarian Initiative and Christian Veterinary Mission* crearon el Equitwister. Es un instrumento con el mismo mecanismo que el HECl pero manual. Su precio de venta al mercado es más económico permitiendo su uso en países en vías de desarrollo (Turner et al., 2015).

2.2.6. Castración laparoscópica

Es una técnica reciente que produce una invasión mínima del tejido causando unas complicaciones postquirúrgicas mínimas y, por lo tanto, el tiempo de recuperación es menor. Puede llevarse a cabo tanto con el caballo en estación (Fischer, 1991) como bajo anestesia general (Fischer y Vachon, 1992). Permite una buena visualización de la zona pélvica destacando la región de los anillos inguinales (El-Sherif, 2019). No obstante, dicha técnica requiere tanto de una larga curva de aprendizaje previa del veterinario y el uso de material específico aumentando el coste del procedimiento (Searle et al., 1999).

Inicialmente se empleaba en caballos criptorquidos y posteriormente se estudió en testículos escrotales para comprobar su efectividad. En los estudios se ligaba y seccionaba el cordón espermático provocando una necrosis avascular del testículo (Voermans et al., 2006; Schumacher, 2012).

Los resultados determinaron no ser una técnica del todo fiable ya que se detectaron casos de revascularización del testículo y del epidídimo por parte de vasos procedentes del músculo cremáster y/o la vena pudenda externa (Voermans et al., 2006). Además, el hecho de no extirpar los testículos no está bien aceptado por algunos propietarios.

2.3. Complicaciones postquirúrgicas

A pesar de que la cirugía es fácil de realizar, la tasa de complicaciones asociadas es relativamente alta (Moll et al., 1995; Embertson, 2008; Getman, 2009).

La mayoría de las complicaciones que se pueden presentar tienden a ser leves y se resuelven con un tratamiento mínimo pero, pueden ocurrir complicaciones más graves o potencialmente mortales (Kilcoyne, 2013) por eso, es muy importante identificar aquellos factores de riesgo que favorecen el desarrollo de complicaciones para tomar las medidas adecuadas (Getman, 2009).

Inflamación y edema

La inflamación o edema es la complicación más común ya que se desarrolla después de casi cada castración. Se considera normal un grado leve de inflamación, al menos en aquellas técnicas donde el escroto se deja abierto (Kramer 2006; Schumacher, 2012; Ashton, 2019).

Infección y funiculitis

Se trata de una infección del cordón espermático (Kilcoyne, 2013). Las principales causas pueden ser por una extensión de una infección escrotal o bien por el uso de un emasculador o una ligadura contaminados (Schumacher, 1996).

Generalmente está causada por bacterias piógenas como *Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* spp. (Searle et al., 1999; Schumacher, 2012).

Hemorragia

Es normal cierto sangrado los primeros 5 min una vez terminada la cirugía (Schumacher, 1996; Getman, 2009). Este sangrado no debe confundirse con la hemorragia que se origina por una mala hemostasia (Getman, 2009; Schumacher, 2012). Los burros y las mulas, comparados con los caballos, presentan una mayor tendencia a la hemorragia después de la castración (Hagstrom, 2004).

Evisceración y prolapso del omento

La evisceración del intestino delgado a través del canal inguinal y la incisión inguinal es una complicación poco frecuente, pero, puede llegar a ser mortal. Ocurre dentro de las primeras 4 h postcirugía (Schumacher, 1996; Searle et al., 1999; Schumacher, 2012; Kilcoyne, 2013).

El prolapso del omento es una complicación menos grave que se debe al paso del omento a través del anillo inguinal vaginal y la incisión escrotal (Kramer, 2006; Ashton, 2019).

Aquellas técnicas donde se cierra la túnica vaginal parietal, la probabilidad de evisceración se reduce (Schumacher, 2012).

Peritonitis séptica

La peritonitis séptica es una complicación poco frecuente (Ashton, 2019). Se presenta debido a la comunicación existente entre el peritoneo y la túnica vaginal a través del canal inguinal (Schumacher, 1996; Kilcoyne, 2013).

Hidrocele

Es una complicación poco frecuente. El hidrocele es una acumulación de líquido seroso estéril dentro de la cavidad vaginal. (Schumacher, 1996; Kramer, 2006; Getman, 2009; Schumacher, 2012). La técnica abierta, en la que se eliminar menor cantidad de túnica vaginal, predispone a su formación (Schumacher, 1996; Kramer, 2006).

Otras complicaciones

La infección de la herida por clostridios es particularmente grave ya que la necrosis tisular y la toxemia producida por las bacterias pueden causar la muerte del caballo (Schumacher, 2012).

Clostridium tetani provoca el tétanos causando espasmos generales y parálisis de los músculos voluntarios. *Clostridium botulinum* provoca el botulismo causando una parálisis flácida, marcha debilitada, temblores musculares y disfagia (Schumacher, 2012).

Se han descrito algunos casos aislados de caballos que siguen mostrando su comportamiento sexual una vez castrados, siendo especialmente frecuente en primavera y principios de verano. Estos caballos se denominan “*false rigs*” (Cox, 1986).

Dañar el pene durante la castración es infrecuente; ocurre por un ineficiente conocimiento de la anatomía del aparato reproductor masculino y de la técnica de castración por parte del veterinario (Schumacher, 1996; Getman, 2009). Esta complicación iatrogénica es esperable principalmente en técnicas con anestesia general (Kramer, 2006).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La castración es un procedimiento quirúrgico frecuente en la clínica equina existiendo diferentes técnicas para llevarla a cabo. A pesar de ser una cirugía muy extendida y que la mayoría de esas técnicas son bastante fáciles de realizar, presenta un gran número de complicaciones. Algunas de ellas son relativamente frecuentes y, aunque no son graves, complican el postoperatorio tanto para el veterinario como para el propietario. Sin embargo, otras complicaciones son poco habituales, pero potencialmente letales.

Pese a la importancia de este procedimiento en la clínica equina, en nuestro conocimiento no existe ningún trabajo que analice de manera sistemática la bibliografía científica disponible para esta cirugía.

Por todo ello, el objetivo de esta revisión es recopilar y comparar de manera global la evidencia publicada de cada una de las técnicas quirúrgicas de castración y valorar las complicaciones postoperatorias que se presentan en cada caso para poder determinar el grado de seguridad de cada técnica, teniendo en cuenta el tipo y frecuencia de complicaciones que presentan y la gravedad de las mismas.

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo mencionado se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura científica disponible acerca de las diferentes técnicas de castración y sus complicaciones.

En este contexto, una revisión sistemática es un tipo de investigación científica mediante la cual se revisa la literatura científica sobre un tópico partiendo de una pregunta formulada de forma clara y objetiva, utilizando métodos sistemáticos y explícitos para localizar, seleccionar y valorar críticamente las investigaciones relevantes a dicha pregunta y aplicando protocolos sistemáticos sobre la recogida de datos e información de dichas investigaciones, con el objetivo de alcanzar conclusiones válidas y objetivas sobre qué es lo que dicen las evidencias sobre dicho tópico (Sánchez Meca, 2010) .

En tal sentido, según de Last (2001), una revisión sistemática “es la aplicación de estrategias que limitan la comisión de sesgos al integrar, analizar críticamente y sintetizar todos los estudios relevantes sobre un tópico”.

Si en una revisión sistemática se obtiene un índice cuantitativo de la magnitud del efecto que cada estudio está investigando y se aplican técnicas de análisis estadístico para integrar dichos efectos, entonces la revisión sistemática se denomina meta-análisis (Sánchez Meca, 2010).

Para llevar a cabo esta revisión sistemática se ha seguido la lista de verificación de PRISMA-E 2012 (Welch et al., 2016). Las fases que sigue una revisión sistemática con meta-análisis son las siguientes:

1. Formulación del problema: se trata de plantear la cuestión central que se pretende responder con el estudio, explicando previamente los conceptos implicados en la misma.
2. Búsqueda de los estudios: seleccionar todos aquellos que aborden la pregunta objeto de investigación de un modo empírico. En esta fase también se establecen los criterios de inclusión y exclusión de los estudios.
3. Codificación de los estudios: en esta fase se valoran los elementos que puedan afectar a los resultados (no siempre se aplica en revisiones sistemáticas y suele reservarse a meta-análisis) (Sánchez Meca, 2010).
4. Publicación: su presentación incluirá una introducción, método, resultados, discusión y conclusiones (Botella y Gambara, 2006).

La cuestión central que se ha tratado responder en esta revisión sistemática ha sido determinar cuál es la técnica de castración empleada actualmente más segura y que presenta una menor frecuencia de complicaciones y de baja gravedad.

Para ello, se consultaron bases de datos como PubMed, Web of Science (WoS) o Science Direct y buscadores académicos tales como Scholar Google. Se compilaron todos aquellos artículos

científicos que se ajustaban a los criterios de búsqueda y que, en principio contenían información acerca de las técnicas de castración y sus complicaciones en équidos.

Los artículos analizados comprenden el periodo de enero del 2000 hasta septiembre del 2019 incluyendo aquellos que están redactados tanto en inglés como en español. Se excluyeron aquellos artículos que no abordaban la pregunta objeto de la investigación, libros de texto, trabajos que solo aportaban opiniones o especulaciones no apoyadas en datos y resultados concretos y aquellos artículos que trataban exclusivamente sobre los criptórquidos, burros y ovariectomías.

Para la búsqueda de información se ha empleado la combinación booleana de los siguientes términos: *((horse OR equine) AND (castration OR orquectomy OR orquidectomy)) AND (surgical complications) NOT (donkey AND ovarectomy AND cryptorchid)*.

Para poder realizar el análisis estadístico se registraron las siguientes variables de cada estudio:

- Condiciones del estudio: número de animales, periodo del estudio, raza y edad de los animales presentes en el estudio.
- Tipo de anestesia empleada, posición del animal y administración de anestésico local.
- Técnica quirúrgica empleada: abierta, cerrada, semicerrada, cierre completo, Henderson y laparoscopía.
- Abordaje en el cierre completo o primario.
- Técnica hemostática empleada: sutura, emasculador, instrumento de Henderson, electrocirugía y otros.
- Administración de antibióticos y analgesia preoperatoria y postoperatoria.
- Complicaciones postquirúrgicas:
 - o Leves: se consideran complicaciones que no ponen en riesgo la vida del animal; por ejemplo: inflamación, hidrocele e infección
 - o Graves: complicaciones que pueden poner en riesgo la vida del caballo; por ejemplo: una evisceración u peritonitis séptica.
- Otras variables: lugar de realización, época del año y experiencia del cirujano.

Toda esta información se recopiló en una tabla en Microsoft Excel 2016. El número de casos era suficientemente grande como para poder realizar un estudio estadístico, meta-análisis, para esto se analizaron los datos con la ayuda del programa informático de estadística, IBM SPSS Statistics 19 para Windows, estableciéndose el error alfa en 0,050.

En primer lugar, se realizaron las medias ponderadas (x) de los resultados según el número de casos de cada trabajo, así como desviación estándar (s), mediana y rango (mínimo y máximo). Se evaluó la

normalidad de cada variable estratificadas por técnica de castración con la prueba de Shapiro-Wilk, y se descartaron todos los casos que tuvieran una distribución normal por lo que se compararon los resultados ponderados para cada técnica de castración con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, utilizándose como prueba *post hoc* la prueba U de Mann-Whitney por pares.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Descripción de los estudios seleccionados

Tras aplicar el método de búsqueda expuesto en el apartado anterior, se encontraron un total de 71 artículos. De esos, solamente 45 trataban de técnicas de castración y/o de sus complicaciones y, de esos, solo 25 mostraban registrada la técnica empleada y sus complicaciones. En algunos artículos se detallaba más de una técnica de castración y sus complicaciones correspondientes, por ese motivo, se analizaron en un total de 37 variables.

En el conjunto de los 25 artículos incluidos, se han realizado un total de 2.814 castraciones. Este elevado número de casos nos ha permitido realizar un estudio estadístico. A partir de este momento, cuando hablemos de “casos”, nos referimos a esos 2.814 caballos que se castraron.

Tabla 1. Análisis de los artículos empleados para el estudio estadístico, indicando el número de casos en los que se ha realizado cada técnica.

Técnica	n	%	$x \pm s$	Min	Mediana	Max	Total de casos
Abierta	5	22,4%	$147,2 \pm 100,3$	1	131	250	736
Cerrada	8	35,5%	$208,6 \pm 94,4$	1	238	335	691
Semicerrada	6	4,4%	$24,2 \pm 28,1$	1	20	77	145
Henderson	2	16,8%	$276 \pm 33,9$	252	276	300	552
Cierre completo	12	19,3%	$52,8 \pm 76,3$	1	17,5	238	634
Laparoscopia	4	1,7%	$14 \pm 13,0$	4	10	32	56

n: número de artículos en los cuales se describe dicha técnica y sus complicaciones; %: porcentaje de veces que se utilizó cada técnica respecto el número total de casos.

Haciendo un cómputo global de los artículos seleccionados para realizar el meta-análisis, observamos un predominio de artículos que tratan sobre el cierre completo respecto las demás técnicas. Podría atribuirse al incremento del interés de esta técnica por parte de los propietarios de los caballos ya que según la literatura reduce los cuidados y las complicaciones post-operatorias, siendo menor el tiempo de recuperación (Mason et al., 2005).

Hay que destacar también el escaso número de artículos publicados sobre la técnica de Henderson en la clínica equina, ya que en el período de búsqueda de este trabajo solamente se han encontrado dos artículos. A pesar del escaso número de estudios encontrados, el tamaño de muestra ha sido suficientemente grande obteniendo unos resultados significativos. Con la

técnica laparoscópica también se han encontrado pocos artículos, probablemente porque desde que se describió la posibilidad de revascularización ha dejado bastante de utilizarse.

Respecto la técnica semicerrada se han encontrado pocos artículos y el número de casos no es muy elevado. Consideramos que esto es debido a su poca práctica ya que si se realiza mediante anestesia general el veterinario opta por realizar el cierre completo porque comporta menos complicaciones y si se realiza mediante neuroleptoanalgesia se prefiere la técnica abierta o cerrada ya que suponen un menor tiempo de realización.

No todas las variables que se querían analizar en un principio se pudieron tener en cuenta a la hora de realizar el análisis estadístico debido a que no se reflejaron adecuadamente en todos los artículos incluidos. Además, se encontraron estudios con información muy interesante, como por ejemplo, los estudios de Price y colaboradores (2005); Owens y colaboradores (2018); Hodgson y Pinchbeck, (2019), en los cuales la información que presentaron no se pudo llegar a incorporar en el estudio estadístico, debido a que son resultados de encuestas (y por tanto opiniones) y no son resultados obtenidos con casos.

5.2. Anestesia

Del número total de casos en un 71,0% de los caballos la orquidectomía se realizó bajo anestesia general siendo la técnica de cierre completo la única que en la totalidad de sus casos se ha empleado con los caballos anestesiados.

En la Tabla 2 se ha calculado la frecuencia ponderada de utilización de anestesia general. Se observa que mediante laparoscopia apenas se empleó anestesia general, incrementándose su uso con la técnica semicerrada, y de forma similar, aunque con mayor frecuencia la técnica de Henderson y la abierta. La aplicación de anestesia general fue significativamente superior cuando se utilizaron las técnicas cerrada y el cierre completo.

Tabla 2. Frecuencias ponderadas de la utilización de anestesia general según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Laparoscópica	a	16,1% \pm 37,1 %	0,0%	0,0%	100,0%
Semicerrada	b	37,2% \pm 35,1%	0,0%	70,1%	70,1%
Henderson	c	45,7% \pm 49,9%	0,0%	0,0%	100,0%
Abierta	c	49,6% \pm 50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Cerrada	d	98,8% \pm 1,6%	96,8%	100,0%	100,0%
Cierre completo	d	100,0% \pm 0,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, p<0,001

MW*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas (p<0,050).

De manera complementaria, todos los animales que no se castraron con anestesia general, se castraron en estación, mediante neuroleptoanalgesia, representando un 29,0% de caballos respecto el total de casos.

En este estudio los resultados son similares a los de una encuesta realizada en Australia (Owens et al., 2018) donde un total de 138 veterinarios que respondieron el cuestionario un 59% realizan las castraciones bajo anestesia general y solamente un 7% mediante neuroleptoanalgesia. Estos datos se contrastan con la encuesta realizada por Price et al. (2005) donde una mayor proporción de los encuestados realizaba las castraciones mediante neuroleptoanalgesia. Estas diferencias referentes a la anestesia pueden ser por consecuencia de tradiciones popularizadas en ciertos países o posiblemente un cambio en las prácticas de castración posteriores a la publicación de estudios anteriores.

Llevar a cabo un procedimiento de castración con el caballo sometido a anestesia general, a pesar de los riesgos que conlleva la anestesia *per se*, es más segura y menos peligrosa para el cirujano que la neuroleptoanalgesia; sin embargo, elegir un método u otro se ve influenciado por el precio, la preferencia del cirujano y la tradición local.

Según el estudio realizado por Mason y colaboradores (2005) el coste de realizar una orquidectomía bajo anestesia general y en un hospital es 3,01 veces superior a aquellas realizadas en el campo mediante neuroleptoanalgesia. Por ese motivo, muchos propietarios optan por realizar el procedimiento en el campo. No obstante, el mismo autor, anuncia un aumento de las castraciones en los hospitales ya que cada vez más propietarios prefieren realizar este procedimiento en condiciones asépticas en un hospital y bajo anestesia general porque se ha demostrado como la probabilidad de complicaciones es menor suponiendo menos cuidados postquirúrgicos y agilizándose el periodo de recuperación (Mason et al., 2005).

Para conseguir un buen plano anestésico, es importante tener en cuenta la analgesia y para eso se recomienda complementarla con la administración de un anestésico local intratesticular. La frecuencia de utilización de anestesia local tanto en la técnica cerrada como en el cierre completo es mínima, incrementándose significativamente en la técnica abierta y semicerrada (Tabla 3). En las técnicas Henderson y laparoscópica se utilizó en todos los casos.

Se ha visto que muchas veces al inyectar anestésico en el cordón se produce un hematoma que interfiere en la aplicación del emasculador (Schumacher, 1996; Schumacher, 2012). Como alternativa, se puede inyectar lidocaína en el parénquima del testículo para llegar al cordón espermático. Un estudio realizado por Haga y colaboradores (2006) demostró que después de inyectar lidocaína radiomarcada intratesticular esta se distribuía de manera difusa hacia y

dentro del cordón espermático y de manera desigual en el músculo cremáster (Haga et al., 2006, citado por Portier et al., 2009).

Tabla 3. Frecuencias ponderadas de utilización de anestésico local según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$x \pm s$	Min	Mediana	Max
Cerrada	a	7,1% \pm 23,3%	0,0%	0,0%	93,3%
Cierre completo	b	8,0% \pm 25,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Semicerrada	c	45,5% \pm 50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Abierta	c	50,4% \pm 50,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Henderson	d	100,0% \pm 0,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Laparoscópica	d	100,0% \pm 0,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

Estos resultados son paralelos al método anestésico empleado para cada técnica de tal manera que, la anestesia local se emplea menos bajo anestesia general y es sumamente recomendable con el caballo en estación. En esta revisión se constata una mayor tendencia del uso del anestésico local cuando la operación se realiza por neuroleptoanalgesia en un 96,0% mientras que solamente el 18,1% de caballos castrados mediante anestesia general se les administró anestésico local intratesticular. Esta circunstancia también se refleja en la encuesta realizada a veterinarios australianos: un 84,9% (45/53) de veterinarios que emplearon la neuroleptoanalgesia como método de anestesia inyectaron anestésico local, mientras que, solamente el 40,8% (49/98) de los veterinarios que lo realizaron bajo anestesia general administraron anestésico local (Owens et al., 2018).

Otro estudio demostró que el 75% de los cirujanos usaban anestésico local durante la castración de pie, mientras que solo el 40% lo usaban durante la castración bajo anestesia general (Meunier (2000) citado por Portier et al., 2009). En el mismo estudio las razones para las cuales los veterinarios no utilizaron anestesia local en las castraciones bajo anestesia general eran: favorecimiento de la hemorragia o edema, coste adicional, promoción de infección, interferencia con la cicatrización de heridas, dolor durante la inyección y toxicidad general o local. Dicho estudio demostró como el uso de anestésico local permitía disminuir el número de bolos intravenosos adicionales necesarios para mantener la anestesia en un caballo bajo TIVA (*Total Intravenous Anesthesia*) haciéndola más rentable y proporcionando una mejor relajación del músculo cremáster. Además, rechazaban la hipótesis de que causa hemorragia, mayor número de complicaciones y supone un mayor coste.

5.3. Complicaciones postquirúrgicas

La castración en équidos parece ser un procedimiento rápido y fácil, a pesar de esto, pueden presentarse complicaciones y según qué técnica se lleve a cabo hay una predisposición a encontrar unas complicaciones u otras.

Para realizar este estudio se han considerado leves aquellas complicaciones que no suponían un riesgo para la vida del animal, mientras que aquellas complicaciones que ponían en peligro la vida del animal se han considerado graves.

La técnica cerrada es la que presenta un mayor número de casos sin complicaciones (87,7%) seguido de la técnica laparoscópica (87,5%), semicerrada (82,8%) y la técnica Henderson (82,1%). Siendo la técnica abierta y cierre completo las que presentan un menor número de casos sin complicaciones siendo un 54,2% y 45,0% respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencias de complicaciones leves y graves según la técnica.

Técnica	Sin complicaciones	Complicaciones leves	Complicaciones graves
Abierta	54,2%	33,2%	12,6%
Cerrada	87,7%	8,5%	3,8%
Semicerrada	82,8%	15,9%	1,4%
Cierre completo	45,0%	51,7%	3,3%
Henderson	82,1%	15,2%	2,7%
Laparoscópica	87,5%	7,1%	5,4%

La técnica que presenta un mayor porcentaje de complicaciones leves es el cierre completo con un 51,7%, seguida de la técnica abierta con un 33,2%, la técnica semicerrada con un 15,9%, la técnica de Henderson con un 15,2%, la técnica cerrada con un 8,5% y por último la técnica laparoscópica con un 7,1% de complicaciones leves (Tabla 4). Teniendo en cuenta que según la literatura el cierre completo, respecto la técnica abierta, cerrada y semicerrada se considera la técnica con menos complicaciones, nos confirma la hipótesis que en estos estudios los criterios para clasificar las complicaciones son más estrictos.

La técnica semicerrada y Henderson presentan un bajo porcentaje de casos con complicaciones graves, 1,4% y 2,7% respectivamente incrementándose en el cierre completo (3,3%) y la técnica cerrada (3,8%). Sin embargo, la técnica abierta es la que presenta un mayor porcentaje con un 12,6% de complicaciones graves.

Según un estudio retrospectivo realizado por Moll y colaboradores (1995) la técnica semicerrada presentaba una mayor proporción de complicaciones (infección, hemorragia e inflamación) respecto la abierta y la cerrada, sin embargo, en nuestro estudio, según los datos de la Tabla 4

presenta un porcentaje de complicaciones similar al de la técnica cerrada y menor que el de la técnica abierta. Presentando una mayor proporción de complicaciones leves en un 15,9%.

Para poder establecer una relación entre las complicaciones postquirúrgicas y las distintas técnicas de castración se compararon teniendo en cuenta el número de individuos de cada estudio como factor de ponderación.

Desde la Tabla 5 a la 13 se han calculado las frecuencias ponderadas de ocurrencia de las distintas complicaciones valoradas en el estudio según las distintas técnicas quirúrgicas empleadas.

Muchos autores indican que la inflamación o edema es una de las complicaciones más frecuentes que tienen lugar después de una castración, de tal manera que muchos clínicos lo consideran como un fenómeno normal ya que se va producir prácticamente en todas las castraciones. En la Tabla 5 se observa que mediante la técnica laparoscopia y cerrada apenas se han registrado casos que presentaron inflamación, incrementándose el número en la técnica Henderson y semicerrada siendo máxima en el cierre completo en un 31,7% de los casos.

Tabla 5. Frecuencia ponderada de inflamación/edema según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Cerrada	a	1,9% \pm 5,6%	0,0%	0,0%	100,0%
Semicerrada	a	9,0% \pm 25,5%	0,0%	0,0%	81,3%
Laparoscópica	b	1,8% \pm 1,6%	0,0%	3,1%	3,1%
Abierta	c	14,9% \pm 19,5%	0,0%	3,8%	42,0%
Henderson	d	6,5% \pm 3,4%	2,8%	9,7%	9,7%
Cierre completo	e	31,7% \pm 25,6%	0,0%	15,9%	100,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

La inflamación está relacionada con la presencia de tejido que no se extirpa. En la técnica cerrada se elimina gran cantidad de tejido en comparación con la técnica abierta, por ese motivo los casos que presentaron inflamación en la técnica cerrada con respecto la técnica abierta son inferiores.

Del mismo modo que la técnica cerrada, con la semicerrada gran parte del tejido de la túnica vaginal parietal y el músculo cremáster se retiran, es por eso que no se encontraron diferencias significativas entre la técnica cerrada y semicerrada en la incidencia de inflamación.

Con la técnica Henderson se han presentado menos casos de inflamación que con la técnica abierta porque en el procedimiento quirúrgico se extrae una parte sustancial de la túnica vaginal parietal debido a la extirpación del cordón cerca del anillo inguinal externo, en cambio, la técnica abierta, tal como se menciona, se caracteriza por no eliminar este tejido y ser causa de

inflamación. Por otro lado, la acción giratoria que ejerce sobre el tejido es más agresiva y traumática que la que puede realizar un bisturí o un emasculador explicándose porque el número de casos de inflamación en la técnica cerrada es más bajo, teniendo en cuenta que en ambas técnicas se elimina gran parte del tejido.

La técnica laparoscópica también presenta una incidencia muy baja. Esos casos de inflamación no pueden deberse a la incisión, que se realizan en el abdomen y no en la zona escrotal, sino, probablemente, por el proceso isquémico generado en los testículos (Rijkenhuizen y Grinwi, 1999).

De acuerdo con la Tabla 4 con el cierre completo se han observado un total de 55,0% casos con complicaciones siendo principalmente leves en un 51,7%. De estas complicaciones la más registrada fue la inflamación en un 31,7% (Tabla 5) de casos. Sorprende encontrar una frecuencia tan alta en la técnica de cierre completo, que tradicionalmente se ha considerado como la que menos problemas registra y ese es el motivo por el que muchos propietarios optan por ella, pese a su coste más elevado (Mason et al., 2005).

En el cierre completo, tanto la ablación del escroto como el abordaje inguinal son dos acciones mediante las cuales se ha visto que la probabilidad de inflamación disminuye. En nuestro estudio, del total de caballos que se castraron mediante el cierre completo, en 305 casos el abordaje fue inguinal y de estos 158 (52%) presentaron signos de inflamación, mientras que en 170 caballos el abordaje fue escrotal, de los cuales en 126 se les practicó una ablación del escroto y solamente el 6% presentó inflamación del escroto. De los 44 caballos con abordaje escrotal que no se les extirpó el escroto el 27% presentaron casos de inflamación. La ablación del escroto como método preventivo de ciertas complicaciones en nuestro estudio es efectivo, sin embargo, el abordaje inguinal en más de la mitad de los caballos desarrolló una inflamación. Estos hallazgos indican que las diferentes variantes que pueden utilizarse en el cierre completo (según abordaje y qué se hace con el escroto), hacen que esta categoría deba considerarse más bien como un grupo de técnicas que como una técnica única, ya que hay importantes diferencias en las complicaciones postoperatorias en función de esas variantes.

Según la información presentada en la Tabla 6. La técnica cerrada es la que presentó el menor número de casos de hemorragia (0,4%) seguida por la técnica semicerrada (1,4%), incrementándose levemente el número de casos en la técnica Henderson, cierre completo y abierta siendo máxima en la técnica laparoscópica con un 5,4% de los casos. En esta complicación, se observaron diferencias significativas entre todas las técnicas (Tabla 6).

Para evitar la hemorragia existen varios métodos de hemostasia explicados en el apartado 2.2. No ha sido posible realizar un estudio estadístico sobre la frecuencia de hemorragia en función

del método de hemostasia utilizado debido a la falta de información en los artículos, por lo tanto, se procede a realizar sólo un análisis descriptivo de los resultados obtenidos.

Tabla 6. Frecuencia ponderada de hemorragia según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Semicerrada	a	1,4% \pm 11,7%	0,0%	0,0%	100,0%
Cerrada	b	0,4% \pm 1,5%	0,0%	0,0%	6,7%
Laparoscópica	c	5,4% \pm 12,4%	0,0%	0,0%	33,3%
Henderson	d	2,2% \pm 2,0%	0,0%	4,0%	4,0%
Cierre completo	e	2,8% \pm 4,8%	0,0%	1,7%	100,0%
Abierta	f	3,8% \pm 4,0%	0,0%	2,3%	9,2%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

El método hemostático que más se ha utilizado ha sido el emasculador con un 47,6%. Así mismo, en la encuesta realizada a veterinarios australianos (Owens et al.2017), el 92% de los encuestados utilizaba solamente el emasculador por los siguientes motivos: hábito o confort con la técnica; menos complicaciones, el emasculador es más rápido que el Henderson; la falta de oportunidades para usar el Henderson y la percepción de que el instrumento Henderson es poco profesional y a los propietarios no les gusta.

El emasculador pierde poder hemostático si no se coloca correctamente y también cuando el tejido del cordón espermático que se va a emascular es muy grueso, por lo tanto, muchas veces se recomienda separa el paquete musculofibrosos y neurovascular y realizarlo en dos partes para asegurar una buena hemostasia.

Otra opción hemostática es la utilización de una sutura, en nuestro estudio se empleó en un 15,7% de los casos. En algún estudio se detectó un mayor número de casos de infección y funiculitis debido al uso de la sutura (Moll et al., 1995) y es que la sutura tiene la función de foco de infección.

Hay varios autores (Rijkenhuizen et al., 2013; Comino et al., 2016; Koenig et al., 2019) que en sus estudios comparan la eficacia de distintos nudos como el transfixiante, nudo deslizante, nudo doble o simple e incluso la eficacia del tipo de material de sutura como es la sutura multifilamento trenzada con el monofilamento.

Al finalizar estos estudios los autores llegaron a varias conclusiones: el nudo transfixiante y deslizante tienen una eficacia similar, no obstante, con el nudo deslizante se utiliza menos material de sutura, pero a la vez se va a ver influenciado por la técnica de castración que se utilice (Comino et al.,2016). La fuerza de tracción aplicada en la sutura y el nudo son importantes

para la seguridad de la ligadura; siendo el doble nudo más seguro que el nudo simple en caso de que la sutura falle (Rijkenhuizen et al., 2013).

Hay autores (Carmalt et al., 2008; Rijkenhuizen et al., 2013) que recomiendan utilizar el monofilamento en condiciones de campo ya que reduce la incidencia de infección bacteriana, produce una menor reacción tisular, exhibe menos desgarros del tejido gracias a su superficie lisa respecto al multifilamento. El estudio realizado por Koenig y colaboradores (2019) donde se utiliza una sutura multifilamento trenzada, exponen una mejor manipulación, menor propensión a romperse y además una disminución del riesgo de evisceración sin evidencia de una mayor tasa de infección.

Para intentar favorecer la hemostasia o reducir el riesgo de evisceración, se puede optar por combinar el emasculador con una sutura, utilizándola en un 14,2% en este estudio. Un estudio realizado por Comino y colaboradores (2016) observaron que el uso del emasculador y la ligadura conjuntamente tanto en la técnica abierta como cerrada no mejora la capacidad hemostática, pero sí se recomienda aplicarlo en la técnica cerrada para minimizar el riesgo de complicaciones como puede ser la evisceración. Presentando una gran importancia en aquellas razas que son más propensas a padecer dicha complicación como los Pura Sangre Inglés, los caballos de tiro o los Pura Raza Árabe.

El instrumento Henderson se ha utilizado en el 19,3% de los casos, siendo el segundo método más utilizado. En comparación con el emasculador dicho instrumento se utiliza en menor medida evidenciado en el estudio realizado por Owens y colaboradores (2018) donde solamente en el 5% de las 5.330 castraciones realizadas en un período de tiempo de 12 meses se llevaron a cabo con este instrumento. En la encuesta, el motivo principal por el cual preferían el instrumento de Henderson era por la rapidez de la técnica y por observarse menos complicaciones en comparación con casos castrados con el emasculador.

La hemostasia se consigue gracias a la acción giratoria que ejerce sobre el cordón espermático. Aunque parece extraño, Racine y colaboradores (2019) señalan que la hemostasia proporcionada por el instrumento de Henderson puede llegar a ser superior a la lograda con el emasculador, independientemente de la edad del équido, el tamaño del cordón espermático y la arteria testicular. Sin embargo, el HECLI puede no proporcionar una hemostasia adecuada en burros ya que en el estudio se experimentó una hemorragia severa en 2 de 8 (25%) burros castrados. En nuestro estudio una media del 2,2% de los casos presentó hemorragia.

Hay muy pocos casos descritos donde se utiliza la electrocirugía como método hemostático. En este estudio solamente un 3,5% de los casos se empleó y principalmente en aquellos casos donde

el método de castración era la técnica laparoscópica. La hemorragia es la principal complicación que presenta la técnica laparoscópica en nuestro estudio en un 5,4% de los casos. Hay un autor que utilizando la electrocirugía causó accidentalmente una adhesión del eje metálico del electrodo bipolar al tejido de alrededor causando un daño peritoneal adicional, además, de hemorragias por una coagulación inadecuada (El-Sherif, 2019).

Hay autores como Petrizzi y colaboradores (2006) y Gracia-Calvo y colaboradores (2012) que utilizan este método en cirugías de cierre completo. En el estudio de Gracia-Calvo y colaboradores (2012) un 2,85% de los 35 caballos que se castraron presentaron una leve hemorragia requiriendo una segunda aplicación.

La infección del escroto igual que la inflamación y la hemorragia está considerada como una complicación postquirúrgica leve. Tal como se ha mencionado anteriormente según varios autores como Moll y colaboradores (1995) y Schumacher y colaboradores (1996) se ve influenciada por la presencia de material extraño como podría ser el de la sutura empleada como método hemostático.

Tabla 7. Frecuencia ponderada de infección del escroto según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$x \pm s$	Min	Mediana	Max
Laparoscópica	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cerrada	b	2,0% \pm 5,2%	0,0%	0,0%	19,1%
Cierre completo	b	1,3% \pm 4,0%	0,0%	0,0%	25,0%
Abierta	c	3,5% \pm 7,6%	0,0%	0,0%	20,7%
Semicerrada	d	6,9% \pm 17,5%	0,0%	0,0%	56,3%
Henderson	e	4,9% \pm 4,5%	0,0%	9,0%	9,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

Según la información presente en la Tabla 7, mediante la técnica laparoscópica no se observó en ningún caso infección del escroto, incrementándose la incidencia en el cierre completo (1,3%), la técnica cerrada (2,0%) y la técnica abierta (3,5%) siendo la técnica semicerrada (6,9%) y Henderson (4,9%) las dos técnicas que presentaron más casos de infección. No se detectaron diferencias significativas entre la técnica cerrada y el cierre completo con respecto al número de casos que presentaron infección.

La funiculitis tal como se explica en el apartado 2.3, es una complicación que ocurre en aquellos casos donde la infección del cordón testicular permanece después de la cicatrización de la herida de la incisión.

Como podemos observar en la Tabla 8, la frecuencia de esta complicación postquirúrgica en la mayoría de las técnicas se encuentra alrededor del 0,0%, destacando los datos obtenidos en la técnica abierta que se presentó en un 7,6% de los casos. No se obtuvieron diferencias significativas entre las siguientes técnicas: las técnicas laparoscópica y semicerrada, las técnicas laparoscópica y cierre completo, las técnicas cerrada y abierta y las técnicas abierta y Henderson.

Tabla 8. Frecuencia ponderada de funiculitis según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Laparoscópica	a, b	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Semicerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cierre completo	b	0,3% \pm 1,4%	0,0%	0,0%	6,7%
Cerrada	c	0,3% \pm 0,9%	0,0%	0,0%	3,3%
Abierta	c, d	7,6% \pm 10,6%	0,0%	0,0%	22,4%
Henderson	d	0,2% \pm 0,2%	0,0%	0,3%	0,3%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

Estos hallazgos son esperables ya que la técnica abierta deja una comunicación abierta entre el exterior y el abdomen favoreciendo la probabilidad de infección y la posterior funiculitis (Schumacher, 2012). En nuestro estudio un 3,5% de los casos presentaron infección del escroto y un 7,6% funiculitis (Tablas 7 y 8) siendo las complicaciones que más se presentaron en esta técnica. En un estudio llevado a cabo por Mason y colaboradores (2005) el 92,4% de los caballos que se castraron mediante la técnica abierta presentaron signos de infección considerando este elevado porcentaje a una falta de actividad después de la castración. Esta comunicación favorece la infección del escroto y, además, la incidencia aumenta si se utiliza una sutura como método hemostático.

La técnica cerrada presenta una menor incidencia de infección del escroto y funiculitis que la técnica abierta gracias a que no se incide en la túnica vaginal parietal, a pesar de que la incisión permanezca abierta para cicatrizar por segunda intención. No hay diferencias significativas entre ambas técnicas respecto los casos funiculitis, hay muchas explicaciones por las cuales se puede haber producido una funiculitis y ser comunes entre la técnica abierta y la cerrada como por ejemplo el uso de suturas, la época del año, el lugar de realización o incluso debido a una infección anterior que no se detectó ni trató.

Conforme la información recopilada, la técnica semicerrada presenta una incidencia de infección del escroto del 6,9%, siendo la técnica que más casos se recopilaron debido a una mayor manipulación y disección del tejido lo que conlleva a una mayor contaminación o una mayor

duración de la cirugía. Pese a ello, en esta técnica, sorprendentemente, no se registra ningún caso de funiculitis.

El cierre completo se realiza en condiciones asépticas pudiéndose suturar la piel disminuyendo el riesgo de infección y funiculitis, aun así, y según los resultados obtenidos en esta revisión, está claro que esta técnica no reduce al 0,0% la probabilidad de infección y funiculitis. No obstante, estos valores se encuentra por encima de los obtenidos en otros estudios como el de Robert y colaboradores (2017) y Kummer y colaboradores (2009) en los cuales no se detectó esta complicación en ningún caso.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en las técnicas abierta, cerrada y semicerrada donde se registraron en un 3,5%, 2,0% y 6,9% de casos de infección del escroto respectivamente en cada técnica y en un 7,6%, 0,3% y 0,0% de casos de funiculitis respectivamente, el cierre completo minimiza la incidencia de esta complicación gracias a que se tiene que realizar en un ambiente aséptico.

La técnica Henderson presenta una incidencia de infección inferior a las otras técnicas que pueden realizarse en el campo porque con esta técnica, la manipulación del tejido es mínima y tampoco se emplea material extraño como puede ser de la sutura interfiriendo favorablemente en la contaminación.

Hay cierta controversia con el uso de antibióticos como método de profilaxis antibiótica perioperatoria (PAP) utilizándose principalmente como tratamiento antimicrobiano profiláctico a corto plazo para reducir el riesgo de infección de la herida postoperatoria. El objetivo del PAP es asegurar una concentración eficiente de antibiótico en el campo quirúrgico durante la intervención (Haucke et al., 2017).

En este estudio, se ha considerado como variable la administración de antibióticos, sin embargo, la información recopilada no se ha podido analizar estadísticamente porque no se presentaba de forma uniforme.

En una encuesta realizada por Moll y colaboradores (1995) se llevaron a cabo un total de 23.229 castraciones realizadas por 615 veterinarios. De éstos, 312 (51%) encuestados administraron antibióticos de forma rutinaria, siendo la penicilina la más utilizada y 242 encuestados no administraron antibióticos de forma rutinaria. La tasa de infección fue significativamente menor entre los caballos que se les administró antibiótico (2,9%) frente a los que no (4%).

Por el contrario, otra encuesta realizada por Owens y colaboradores (2018) a veterinarios australianos el 95% de los veterinarios administraban antibióticos y un 10% de los encuestados no. En comparación con la encuesta de Moll y colaboradores (1995) un mayor número de

encuestados administra antibióticos de manera rutinaria. Esto puede reflejar un cambio de protocolo en respuesta al hallazgo de la encuesta de América del Norte en la cual la administración de medicamentos antimicrobianos se asoció con tasas más bajas de infección postoperatoria, o simplemente puede ser un punto de diferencia internacional (Owens et al., 2018). A pesar de la mayor tasa de administración de medicamentos antimicrobianos, no se encontró una asociación significativa entre los antimicrobianos y las complicaciones postoperatorias.

En otro estudio, solamente el 20% de los pacientes recibió antimicrobianos postoperatorios de rutina, atribuyéndolo a una elección individual del médico y el riesgo percibido (Hodgson y Pinchbeck, 2019).

Hay algunos estudios en los cuales se detecta el amiloide sérico A (SAA), una proteína de fase aguda para detectar si existe una relación entre el aumento de la concentración de esta proteína y las complicaciones postquirúrgicas presentadas en una orquidectomía como son la inflamación e infección.

Jacobsen y colaboradores (2005) demostraron que la concentración del SAA aumenta después de una castración siendo más sensitiva que el fibrinógeno o las células blancas ya que, los niveles séricos de SAA reflejaban el curso de la inflamación, mientras que los niveles del fibrinógeno clásico no diferían entre los caballos con complicaciones postoperatorias y sin complicaciones.

En el mismo estudio, caballos que desarrollaron complicaciones como la inflamación o infección excesiva después de la castración, las concentraciones de SAA fueron persistentemente altas y las concentraciones de hierro persistentemente bajas, mientras que, en los caballos con recuperación postoperatoria sin complicaciones, los niveles de estos dos marcadores inflamatorios volvieron a los niveles preoperatorios dentro de los 8 días postcastración (Jacobsen et al., 2005).

De modo que, determinando los niveles de SAA podemos detectar complicaciones postquirúrgicas como la inflamación e infección, tanto en castraciones como en otros procedimientos. Al mismo tiempo se ha comprobado que la concentración de SAA después de una orquidectomía varía en función de la pauta antibiótica que se establezca.

En un estudio realizado por Haucke y colaboradores (2017) con un total de 47 caballos se realizaron dos grupos. El grupo 1, el cual solamente se le administró una dosis de penicilina G sódica después de realizar la incisión y el grupo 2, el cual se le administró una dosis penicilina procaína después de realizar la incisión y al cabo de 24 y 48 h.

En el día ocho postcastración, se detectó una mayor incidencia de casos con signos de inflamación en el grupo 1 respecto el grupo 2. Al mismo tiempo, el grupo uno presentaba un

mayor número de casos con signos de exudación con respecto el grupo 2. Además, se tomaron muestras del exudado para realizar un cultivo, del cual el grupo 1 presentó una mayor concentración de *Streptococcus* (8,67% frente a 1,46%).

Para demostrar la relación entre la SAA y dichas complicaciones, se analizó su concentración detectándose en ambos grupos un aumento de su concentración, sin embargo, dicho aumento fue menor en el grupo que se le administró penicilina procaína durante un par de días postcastración. La correlación que observamos entre las complicaciones y la concentración de SAA nos indica que conocer la concentración de SAA nos puede ayudar a determinar la presencia de ciertas complicaciones y, además, el uso de una antibioterapia prolongada ayuda a minimizar los efectos de dichas complicaciones.

El estudio realizado por Busk y colaboradores (2010) demuestra cómo es recomendable utilizar Penicilina Procaína en caballos castrados en el campo en los cuales la incisión se deja abierta para cicatrizar por segunda intención ya que en este estudio, la concentración de SAA en los 8 días siguientes a la castración se mantuvo más alta en aquellos caballos que no se les administró el antibiótico.

Según Kilcoyne y colaboradores (2013) la decisión de utilizar antibióticos en aquellas castraciones realizadas en el campo va a depender de varios factores como las condiciones climáticas y el posible ambiente antihigiénico.

Actualmente, sigue siendo cuestionable si el bienestar animal aumenta con una respuesta inflamatoria más baja después de la castración y, por lo tanto, justifica el uso de antimicrobianos asumiendo el riesgo de desarrollar resistencias bacterianas. La decisión de usar un PAP o no debe basarse en circunstancias individuales y no debe reemplazar a la higiene básica ni la cirugía adecuada (Haucke et al., 2017).

Existe la misma controversia con el uso de analgésicos. La encuesta realizada por Price y colaboradores (2005) en el Reino Unido un 45,4% de los veterinarios no administraba AINE (Antiinflamatorio No Esteroideo) adicionales después de la operación, 17,7% los administraba ocasionalmente y un 36,9% los administraba de manera rutinaria. En otra encuesta realizada en Australia (Owens et al., 2018), el 33% solamente administraba analgesia preoperatoria, un 28% antes y durante un período de 1-5 días postoperación y un 15% de los encuestados solamente administraba una dosis antes y una después de la cirugía. En este mismo estudio se observó una relación significativa entre la administración de analgésicos ya la minimización de infección y evisceración. Así mismo, en otro estudio el 39% de los casos se les administró de manera

rutinaria después de la operación, indicando ser un factor positivo para el bienestar de los caballos (Hodgson y Pinchbeck, 2019).

Según la información presente en la Tabla 9, la eventración es una complicación poco frecuente ya que como máximo se registró en un 3,0% de los casos, siendo la técnica cerrada la que presentó un mayor número de casos, destacando la técnica laparoscópica, semicerrada, cierre completo y Henderson en las que no se detectó ningún caso, mientras el cierre completo y la Henderson fue sólo en un 0,2% de los casos. Esta complicación se presentó de manera significativa entre las técnicas laparoscópica y semicerrada.

Tabla 9. Frecuencia ponderada de eventración según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$x \pm s$	Min	Mediana	Max
Laparoscópica	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Semicerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cierre completo	b	0,2% \pm 0,5%	0,0%	0,0%	1,6%
Henderson	c	0,2% \pm 0,2%	0,0%	0,0%	0,4%
Abierta	d	1,2% \pm 1,5%	0,0%	0,0%	3,4
Cerrada	e	2,9% \pm 4,7%	0,0%	0,0%	100,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

El prolapo del omento a diferencia de la eventración intestinal no se considera mortal y se debe al paso del omento a través del anillo inguinal vaginal y la incisión escrotal. Según la información presentada en la Tabla 10, nos indica que, al igual que en la eventración, su casuística es baja, siendo nula en la técnica semicerrada, cierre completo y Henderson, incrementándose en la técnica abierta y laparoscópica en un 1,0% y 1,8% respectivamente. La técnica cerrada es la que presenta una mayor frecuencia de casos con dicha complicación con una media del 3,0%. No se detectaron diferencias significativas entre la técnica semicerrada y cierre completo y la técnica abierta y laparoscópica.

Tabla 10. Frecuencia ponderada de prolapo del omento según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$x \pm s$	Min	Mediana	Max
Semicerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cierre completo	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Laparoscópica	b	1,8% \pm 3,0%	0,0%	0,0%	6,7%
Abierta	b	1,0% \pm 1,1%	0,0%	0,0%	2,6%
Henderson	c	0,7% \pm 0,1%	0,7%	0,7%	0,8%
Cerrada	d	3,0% \pm 5,1%	0,0%	3,0%	21,3%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, $p<0,001$

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas ($p<0,050$).

De la misma manera que otras complicaciones, la eventración y el prolapo del omento también se ven favorecidos por la comunicación entre el exterior y el abdomen que se produce en la técnica abierta. El estudio realizado por Shoemaker y colaboradores (2004) la incidencia de eventración y prolapo del omento con la técnica abierta es del 4,8% y 1,0% respectivamente siendo estos valores muy elevados en comparación con otros estudios como el realizado por Mason y colaboradores (2005) y respecto esta revisión donde en un 1,2% y 1,0% de los casos se produjo eventración y prolapo del omento respectivamente. En el estudio de Shoemaker y colaboradores (2004) se determinó que la probabilidad de evisceración y prolapo del omento tanto en la técnica abierta como cerrada es la misma en caso de no aplicarse una ligadura en el cordón espermático en la técnica cerrada.

En la técnica cerrada, a diferencia de la técnica abierta, no se incide en la túnica vaginal. De acuerdo con la Tabla 1 la técnica cerrada es la que más se ha utilizado en nuestro estudio y solamente el 12,3% de los casos que se castraron mediante esta técnica presentaron complicaciones. A pesar de que con la técnica cerrada se detectaron pocas complicaciones, un tercio de estas fueron graves destacando los casos de eventración que ocurrieron en el 2,9% de los casos (Tablas 4 y 9). El riesgo de eventración parece ser menor que con la técnica abierta ya que al no incidirse en la túnica vaginal parietal no existe una comunicación entre el exterior e interior. Pero, si comparamos la técnica abierta y la cerrada observamos un mayor porcentaje de casos de eventración y prolapo del omento con la técnica cerrada (2,9% y 3,0% respectivamente) que con la técnica abierta (1,2% y 1,0% respectivamente). Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Shoemaker y colaboradores (2004) en el cual un mayor número de caballos castrados con la técnica cerrada padecieron evisceración y prolapo del omento en comparación con aquellos que se realizó la técnica abierta.

Según los mismos autores, al no colocarse una ligadura alrededor de la túnica vaginal parietal, en la técnica cerrada existe la misma comunicación entre la cavidad peritoneal y el exterior del escroto que con la técnica abierta, por lo tanto, si no se emplea una ligadura alrededor del cordón espermático no hay diferencias significativas entre las técnicas de castración abierta y cerrada y la tasa de eventración y prolapo del omento. Además, la aplicación de los emasculadores proporciona un ligero sellado presentando poca o ninguna resistencia mecánica al paso de los intestinos desde el canal inguinal hacia el exterior de las incisiones escrotales; motivo por el cual se refuerza la idea de combinar el emasculador con una sutura absorbible (Shoemaker et al., 2004).

El aumento de presión intraabdominal, un tamaño grande de los anillos inguinales, la posición de la pata en la recuperación y el movimiento excesivo, pueden ser causas que potencian la

eventración (Shoemaker et al., 2004). Cuando un caballo se castra se produce una diferencia de presiones que favorece la evisceración (Carmalt et al., 2008). Por este motivo, al emplearse una ligadura alrededor del cordón espermático en la técnica cerrada se evita la entrada o salida del aire durante el procedimiento, al mismo tiempo se favorece la hemostasia (Carmalt et al., 2008).

Además de estos factores, en humana se ha demostrado la importancia del plexo pampiniforme en la prevención de hernias inguinales (Hahn-Pedersen et al., 1994) ya que en situaciones donde aumenta la presión intraabdominal el plexo pampiniforme llena el espacio vacío que es el canal inguinal evitando así la hernia. La castración usando el emasculador altera la hemodinámica mediante la eliminación del plexo pampiniforme haciendo más accesible el anillo inguinal por parte del contenido intestinal. El hecho de que en general la tasa de eventración sea baja puede explicarse por la inflamación que experimenta el muñón del cordón espermático ejerciendo la función de “tapón” (Shoemaker et al., 2004).

Con el cierre completo la incidencia de ambas complicaciones es muy baja comparado con las técnicas convencionales que más se utilizan. A pesar de que, la probabilidad de que se produzca una hernia inguinal no se reduce, sí lo hace la probabilidad de supervivencia en estos casos porque al cerrarse la piel, la víscera se mantiene en el escroto en un ambiente estéril.

Con la técnica Henderson, se ha detectado un caso de eventración (0,2%) y dos de prolapsos del omento (0,7%) indicando que la túnica vaginal parietal con este método no se sella perfectamente y se debe tener presente que puede ocurrir. Si se comparan los resultados de este estudio con la tasa de evisceración de un gran estudio donde se castraron por la técnica abierta o la cerrada 568 potros con una tasa de evisceración del 4,8% (Shoemaker et al., 2004) y en otro estudio, la tasa de evisceración de caballos castrados por la técnica cerrada y semicerrada fue del 0,3% (Kilcoyne et al., 2013).

La técnica laparoscópica no presenta ningún caso de evisceración y prolapsos del omento (Tablas 9 y 10) ya que al no realizarse la incisión escrotal es imposible que ocurra. Del mismo modo, en la técnica semicerrada tampoco se han detectado casos ya que al cerrarse la túnica vaginal parietal este riesgo se minimiza, sin embargo, hay que destacar la poca información encontrada sobre esta técnica, que puede explicar porque no se han detectado casos de eventración y prolapsos del omento.

El hidrocele es una complicación leve y poco frecuente que se presenta como una hinchazón escrotal fluctuante no dolorosa. Según la información de la Tabla 11 observamos como en la mayoría de las técnicas la casuística es del 0,0%, excepto en la técnica abierta que de media ha sucedido en el 5,0% de los caballos que se castraron por dicha técnica.

Tabla 11. Frecuencia ponderada de hidrocele según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Cerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Semicerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Henderson	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Laparoscópica	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cierre completo	b	0,2% \pm 0,3%	0,0%	0,0%	0,6%
Abierta	c	5,0% \pm 7,0%	0,0%	0,0%	14,8%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, p<0,001

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas (p<0,050).

La técnica abierta es la que presenta un mayor número de casos ya que al eliminarse menor cantidad de tejido se favorece esta formación. Asimismo, para evitar que se produzca esta complicación en el cierre completo que es la segunda técnica en la que se registró esta complicación, es importante realizar un buen cierre de todos los planos de la piel.

De manera mucho menos frecuente pueden presentarse otras complicaciones entre las que se incluyen: fiebre, cólico, cojera, laminitis, tromboflebitis, absceso inguinal, colitis, etc.

Según la información de la Tabla 12, no se registró ninguna de estas complicaciones en la técnica semicerrada, apareciendo en la técnica cerrada (1,6%), Henderson (2,9%), laparoscópica (3,5) y abierta (8,5%) siendo el cierre completo la que presenta una mayor incidencia en un 18,6% de los casos destacando que principalmente dichas complicaciones fueron casos con fiebre.

Tabla 12. Frecuencia ponderada de otras complicaciones según la técnica de castración.

Técnica	MW*	$\bar{x} \pm s$	Min	Mediana	Max
Semicerrada	a	0,0% \pm 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cerrada	b	1,6% \pm 6,5%	0,0%	0,0%	100,0%
Laparoscópica	c	3,5% \pm 8,2%	0,0%	0,0%	22,2%
Henderson	d	2,9% \pm 3,2%	0,0%	0,0%	6,3%
Abierta	d	8,5% \pm 11,9%	0,0%	0,0%	25,2%
Cierre completo	e	18,6% \pm 15,2%	0,0%	11,3%	100,0%

Significación según la prueba de Kruskal-Wallis, p<0,001

*Letras diferentes en la segunda columna indican diferencias significativas según la prueba U de Mann-Whitney aplicada por parejas (p<0,050).

En este análisis se han considerado otras complicaciones tales como la peritonitis, tétanos, daño en el pene y persistencia del comportamiento de macho, en las cuales solamente se detectó un caso, o bien, no se registró ninguno. En consecuencia, son unas complicaciones muy poco frecuentes, aunque no menos importante prevenirlas.

De todos los caballos presentes en este estudio solamente de 2.725 se obtuvo información del lugar donde se realizó la cirugía. De estos, 1.510 de los casos se llevó a cabo mediante la clínica ambulatoria en el campo, 915 de los casos en el hospital y en 300 casos algunos se llevaron a cabo en el hospital y otros en el campo, no obstante, no se especifica la proporción.

En el estudio se tuvieron en cuenta otras variables tales como raza, edad, época del año, experiencia del cirujano. La información aportada tanto la edad como las razas de los animales en los estudios no nos permite realizar un análisis estadístico para ver si existe relación o no con las complicaciones. La época del año y la experiencia del cirujano son dos variables que solamente en tres o cuatro estudios se menciona, por ese motivo, no se puede establecer una relación significativa entre dichas variables y las complicaciones postquirúrgicas.

Hay estudios como el realizado por Hinton y colaboradores (2019) donde se ha observado que la edad influye en la probabilidad de que se desarrollen más complicaciones, por cada año adicional de edad, el riesgo de desarrollar una complicación posterior a la castración aumentó en un 13%. Sin embargo, en otro estudio como el realizado por Kilcoyne y colaboradores (2013) no se observa ninguna relación entre la probabilidad de desarrollar una complicación y la edad.

Hay varios autores que describen la técnica laparoscópica manteniendo los testículos en el escroto dejando de ser funcionales por una necrosis avascular. Según el estudio de Voermans y colaboradores (2006) sobre esta técnica, la probabilidad de fallo (por revascularización del testículo) es de un 7-11%, por lo que no es una técnica del todo fiable. Estas revascularizaciones no se reflejan en ninguno de los 4 trabajos incluidos en esta revisión.

6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS

Tras la realización de la revisión sistemática y el posterior meta-análisis se han podido establecer las siguientes conclusiones:

- I. La castración de los équidos, a pesar de ser un procedimiento clínico rutinario, presenta una gran variedad de complicaciones postquirúrgicas que pueden llegar a ser letales, asociadas a la técnica quirúrgica empleada.
- II. La técnica abierta es la menos segura de todas las analizadas porque presenta el más alto porcentaje de complicaciones, tanto leves como potencialmente mortales, por lo que sería la menos aconsejable.
- III. Aunque en el presente estudio la mitad de los casos intervenidos con la técnica de cierre completo han presentado complicaciones, fueron mayoritariamente muy leves, por lo que,

tal y como muchos artículos proponen, puede considerarse como la técnica recomendable para evitar complicaciones graves y minimizar los cuidados postoperatorios.

- IV. Existen dos nuevas técnicas, la de Henderson y la laparoscópica, que aunque aún son poco empleadas, presentan menos complicaciones que las técnicas tradicionales.
- V. Por todo ello, resulta fundamental que el veterinario durante la obtención del consentimiento informado, ofrezca datos objetivos al propietario sobre las posibles complicaciones que pueden presentar las distintas técnicas de castración.

CONCLUSIONS

After the realization of this systematic review and subsequent meta-analysis, the following conclusions could be established:

- I. Despite being a routine clinical procedure, equines castration presents a wide variety of postsurgical complications, which can be lethal and are associated with the surgical technique employed.
- II. The open technique is the least safe of all those analyzed because it presents the highest percentage of complications, both mild and potentially fatal, so it would be the least advisable.
- III. While in the present study the half of the cases operated with the complete closure technique has presented complications, they were mostly very mild. As many articles proposed, it can be considered as the recommended technique to avoid serious complications and minimize postoperative care.
- IV. There are two new techniques, Henderson's and laparoscopic, which although still used, present fewer complications than traditional techniques.
- V. For all these reasons, it is essential that the veterinarian while obtaining the informed consent, provides the owner objective datum about possible complications that the different castration techniques might present.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo me ha permitido aprender en muchos aspectos. En primer lugar, he podido profundizar en un tema que en la práctica de la clínica equina es muy habitual, la castración de los sementales. Al mismo tiempo que he consolidado mis conocimientos sobre

este tema, he podido extraer unas conclusiones que me serán de gran utilidad en mi futuro profesional, así como el de mis clientes.

Por otro lado, en cuanto a conocimientos se refiere, ha significado un gran reto. He mejorado mis habilidades de búsqueda, gestión e interpretación de artículos científicos al mismo tiempo que he mejorado y ampliado mi vocabulario específico y científico de la clínica veterinaria, además de aprender a contrastar mis propios resultados con los obtenidos en otros estudios.

La idea inicial en este trabajo era realizar una revisión sistemática, sin embargo, una vez recopilada la información nos dimos cuenta que se podía profundizar más en este estudio por lo que se ha realizado un meta-análisis. Esto para mi significó ampliar y consolidar conocimientos de estadística, además de aprender a manejar programas informáticos tales como SPSS.

Por todo esto, agradecer principalmente a mis tutores Francisco José Vázquez Bringas e Ignacio de Blas Giral por poner a mi disposición su tiempo, su ayuda, sus conocimientos y sus consejos incluso en días festivos para poder llevar a cabo este trabajo han sido cruciales.

Agradecer también al resto de profesionales del Servicio de Medicina y Cirugía Equina del el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza por darme la oportunidad de participar en el programa de internado voluntario durante estos dos últimos años de universidad, de los cuales he podido crecer tanto a nivel profesional como personal.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ashton N. Castration and Cryptorchid Surgery. En: Noakes N (editor). *Veterinary Reproductions and Obstetrics*. 10^a edición. St Louis (MO): W.B. Sanders, 2019;349-359.
- Aurich C. Castration. En: Shinner M (editor). *Encyclopedia of reproduction*. 2^a edición. Oxford: Academic Press, 2018;165-170.
- Barber SM. Castration of Horses with Primary Closure and Scrotal Ablation. *Veterinary Surgery*. 1985;14(1):2-6.
- Botella J, Gambara H. Doing and reporting a meta-analysis. *International Journal of Clinical and Health Psychology*. 2006;6(2):425-440.
- Busk P, Jacobsen S, Martinussen T. Administration of perioperative penicillin reduces postoperative serum amyloid A response in horses being castrated standing. *Veterinary Surgery*. 2010;39(5):638-643.
- Carmalt JL, Shoemaker DR, Wilson DG. Evaluation of common vaginal tunic ligation during field castration in draught colts. *Equine Veterinary Journal*. 2008;40(6):597-598.

- Comino F, Giusto G, Caramello V, Pagliara E, Bellino C, Gandini M. *Ex vivo* comparison of the giant and transfixing knot in equine open and closed castration. *Equine Veterinary Journal*. 2016;48(6):765-769.
- Cox J. Behavior of the False Rig - Causes and Treatments. *Veterinary Record*. 1986;118(13):353-356.
- Crosa AT, Desjardins MR. Minimally invasive, compartmentalized, modified open castration technique with primary closure in equids. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2018;253(7):897-906.
- El-Sherif M. Laparoscopic castration in stallions with two different testicular blood vessels occluding techniques. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2019;70(1):1429-1434.
- Embertson RM. Selected Urogenital Surgery Concerns and Complications. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2008;24(3):643-661.
- Fischer Jr A. Standing laparoscopic surgery. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 1991;7(3):641-647.
- Fischer Jr A, Vachon AM. Laparoscopic cryptorchidectomy in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1992;201(11):1705-1708.
- Getman LM. Review of castration complications: strategies for treatment in the field. *Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, Las Vegas, Nevada, USA, 5-9 December 2009: American Association of Equine Practitioners (AAEP); 2009.
- Gracia-Calvo LA, Martin-Cuervo M, Jimenez J, Vieitez V, Duran ME, Arguelles D, et al. Intra and postoperative assessment of re-sterilised Ligasure Atlas for orchidectomies in horses: clinical study. *Veterinary Record*. 2012;171(4):98.
- Green P. Castration techniques in the horse. *In Practice*. 2001;23(5):250-261.
- Hagstrom D. *Donkeys are different: an overview of reproductive variations from horses*. University of Illinois. 2004. Disponible en URL: http://livestocktrail.illinois.edu/uploads/horsenet/papers/Donkeys_Different.pdf
- Hahn-Pedersen J, Lund L, Højhus JH, Bojsen-Møller F. Evaluation of direct and indirect inguinal hernia by computed tomography. *British Journal of Surgery*. 1994;81(4):569-572.
- Haucke K, Kuhn M, Lübke-Becker A, Mählmann K, Lischer C. Two Regimes of Perioperative Antimicrobial Prophylaxis for Equine Castration: Clinical Findings, Acute-Phase Proteins, and Bacterial Cultures. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2017;57:86-94.
- Hinton S, Schroeder O, Aceto H, Berkowitz S, Levine D. Prevalence of complications associated with use of the Henderson equine castrating instrument. *Equine Veterinary Journal*. 2019;51(2):163-166.
- Hodgson C, Pinchbeck G. A prospective multicentre survey of complications associated with equine castration to facilitate clinical audit. *Equine Veterinary Journal*. 2019;51(4):435-439.

- Jacobsen S, Jensen J, Frei S, Jensen AL, Thoefner M. Use of serum amyloid A and other acute phase reactants to monitor the inflammatory response after castration in horses: a field study. *Equine Veterinary Journal*. 2005;37(6):552-556.
- Kilcoyne I. Equine castration: A review of techniques, complications and their management. *Equine Veterinary Education*. 2013;25(9):476-482.
- Kilcoyne I, Watson JL, Kass PH, Spier SJ. Incidence, management, and outcome of complications of castration in equids: 324 cases (1998-2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2013;242(6):820-825.
- Klauser LC. *Castration of the stallion (Equisurf-Mediawork)*. Tesis Doctoral. Faculty of Veterinay Science, Szent István University, Budapest. 2014;60 pp. Disponible en URL: <http://www.huveta.hu/bitstream/handle/10832/1237/KlauserLuziaCarlaThesis.pdf>
- Koenig J, Sinclair M, Sorge U. Comparison of the use of a braided multifilament transfixation suture for field castration with other castration techniques. *Equine Veterinary Education*. 2019;31(8):427-431.
- Kramer J. Castration. En: Wilson DA, Kramer J, Constantinescu GM, Branson K (editors). *Manual of equine field surgery*. St. Louis: Saunders Elsevier. 2006;182-195.
- Last JM, Spassoff RA, Harris SG. A dictionary of epidemiology. *American Journal of Epidemiology*. 2001;154(4):389-389.
- Mason B, Newton J, Payne R, Pilsworth R. Costs and complications of equine castration: a UK practice-based study comparing 'standing nonsutured' and 'recumbent sutured' techniques. *Equine Veterinary Journal*. 2005;37(5):468-472.
- Moll HD, Pelzer KD, Pleasant RS, Modransky PD, May KA. A survey of equine castration complications. *Journal of Equine Veterinary Science*. 1995;15(12):522-526.
- Owens C, Hughes K, Hilbert B, Heller J, Nielsen S, Trope G. Survey of equine castration techniques, preferences and outcomes among Australian veterinarians. *Australian Veterinary Journal*. 2018;96(1-2):39-45.
- Petrizzi L, Furst A, Lischer C. Clinical evaluation of a vessel sealing device (LigaSure (TM)) for haemostasis of the testicular vessels for castration of stallions using an inguinal approach and primary closure. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*. 2006;93:120-126.
- Portier KG, Jaillardon L, Leece EA, Walsh CM. Castration of horses under total intravenous anaesthesia: analgesic effects of lidocaine. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2009;36(2):173-179.
- Price J, Eager R, Welsh E, Waran N. Current practice relating to equine castration in the UK. *Research in Veterinary Sciences*. 2005;78(3):277-280.

- Purchas R, Burnham D, Morris S. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Sciences*. 2002;80(12):3211-3221.
- Racine J, Vidondo B, Ramseyer A, Koch C. Complications associated with closed castration using the Henderson equine castration instrument in 300 standing equids. *Veterinary Surgery*. 2019;48(1):21-28.
- Rijkenhuizen A, Sommerauer S, Fasching M, Velde K, Peham C. How securely is the testicular artery occluded in the spermatic cord by using a ligature? *Equine Veterinary Journal*. 2013;45(5):649-652.
- Rijkenhuizen A, Grinwi GCM. Castration of the stallion: Preferably in the standing horse by laparoscopic techniques. *Pferdeheilkunde*. 1999;16:425-429.
- Robert MP, Chapuis RJ, de Fourmestraux C, Geffroy OJ. Complications and risk factors of castration with primary wound closure: Retrospective study in 159 horses. *Canadian Veterinary Journal*. 2017;58(5):466-471.
- Sánchez Meca J. Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*. 2010;38(2):53-64.
- Schumacher J. Complications of castration. *Equine Veterinary Education*. 1996;8(5):254-259.
- Schumacher J. Testis. En: Auer JA, Stick JA (editors). *Equine Surgery*. 2^a edición. St. Louis: W.B. Saunders. 2012;804-840.
- Searle D, Dart A, Dart C, Hodgson D. Equine castration: review of anatomy, approaches, techniques and complications in normal, cryptorchid and monorchid horses. *Australian Veterinary Journal*. 1999;77(7):428-434.
- Sedrish SA, Leonard JM. How to perform a primary closure castration using an inguinal incision. *Proceedings of Annual Convention of the AAEP*. San Diego, November; 2001;423-425.
- Shoemaker R, Bailey J, Janzen E, Wilson D. Routine castration in 568 draught colts: incidence of evisceration and omental herniation. *Equine Veterinary Journal*. 2004;36(4):336-340.
- Turner TA, Turoff DR, Haffner JC. Simplified Castration with the Equitwister. *Proceedings of the 61st Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, Las Vegas, Nevada, USA, December 5-9, 2015: American Association of Equine Practitioners (AAEP); 2015. p. 329-332
- Voermans M, Rijkenhuizen A, Van Der Velden M. The complex blood supply to the equine testis as a cause of failure in laparoscopic castration. *Equine Veterinary Journal*. 2006;38(1):35-39.
- Welch V, Petticrew M, Petkovic J, Moher D, Waters E, White H, et al. Extending the PRISMA statement to equity-focused systematic reviews (PRISMA-E 2012): explanation and elaboration. *Journal of Development Effectiveness*. 2016;8(2):287-324.