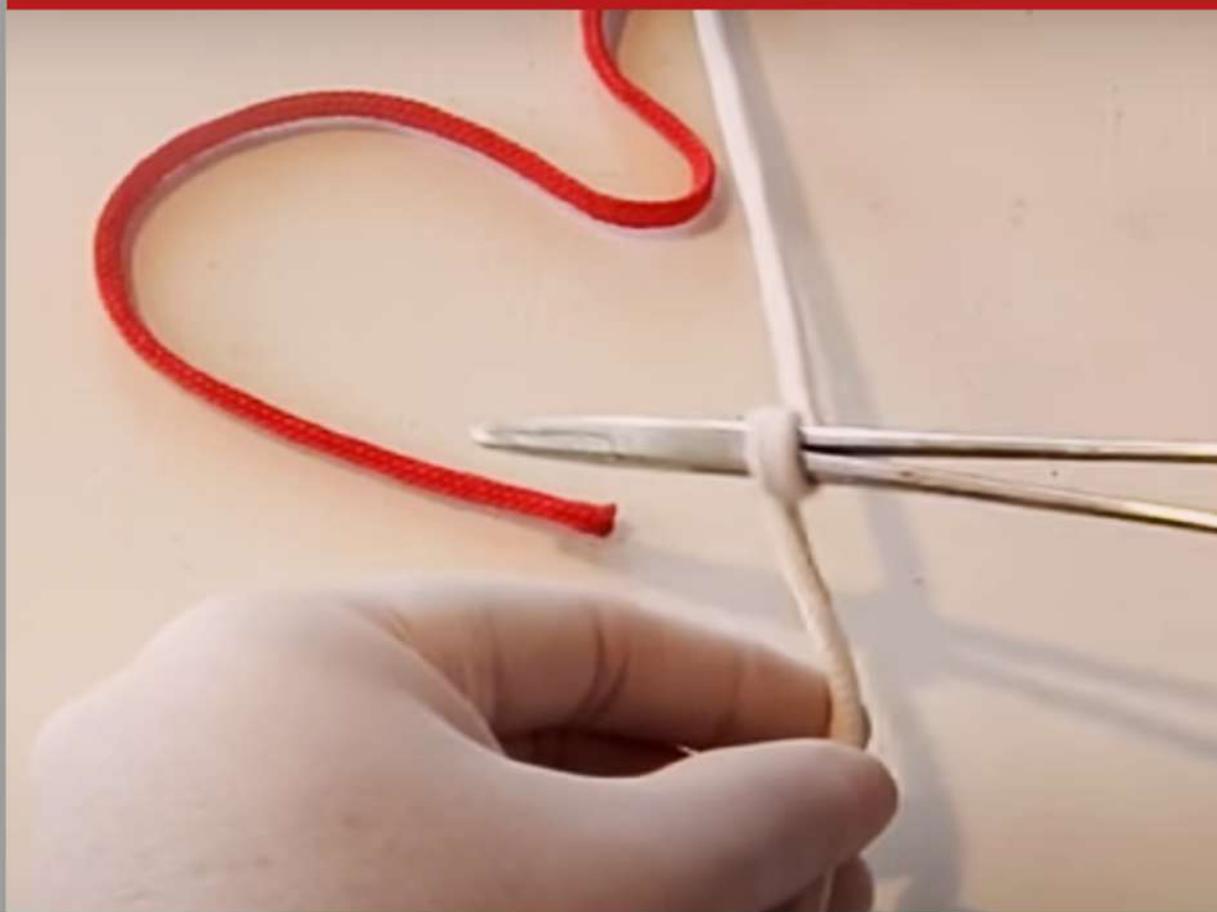


Prácticas quirúrgicas en Medicina Veterinaria: suturas



*Santiago Andrés AUDISIO
Pablo Guillermo VAQUERO
Laura Noelia OCAMPO*

[2020] LIBROS DE TEXTO PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Prácticas quirúrgicas en Medicina Veterinaria: suturas

*Santiago Andrés Audisio
Pablo Guillermo Vaquero
Laura Noelia Ocampo*

Audisio, Santiago Andrés

Prácticas quirúrgicas en medicina veterinaria : suturas / Santiago Andrés Audisio ; Pablo Guillermo Vaquero ; Laura Noelia Ocampo. - 1a edición para el alumno - Santa Rosa : Universidad Nacional de La Pampa, 2020.

140 p. ; 18 x 25 cm. - (Libros de texto para estudiantes universitarios ; 15)

ISBN 978-950-863-407-8

1. Medicina Veterinaria. I. Vaquero, Pablo Guillermo. II. Ocampo, Laura Noelia

III Título

CDD 636.0897

LIBROS DE TEXTO PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Prácticas quirúrgicas en Medicina Veterinaria: suturas

Santiago Andrés Audisio, Pablo Guillermo Vaquero, Laura Noelia Ocampo

Imagen de tapa: Santiago Andrés Audisio. 2018.

Diciembre de 2020, Santa Rosa, La Pampa

Edición: Esp. Melina Caraballo (Dpto. de Edición-EdUNLPam)

Diseño y Maquetado: Dpto. Diseño-UNLPam

Impreso en Argentina

ISBN 978-950-863-407-8

© Cumplido con lo que marca la ley 11.723

La reproducción total o parcial de esta publicación, no autorizada por los editores, viola los derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente autorizada.

EdUNLPam - Año 2020

Cnel. Gil 353 PB - CP L6300DUG

SANTA ROSA - La Pampa - Argentina

UNLPam

Rector: Oscar Daniel Alpa **Vicerrectora:** Nilda Verónica Moreno

Autoridades

Presidenta: Yamila Ethel Magiorano **Director:** Rodolfo David Rodríguez

Consejo Editor:

Gustavo Walter Bertotto

María Marcela Domínguez

Victoria Aguirre

Ana María T. Rodríguez / Stella Shmite

Celia Rabotnikof / Santiago Ferro Moreno

Lucía Colombato / Rodrigo Torroba

María Pía Bruno / María Silvia Di Liscia

Graciela Visconti / Alicia María Vignatti

Mónica Boeris / Ricardo Tosso

Griselda Cistac / Patricia Lázaro

CAPÍTULO 1. Instrumental de síntesis de tejidos.....	9
1.1. Introducción.....	11
1.2. Porta agujas	11
1.3. Agujas de sutura.....	13
1.4. Bibliografía.....	18
CAPÍTULO 2. Materiales de sutura	19
2.1. Introducción.....	21
2.2. Materiales de sutura	22
2.2.1. Clasificación de los materiales de sutura	22
2.2.1.1. Suturas que no requieren nudos	23
2.2.2. Propiedades de los materiales de sutura	24
2.2.2.1. Resistencia a la tracción	25
2.2.2.2. Absorción en los tejidos.....	25
2.2.2.3. Diámetro transversal.....	26
2.2.2.4. Coeficiente de fricción	27
2.2.2.5. Seguridad del nudo	27
2.2.2.6. Elasticidad	27
2.2.2.7. Plasticidad	28
2.2.2.8. Memoria	28
2.2.2.9. Reacción del tejido	28
2.2.2.10. Según el proceso de fabricación.....	29
2.2.2.11. Capilaridad.....	30
2.2.2.12. Absorción de fluidos	31
2.3. Materiales de sutura.....	31
2.3.1. Hilos absorbibles	31
2.3.1.1. Hilos absorbibles naturales	31
2.3.1.1.1. Catgut	31
2.3.1.2. Hilos absorbibles sintéticos.....	32
2.3.1.2.1. Ácido poliglicólico	32
2.3.1.2.2. Polidioxanona (PDS).....	33
2.3.1.2.3. Poligalactina 910	33
2.3.1.2.4. Poliglecaprone	34
2.3.2.1. Hilos no absorbibles naturales.....	35
2.3.2.1.1. Seda	35
2.3.2.2. Hilos no absorbibles sintéticos	36

2.3.2.2.1. Nylon	36
2.3.2.2.2. Polipropileno.....	36
2.3.2.2.3. Poliéster	37
2.4. Bibliografía	38
CAPÍTULO 3. Nudos quirúrgicos	45
3.1. Nudos y nudos quirúrgicos.....	47
3.2. El nudo quirúrgico.....	47
3.3. Conformación del nudo quirúrgico	48
3.4. Mecánica del nudo quirúrgico.....	49
3.4.1. Pautas para ejecutar un nudo quirúrgico	51
3.4.2. Nudo cuadrado	52
3.4.3. Nudo femenino	52
3.4.4. Nudo de cirujano	53
3.4.5. Nudo corredizo o nudo deslizante.....	54
3.4.6. Nudo Aberdeen.....	55
3.5. Técnicas de ejecución de los seminudos.....	57
3.5.1. Técnica manual	57
3.5.1.1. Empleando todos los dedos de la mano o técnica del cuatro.....	57
3.5.1.2. Técnica del cuatro empleando el dedo índice o técnica pistola.....	59
3.5.1.3. Técnica del cuatro empleando el dedo pulgar	61
3.5.2. Nudo cuadrado instrumentado	63
3.5.3. Nudo cirujano.....	65
3.5.4. Ejecución manual del nudo cirujano 66	
3.5.4.1. Ejecución instrumentada del nudo cirujano.....	67
3.5.5. Nudo corredizo o nudo deslizante.....	69
3.6. Bibliografía	72
CAPÍTULO 4. Patrones de sutura	75
4.1. Introducción.....	77
4.2. Principios mecánicos de las suturas.....	77
4.3. Suturas continuas y discontinuas.....	78
4.4. Patrones de sutura	81
4.4.1. Fuerzas accionantes de las suturas 82	
4.4.2. Patrones discontinuos o interrumpidos 83	
4.4.2.1. Sutura a puntos simples	83
4.4.2.2. Punto en U o nudo colchonero interrumpido.....	84
4.4.2.3. Punto en U con capitones	86
4.4.2.4. Punto U vertical - Lejos Lejos Cerca Cerca	88

4.4.2.5. Punto X invertido u 8, patrón cruzado	90
4.4.2.6. Punto X.....	92
4.4.3. Patrones continuos o ininterrumpidos.....	94
4.4.3.1. Sutura continua simple.....	94
4.4.3.2. Sutura en guarda griega o de colchonero	96
4.4.3.3. Sutura de Reverdín o festoneado	97
4.4.3.4. Suturas para vísceras huecas	99
4.4.3.4.1. Sutura de Schmieden	99
4.4.3.4.2. Sutura de Connell	101
4.4.3.4.3. Sutura de Lembert	102
4.4.3.4.4. Sutura de Cushing.....	104
4.5. Bibliografía	106
CAPÍTULO 5. Enteroanastomosis.....	109
5.1. Introducción.....	111
5.2. Cicatrización del intestino.....	111
5.2.1. Cicatrización de la mucosa.....	112
5.3. Materiales de sutura e instrumental para enterorrafia	113
5.4. Enteroanastomosis.....	114
5.4.1. Patrones de sutura	116
5.4.1.1 Enteroanastomosis apositiva.....	116
5.4.1.1.1. Puntos interrumpidos perforantes simples no aplastante o no-crushing.....	117
5.4.1.1.2. Puntos interrumpidos perforantes simples o crushing.....	118
5.4.1.2. Sutura de Gambee	119
5.5. Bibliografía	120
CAPÍTULO 6. Tenorrafia.....	125
6.1. Introducción.....	127
6.2. Características de los tendones.....	127
6.2.1. Irrigación sanguínea de los tendones.....	128
6.2.2. Cicatrización del tendón	128
6.3. Tenorrafia	129
6.3.1. Materiales de sutura para tenorrafia	129
6.3.2. Patrones de sutura	130
6.3.2.1. Técnica entrelazada o sutura de asa bloqueada ...	130
6.3.2.2. Técnica de la triple polea o sutura de polea de 3 lazos	132
6.4. Bibliografía	136

CAPÍTULO

1

**Instrumental de
síntesis de tejidos**

1.1. Introducción

El instrumental requerido para proceder a suturar son el porta agujas y las agujas. Complementariamente, se utiliza instrumental de prensión para asir el tejido que se suturará.

1.2. Porta agujas

Es un instrumental diseñado para tomar a la aguja quirúrgica, dirigirla y conducirla a través del tejido con el objetivo de pasar un hilo y confeccionar una puntada. Los porta agujas poseen la superficie activa estriada para dar mayor estabilidad a la aguja y evitar que esta rote sobre su eje. Las superficies de agarre poseen un surco longitudinal central que facilita la sujeción de las agujas curvas (Figura N°1.1).

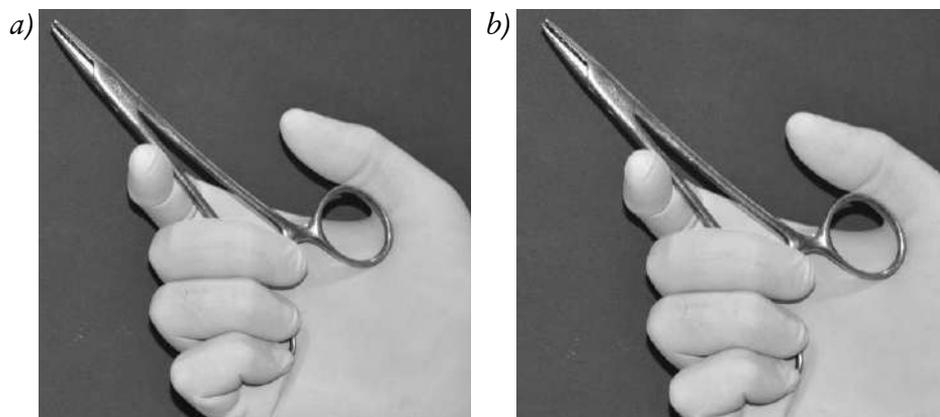
Figura N°1.1. Superficie activa del porta agujas para facilitar la prensión de la aguja



La elección del porta agujas depende del tamaño de la aguja y de las necesidades del procedimiento. El porta agujas posee la morfología similar a los hemostatos, es decir que posee anillas, ramas, un cierre con cremallera y una superficie activa.

Para realizar las maniobras de sutura, el porta agujas puede ser tomado de dos formas. La primera, se denomina trípode de base amplia y que consiste en introducir el dedo pulgar en una anilla y el dedo anular en la otra mientras que el dedo índice se ubica sobre el domo o articulación del instrumental (Figura N°1.2a); y, la segunda modalidad o de tenar, se toma al porta agujas en la palma de la mano con los tres últimos dedos de la mano y con la región tenar (Figura N°1.2b). Con esta última modalidad se logran movimientos de mayor prono-supinación de la muñeca.

Figura N°1.2. Formas de sujetar el porta agujas. a) Trípode de base amplia; b) modalidad de tenar.



Los tipos de porta agujas que se emplean con mayor frecuencia en cirugía veterinaria son el Mayo-Hegar, Olsen-Hegar, Mathieu (Figura N°1.3) y Crillé Wood. El porta agujas Mayo-Hegar está disponible en longitudes que varían entre los 14,5 y 19,5 cm. El porta agujas Olsen-Hegar combina al porta agujas con tijeras. En las ramas, entre la articulación y las anillas cuentan con superficies cortantes para actuar como tijeras. Se ofrecen en longitudes entre 15 y 30 cm. Permite al/la cirujana/o trabajar de modo que la/el cirujana/o realice las dos actividades, suturar y cortar los hilos sin requerir la asistencia de un ayudante o bien para no intercambiar el uso de dos instrumentales. Su mayor desventaja es el corte ocasional inadvertido y prematuro del material de sutura como suele ocurrir por falta de experiencia con el instrumento. El porta agujas

Mathieu carece de anillas para los dedos y tiene una cremallera con cierre de falseo que cuando se excede el cierre se abre automáticamente por acción de un elástico que tiende a mantener separadas a las ramas. Esto puede ocurrir cuando la/el cirujana/o ejerce presión firme sobre el instrumento mientras se pasa una aguja a través de un tejido resistente. Por esa razón, el uso eficiente de este porta agujas requiere práctica. Se encuentra disponible en longitudes entre 14 y 20 cm.

Los porta agujas poseen variantes en el ancho de la mandíbula o superficie activa. La elección según el ancho depende del tamaño de la aguja. Se recomiendan mandíbulas estrechas para agujas pequeñas para evitar el aplanamiento de la aguja a medida que se cierra la cremallera. Las mandíbulas más anchas evitan que las agujas más grandes giren a medida que pasan a través del tejido de sutura.

1.3. Agujas de sutura

Las agujas de sutura en medicina veterinaria se ofrecen en una amplia variedad de formas para satisfacer las distintas necesidades quirúrgicas y de especies animales. En esta sección se abordarán las agujas que suelen emplearse con mayor frecuencia. Cabe mencionarse la existencia de agujas que poseen un mango con el que se ejerce fuerza requerida para atravesar los tejidos. Una de ellas es la aguja de Reverdín (Figura N°1.4) que se caracteriza por contar con un dispositivo que se acciona en la base del mango para abrir y cerrar el ojo de la aguja.

Los tres componentes de una aguja quirúrgica son el extremo donde se fija el hilo de sutura, el cuerpo y la punta (Figura N°1.5). El extremo de unión del hilo a la aguja es el ojo. Hay agujas con ojos y agujas con ojo cerrado o estampado que incorpora al hilo (Figura N°1.6), el cuerpo y la punta (Fossum, 2007). Las agujas de ojos son provistas sin el hilo, son reutilizables y con ello pierden la capacidad de punzar los tejidos y exacerbar el trauma tisular. El ojo puede ser redondo, oval, cuadrado y de tipo francés (posee una hendidura por donde se inserta el hilo). La ventaja de las agujas con ojo es que permite el uso variado del tipo de materiales y calibres de hilos. Como desventaja, requieren ser enhebradas por un miembro del equipo quirúrgico que suele ser el/la instrumentador/a. Por otra parte, la aguja que se enhebre crea una doble hebra (Figura N°1.7), la doble hebra suma traumatismo en el tejido a medida que la aguja pasa por los tejidos.

Figura N°1.3. Diseños de porta agujas más frecuentemente utilizados en cirugía veterinaria. *a)* Porta agujas Mayo-Hegar; *b)* porta agujas Olsen-Hegar; *c)* porta agujas Mathieu.

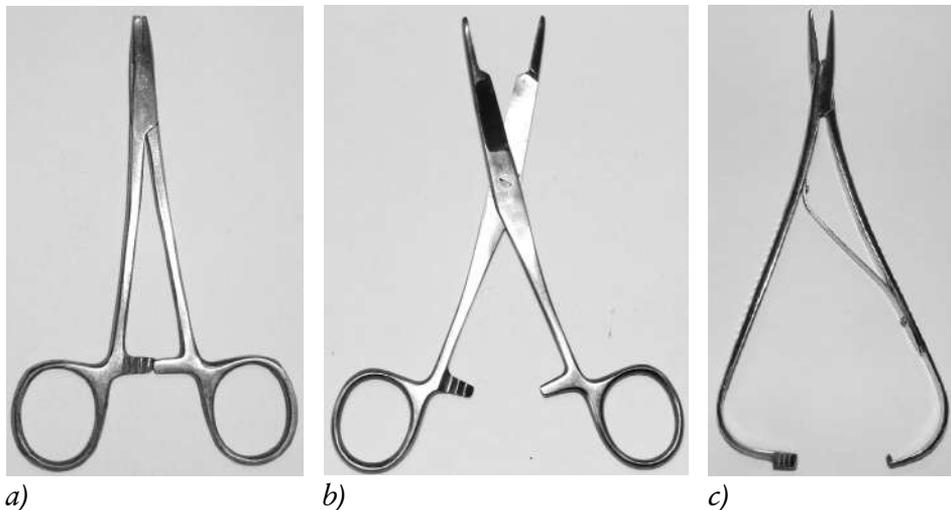


Figura N°1.4. Aguja de Reverdín. La aguja posee un dispositivo que se activa con un botón ubicado en la base del mango que posibilita que el ojo se cierre o abra a voluntad de la cirujana o el cirujano.

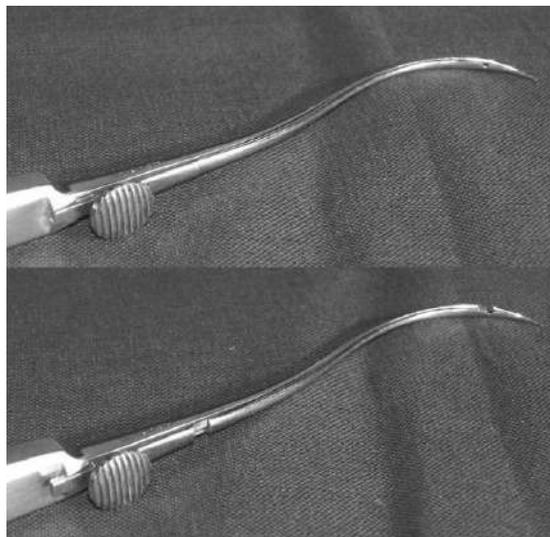


Figura N°1.5. Partes y elementos constitutivos de la aguja quirúrgica curva ½ circular con ojo estampado o cerrado.

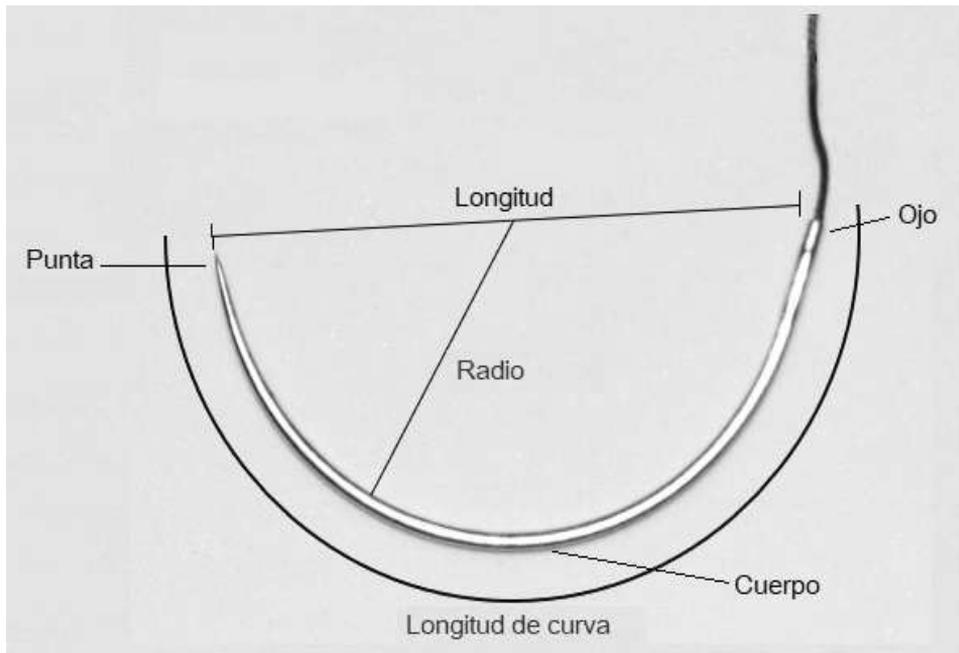


Figura N°1.6. Ojo de agujas de sutura; a) con ojo ovalado; b) sin ojo u ojo estampado.

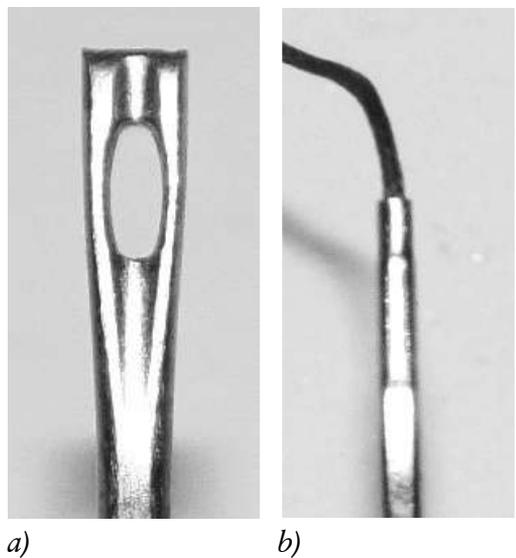
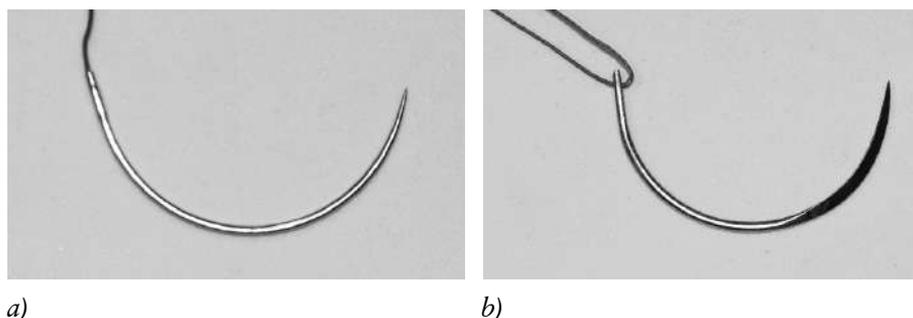


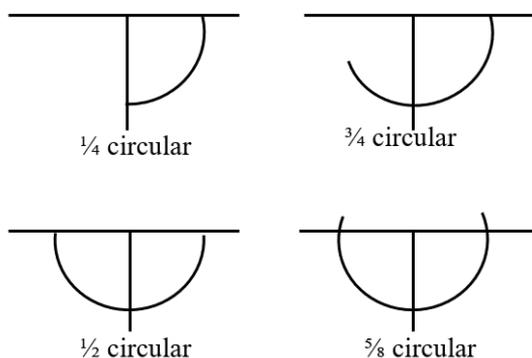
Figura N°1.7. a) Aguja curvada de sección redonda estampada con hilo incorporado; b) aguja curvada con ojo y punta triangular enhebrada.



Las agujas estampadas o ciegas tienen al hilo de sutura unido al extremo que corresponde al ojo, y su calibre es similar al del hilo al que está unida. Por esa razón son provistas con el material de sutura. Son más fáciles de manejar, y la penetración en el tejido resulta menos traumática que el causado por las agujas de ojos con doble hebra porque el espacio que genera la aguja en los tejidos es ocupado por el material de calibre similar (Patel y Thomas, 2008).

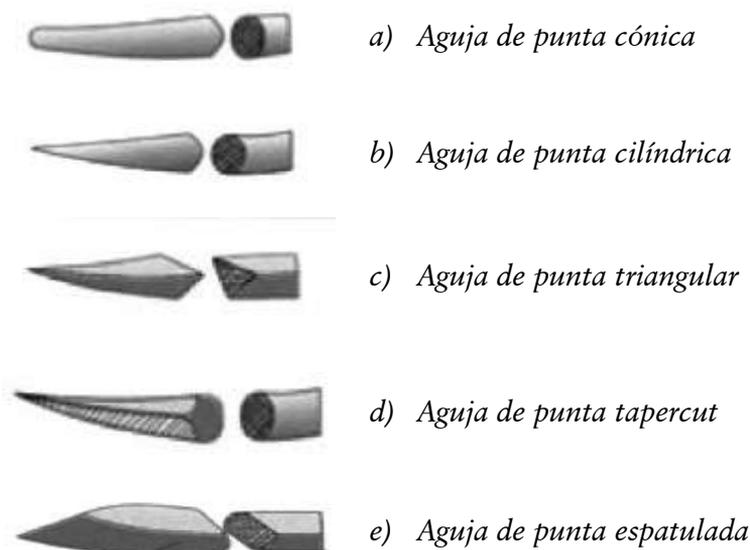
El cuerpo le confiere la forma a la aguja, por ello, pueden ser recta, curva y semicurva. La mayoría de las suturas se realizan con agujas curvas. Estas agujas permiten a la/el cirujana/o penetrar por debajo de la superficie del tejido y recuperar la punta a medida que ésta emerge. Cuanto más profundo es el tejido, más pronunciada es la curvatura. Para este procedimiento, la aguja debe ser tomada con el porta agujas en el centro del cuerpo. En la medida que los tejidos son resistentes se requieren agujas más gruesas (Patel y Thomas, 2008). La curva forma un arco de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$ o $\frac{5}{8}$ de un círculo (Figura N°1.8).

Figura N°1.8. Formas de las agujas curvas. Modificado de Patel y Thomas, 2008.



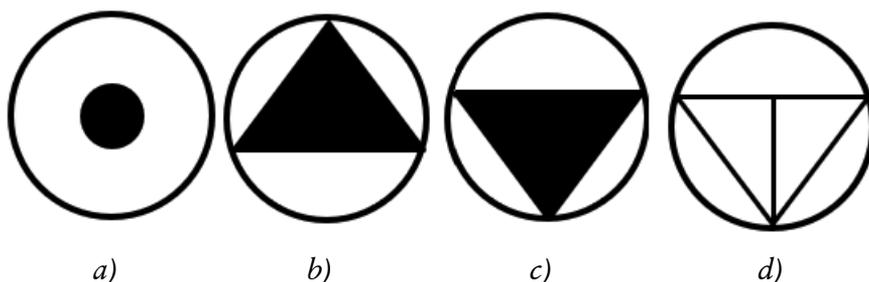
La punta de las aguja pueden ser cónica, afilada o ahusada, triangular, *tapercut* y espátula (Figura N°1.9). La punta cónica es ligeramente redondeada y el cuerpo es cilíndrico, diseñada para separar las fibras de los tejidos en vez de cortarlas. Se usa en tejidos blandos y frágiles y en tejidos muy vascularizados como hígado y riñón. La aguja cilíndrica es de punta afilada y cuerpo cilíndrico. Se emplea en tejidos blandos y fáciles de penetrar, donde las fibras se separan con facilidad. Estas agujas se indican para cirugías gastrointestinal, urológica y cardiovascular. La aguja triangular tiene la punta y el cuerpo triangulares, con tres aristas cortantes en toda la aguja. Tiene una alta capacidad de penetración y es muy traumática. Se utiliza en tejidos de elevada resistencia, como la piel y los músculos. Ofrece dos presentaciones: triangular convencional o triangular de corte invertido, que brinda mejor penetración en tejidos densos pues ofrece una superficie plana hacia arriba, donde se ejerce la fuerza. La aguja *tapercut* es de punta triangular y cuerpo cilíndrico. Menos traumática que la aguja triangular. Es útil para los tejidos resistentes pero frágiles. Se usa en cirugía cardíaca, traumatología y cierres de heridas en general. La aguja espatulada tiene la punta y el cuerpo aplanados, con bordes laterales cortantes. Ocasiona un traumatismo mínimo y se utiliza en la cirugía oftálmica y la microcirugía (Blackford y Blackford, 1999; Niles y Williams, 1999; Aragonés y Molina Castell, 2012).

Figura N°1.9. Esquema de la diversidad de las puntas de las agujas de sutura. Modificado de Aragonés C, Molina Castell MA. 2012.



Las agujas estampadas o ciegas tienen al hilo de sutura unido al extremo que corresponde al ojo y su calibre es similar al del hilo al que está unida. Por esa razón son provistas con el material de sutura. Son más fáciles de manejar, y la penetración en el tejido resulta menos traumática que el causado por las agujas de ojos con doble hebra porque el espacio que genera la aguja en los tejidos es ocupado por el material de calibre similar (Figura N°1.10) (Patel y Thomas, 2008).

Figura N°1.10. Esquema representativo de las puntas de las agujas tal como se presenta en los marbetes de los hilos que contienen agujas estampadas. a) punta cilíndrica b) Aguja de corte convencional; c) aguja de corte inverso; d) aguja punta espátula. Modificado de Barnes y Sheikh, 2013.



1.4. Bibliografía

- Aragonés C, Molina Castell MA. 2012. Material de sutura en la farmacia hospitalaria I. *El Farmacéutico Hospitales*, 199:5-17.
- Barnes TG, Sheikh AA. 2013. Suture material, knot tying and wound closure in surgery. *Journal of Operating Department Practitioners*. 1(1):15-20. DOI: 2013<https://doi.org/10.12968/jodp.2013.1.1.15>.
- Blackford LW, Blackford JT. 1999. Suture materials and patterns. In: Auer J, Stick J eds. *Equine Surgery*. 2nd. Saunders, Philadelphia, USA, pp 91-103.
- Ethicon. 2005. Knot tying manual. Ethicon Inc. Somerville, NJ, USA.
- Fossum TW. 2007. Biomaterias, suturing, and hemostasis. In: Fossum TW (ed.). *Small animal surgery*. 3rd ed Mosby, St. Louis, USA, p. 57
- Niles J, Williams J. 1999. Suture materials and patterns. *In Practice*. 21:308-320.
- Patel KA, Thomas WEG. 2008. Sutures, ligatures and staples. *Surgery (Oxford)*. 26(2), 48-53. doi:10.1016/j.mpsur.2007.11.002

CAPÍTULO **2**

Materiales de sutura

2.1. Introducción

Los materiales de sutura hacen referencia a cualquier hilo o filamento de metal utilizado para aproximar los tejidos o ligar vasos sanguíneos y garantizar la cicatrización de la herida. El conocimiento de los materiales de sutura son gravitantes para la persona que hará la cirugía, pues hay que considerar que pueden afectar a la cicatrización en diferentes formas, y para la selección deben considerarse las mejores características físicas y biológicas que ofrecen (Barnes y Sheik, 2013). A pesar de esta reducción de conceptos, a la hora de seleccionar un hilo de sutura la o el cirujana/o por un lado debe ponderar las condiciones de los tejidos a suturar, las condiciones del paciente y las bondades que ofrece el material para las dos condiciones mencionadas

Los tejidos pueden presentar distintas condiciones como el pH ácido del estómago que puede alterar a la estructura del hilo. Los distintos tejidos poseen distintos tiempos de cicatrización para lo cual el material de sutura debe garantizar un soporte adecuado hasta que concluya la cicatrización. Algunos tejidos requieren sustento de la sutura por solo unos pocos días (por ejemplo, el músculo, tejido subcutáneo, piel), mientras que otros requieren semanas (ej. fascia muscular) o incluso meses (ej. tendón) para sanar. Las variaciones del paciente afectan aún más la elección de la sutura. La infección, la desnutrición, neoplasias, los esteroides y los trastornos del colágeno pueden retrasar la cicatrización de la herida.

El rendimiento general de un material de sutura se basa en sus características físicas, de manejo y propiedades biológicas. Como se desarrollará en este capítulo un material de sutura debe reunir condiciones específicas como ser estéril, fácil de esterilizar sin alteraciones en sus propiedades, no electrolítico, no ferromagnético, no capilar, no alergénico, no cancerígeno, no debe proporcionar un medio para el crecimiento bacteriano, ser resistente a la contracción, absorberse con una reacción tisular mínima, y económico para uso (Tan *et al.*, 2003).

Las suturas que quedan alojadas en los tejidos internos o comúnmente denominadas suturas “perdidas” y las técnicas en las cirugías mínimamente invasivas exigen demandas adicionales sobre el rendimiento de la sutura (MacPhail, 2013). En esos casos el hilo de sutura debe garantizar seguridad del nudo, el arrastre del tejido debe ser mínimo y el lubricante de la superficie debe garantizar la facilidad de manipulación. Además, la biocompatibilidad con respuesta inflamatoria mínima es obligatoria. Las preferencias del cirujano también deben tomarse en consideración (Schmiedt, 2012; Kladakis, 2014). Hace algunas décadas, una práctica veterinaria general típica habría requerido solo catgut, seda, nylon y quizás acero inoxidable, pero ahora habitualmente se emplea una amplia gama de suturas sintéticas absorbibles y no absorbibles (Kladakis, 2014).

Ningún material individualmente cumple con todos estos criterios en cualquier circunstancia. Por ese motivo la/el cirujana/o debe conocer acabadamente las propiedades de cada material para seleccionar aquel hilo que mejor se adapte al tipo de tejido y a las condiciones del paciente. A ese efecto a continuación se expondrán y analizarán las características y propiedades que poseen los materiales.

No es el propósito de esta sección presentar todos los materiales de sutura disponibles, sino discutir las características sobresalientes de los más comúnmente encontrados en la práctica quirúrgica veterinaria. La mayoría de las/os cirujanas/os usan una pequeña variedad de materiales de sutura. Aprenden las limitaciones, indicaciones y contraindicaciones de esas suturas, por lo que pueden adaptarlas a diferentes situaciones. Sin embargo, la/os buenas/os cirujanas/os siempre están atentos si hay un mejor material disponible que brinde más beneficios a sus pacientes (Hendrickson y Baird, 2013).

2.2. Materiales de sutura

2.2.1. Clasificación de los materiales de sutura

Los materiales de suturas se clasifican según el comportamiento en los tejidos en absorbibles y no absorbibles. Una sutura absorbible se degrada y absorbe en el tejido donde fue implantado, en tanto una sutura no absorbible conserva su fuerza tensil luego de la cicatrización y es resistente a la absorción. Sin embargo, algunos materiales con el tiempo pueden sufrir algún grado de degradación. El grado de absorción puede acarrear complicaciones tardías como tractos sinusales y granulomas en

heridas contaminadas (Szarmach *et al.*, 2002; Boza *et al.*, 2010). Los materiales absorbibles generalmente se emplean en suturas perdidas aproximando planos anatómicos profundos.

Los materiales absorbibles más comúnmente empleados son catgut, ácido poliglicólico, poligalactina, poliglecarprone y polidioxanona.

Los materiales no absorbibles son capilares y tienden a generar tractos sinusales en heridas infectadas. Comúnmente se los suele utilizar en suturas externas como la piel o bien su uso se indica para suturar estructuras que requieren soporte prolongado (Hochberg y Murray, 1992). Cuando el paciente presenta riesgos potenciales de cicatrización o se encuentra recibiendo terapia con esteroides, sufre deficiencias nutricionales, etc., es preferible emplear suturas no absorbibles en heridas externas como la piel. Ejemplos de materiales no absorbibles los constituyen la seda, poliéster, polipropileno, nylon, poliéster y acero quirúrgico.

2.2.1.1. Suturas que no requieren nudos

Desde no hace muchos años se diseñaron hilos de sutura que contienen púas con proyecciones unidireccionales con las que se evitan los nudos (Ingle *et al.*, 2010) (Figura N°2.1). Esos hilos, también denominados hilos barbados, suelen ser utilizados en cirugía plástica, ginecológica y urológica humana (Murtha *et al.*, 2006, Moran *et al.*, 2007; Zorn *et al.*, 2010; Hemal *et al.*, 2012) y también en cirugía veterinaria (Demyttenaere *et al.*, 2009; Ragle *et al.*, 2011; Auleta *et al.*, 2011; Hansen y Monnet, 2012; Ehrhart *et al.*, 2013; Albanese *et al.*, 2016).

Las suturas barbadas se emplean en técnicas quirúrgicas tradicionales y mínimamente invasiva sin la necesidad de asegurar los extremos de la sutura con nudos (Auletta *et al.*, 2011; Ragle *et al.*, 2013; Nelson y Hassel, 2014). Una vez que se realizó la puntada con este tipo de material, las púas evitan que se pueda retirar en la dirección opuesta y por lo tanto evitan aflojamiento y confección de nudos, reduciendo los tiempos de ejecución de las suturas (Watanabe y Ishikawa, 2015).

Estudios *ex vivo* donde se empleó hilo barbado para suturar vejigas de cadáveres de perros y ovejas mostraron que en ambos casos no hubo fugas cuando las vejigas fueron insufladas. Así quedó establecido que este material puede ser una alternativa para cistorrafia (Kieves y Krebs, 2017; Duffy *et al.*, 2019). En equinos, en los que se emplearon estos hilos para suturar el espacio nefroesplénico generó una cicatriz conformada por tejido fibroso maduro (Albanese *et al.*, 2016). Takacs *et al.*, (2016) informaron el uso de hilos barbados para realizar gastropexia en perro raza Gran Danés, en tanto Spah *et al.*, (2013) efectuaron gastropexias

preventivas en perros con técnicas laparoscópicas para evitar los nudos intracavitarios. Este tipo de hilos no mostraron diferencias histológica de la cicatrización de histerotomías ovinas respecto a heridas similares suturadas en forma estándar (Einarson *et al.*, 2012).

Las púas proporcionan múltiples puntos de anclaje a la sutura lo que permite una distribución uniforme de las fuerzas de retención del tejido a lo largo de toda la herida (Ingle *et al.*, 2010). Por lo tanto debiera ser menos probable que sufra complicaciones como la falla del nudo de sutura (Murtha *et al.*, 2006) cuya causa principal es el estrés excesivo localizado. También aumentan el área superficial de adhesión entre los tejidos contribuyendo al proceso de curación (Tyner *et al.*, 2013; Liatsikos *et al.*, 2013).

Entre las complicaciones comunicadas por Albanese *et al.*, (2016) es un material que sufre enredos difíciles de deshacer comparados con hilos tradicionales. Otra complicación es la incapacidad de retroceder en caso de colocación inadecuada, en esos casos se corta la última puntada y se tracciona de forma anterógrada hasta la extracción completa. Por otra parte, en cuanto a sus propiedades de manejo, muestran mayor rigidez y memoria. También son sustancialmente más costosas en comparación con sus contrapartes lisas (Covidien, 2017).

Figura N°2.1. Sutura con púas unidireccionales V-Loc 180 (Covidien, Mansfield, USA). La longitud efectiva de púas es aproximadamente 12 cm.



2.2.2. Propiedades de los materiales de sutura

Las propiedades de los materiales empleados en sutura responden a sus características físicas y químicas, propiedades biológicas y de manejo. También debe brindar seguridad de nudo y resistencia a la tracción,

fácil de esterilizar sin que se alteren sus propiedades, no debe ser electrolítico, ferromagnético, capilar, alergénico, carcinogénico y no debe proporcionar un medio para el crecimiento bacteriano. A la vez tiene que ser resistente a la contracción de la herida, absorbido con una mínima reacción tisular y ser económico (Blackford y Blackford, 1999). Ningún material individualmente cumple con todos estos criterios en cualquier circunstancia, razón por la cual la/el cirujana/o debe conocer acabadamente las propiedades de los materiales que se le ofrecen para seleccionar el material que mejores propiedades reúna de acuerdo a las condiciones del paciente, de los tejidos que se deben suturar, el grado de contaminación, etc.

Los materiales de sutura se clasifican de acuerdo a su naturaleza química en orgánicos y minerales (Ej. algodón y acero quirúrgico), por su origen en naturales y sintéticos (Ej. catgut y poligalactina); por su comportamiento en los tejidos, en absorbibles y no absorbibles (poliglicaprone y nylon); por su estructura física en monofilamentosos y polifilamentosos (polipropileno y poligalactina) (Fossum, 1997). A la vez, esta clasificación posee combinaciones entre las categorías, por ejemplo, los materiales de sutura orgánicos pueden tener origen natural o sintético; y, materiales absorbibles pueden ser de origen natural o sintético e hilos polifilamentosos pueden tener origen natural y sintético. Seguidamente se detallan cada una de las propiedades a las que se hizo referencia:

2.2.2.1. Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción es la fuerza que la sutura resistirá antes de romperse (Meyer y Antonini, 1989; Meyer *et al.*, 1992). El material de sutura debe tener y mantener una resistencia a la tensión para cumplir con su propósito de mantener coaptados los bordes de la herida para que se lleve a cabo la cicatrización.

2.2.2.2. Absorción en los tejidos

Un biomaterial se define como absorbible cuando pierde la mayor parte de su resistencia a la tracción en los 60 días posteriores a la implantación *in vivo* (Altman *et al.*, 2003). La sutura absorbible sufre degradación y absorción en los tejidos. Los materiales naturales se absorben a través de la degradación enzimática, mientras que las suturas absorbibles sintéticas se absorben mediante hidrólisis no enzimática. En la hidrólisis no enzimática los polímeros se dividen en monómeros por escisión

directa con agua y los monómeros se metabolizan a dióxido de carbono y agua (Steckel, 1990).

Los hilos no absorbibles mantienen su resistencia a la tracción y son resistentes a la absorción. Sin embargo, la mayoría de los materiales extraños eventualmente sufrirán algún grado de degradación con el tiempo. La tasa de absorción es especialmente pertinente para evitar las complicaciones tardías de la sutura como el desarrollo de fístulas y granulomas (Szarmach *et al.*, 2002; Boza *et al.*, 2010).

Los materiales absorbibles generalmente suelen ser empleados en suturas “enterradas” o “perdidas” (aquellas que quedan alojadas en los tejidos órganos y/o planos quirúrgicos profundos) (Hochberg y Murray, 1992). Las suturas no absorbibles suelen utilizarse externamente en la piel y eventualmente es eliminada una vez que cumplió su objetivo. Eventualmente se aplican en heridas más profundas que requieren apoyo prolongado para que se lleve a cabo la cicatrización (Hochberg y Murray, 1992). Los factores que retrasan la cicatrización de la herida son muchos e incluyen, entre otros, diabetes, terapia con corticosteroides, desnutrición, estrés y enfermedades sistémicas. Dichos factores influyen significativamente en la elección de la sutura, y con un mayor riesgo de retraso en la cicatrización, es probable que se elija un cierre externo no absorbible sobre una sutura absorbible.

2.2.2.3. *Diámetro transversal*

Las designaciones del diámetro de la sutura se especifican en secuencia descendente desde el número 7 (el de mayor diámetro) hasta 12-0 (el más delgado). Un hilo 3-0 o 000 posee mayor calibre que un hilo 5-0 o 00000. La decisión de elegir un determinado diámetro o calibre del hilo se basa en la relación entre la resistencia a la tracción de la sutura con la resistencia del tejido a suturar. La resistencia a la tracción de la herida solo necesita ser igualada o superada ligeramente para poder mantener al tejido unido. Cuando se selecciona el tamaño del material se recomienda el calibre más fino acorde con la fuerza natural del tejido (Meyer y Antonini, 1989). El número o diámetro del hilo a ser empleado para cerrar una herida debe ser el mínimo necesario para coaptar sus bordes. Los hilos delgados colocados cercanos entre ellos crean una línea de sutura más fuerte que las suturas confeccionadas con hilos gruesos ampliamente espaciados. La resistencia del tejido también está estrechamente relacionada con el calibre del hilo; cuanto más fino sea el calibre, menor será el trauma del tejido causado por el paso del hilo a través de los tejidos.

2.2.2.4. *Coefficiente de fricción*

El coeficiente de fricción se refiere a la facilidad con que una sutura pasa a través del tejido (Ammirati, 2002).

2.2.2.5. *Seguridad del nudo*

La parte menos confiable de cualquier sutura suele ser el nudo (Meyer *et al.*, 1992). La fuerza del nudo se calcula al determinar la fuerza necesaria para evitar que un nudo se deslice y por consiguiente se deshaga (Ammirati, 2002; Bloom y Golberg, 2009).

El nudo permanece atado debido a la fricción producida por las hebras, cabos o chicotes entre sí, lo que se relaciona con el coeficiente de fricción del material de sutura. Una sutura con un alto coeficiente de fricción tiene buena seguridad de nudo, pero tiende a desgastarse y provoca arrastre a través del tejido (Trimbos, 1984).

La seguridad del nudo depende del material de sutura, la técnica de atado y el número de lazadas que se realizan y es independiente del tamaño del material. A menos que un cirujano tenga conocimiento específico de la evidencia experimental de que se necesitan menos seminudos para un uso específico, el valor predeterminado de seminudos debe ser como mínimo de cuatro. Cinco seminudos confieren seguridad adicional en la mayoría de las situaciones, y un hilo monofilamento requiere seis (Tidwell *et al.*, 2012).

Para los nudos de cirujano y cuadrado, por lo general se requieren cuatro lazadas para lograr la seguridad del nudo. Para nudos deslizables o femeninos o de costurera, por lo general se indican al menos cinco seminudos. La seguridad del nudo no aumenta después de cinco lazadas y nunca se indican dos lazadas (Silver *et al.*, 2016).

2.2.2.6. *Elasticidad*

La elasticidad es la capacidad de un material para volver a su longitud original después del estiramiento (Ammirati, 2002). La elasticidad permite que la sutura se estire junto a los cambios de volumen que suceden con el edema inflamatorio de la herida y que vuelva a su longitud y forma originales una vez que la inflamación cesa. Así, la elasticidad evita que el material de sutura atraviese la piel como producto de la inflamación y se aproxime a los bordes de la herida durante todo el proceso de curación.

2.2.2.7. *Plasticidad*

La plasticidad se define como la capacidad de una sutura para ser moldeada o alterada de forma permanente (Ammirati, 2002). Esta propiedad se traduce en la capacidad del hilo para estirarse junto al edema de la herida sin regresar a su forma original una vez que cede la inflamación. Por lo tanto, las suturas que son altamente plásticas pueden aflojarse demasiado cuando la inflamación disminuye y no se afrontan correctamente los bordes de la herida.

2.2.2.8. *Memoria*

Es la capacidad de un hilo para asumir una configuración lineal estable después de retirarlo del embalaje y de estirarlo. La memoria es la capacidad de una sutura para permanecer libre de bucles y otras contorsiones que puedan interferir con el manejo y uso quirúrgico. Los hilos con memoria significativa no son flexibles, lo que los hace difíciles de manejar, y la memoria significativa requiere nudos adicionales (Bennet, 1988). Un ejemplo de material que posee memoria significativa es el nylon.

Las características mencionadas, elasticidad, memoria y plasticidad, influyen en la manipulación (Ammirati, 2002). El material debe manejarse de manera cómoda y natural.

2.2.2.9. *Reacción del tejido*

Todos los materiales de sutura son extraños al individuo y por ello pueden provocar reacción tisular (Ammirati, 2002). La respuesta inflamatoria interfiere con la cicatrización de las heridas y aumenta el riesgo de infección. La duración y la severidad de la respuesta del tejido dependen del tipo y la cantidad de material de sutura usado junto al patrón de sutura (Bennet, 1988; Moy *et al.*, 1991). Una sutura ideal provoca mínima reacción tisular y no crea una situación propicia para el desarrollo bacteriano. Como ya fuera anunciado, el material de sutura no debe ser electrolítico, capilar, alergénico y cancerígeno. Las fibras naturales como el catgut y la seda (ambas de origen animal) causan reacción inflamatoria más intensa que el material sintético como el polipropileno. La poligalactina 910 es el material que menos adherencias generó cuando fue implantada en la cavidad peritoneal de ratas cuando se comparó con seda, polidioxanona y poliglicaprone (Ishikawa *et al.*, 2013).

2.2.2.10. Según el proceso de fabricación

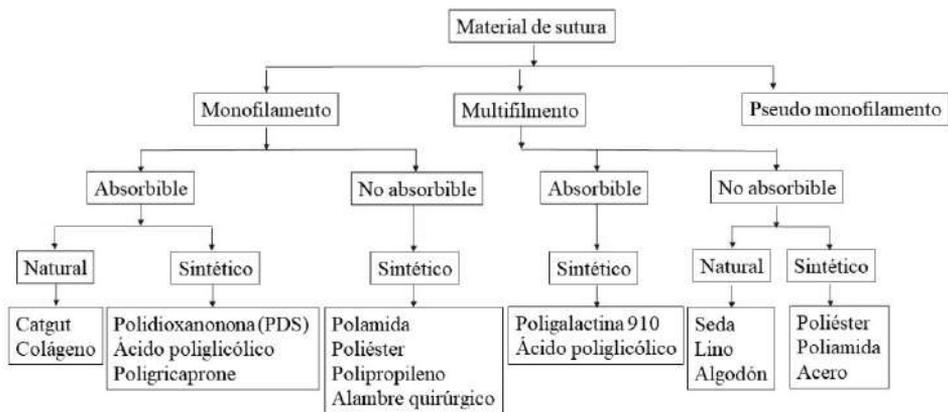
Las suturas pueden clasificarse como monofilamento, suturas multifilamento y pseudomonofilamento (Bhalerao *et al.*, 1998; Desai, 2005; Stashak y Theoret, 2008).

Un monofilamento, de superficie lisa, solo puede ser sintético debido al método de extrusión de los polímeros que lo conforman durante el proceso de elaboración. Los monofilamentos tienen cualidades deseables que incluyen resistencia, la superficie lisa provoca mínima reacción tisular ya que ejerce bajo arrastre en el tejido y tiene baja propensión a albergar bacterias. La incidencia de infecciones en la herida es significativamente menor cuando se lo compara con suturas polifilamento del mismo material (Osther *et al.*, 1995; Ammirati, 2002).

Los principales inconvenientes del monofilamento son la baja seguridad del nudo y poca flexibilidad. Cuando son tomados con porta agujas como sucede en los procedimientos de síntesis y anudamiento instrumentado, pueden perder hasta el 10% de la fuerza de tensión (Huber *et al.*, 1999; Mulon *et al.*, 2010).

Entre los materiales monofilamento se hallan el nylon, poliéster, poliamida, polipropileno y polidioxanona (Figura N°2.2).

Figura N°2.2. Clasificación de los hilos quirúrgicos en función al proceso de elaboración. Modificado de Chellamani *et al.*, 2013.



Los hilos multifilamentos se retuercen para formar materiales trenzados. Un hilo multifilamento se elabora con 8 a 16 monofilamentos. Por este motivo tienen una superficie rugosa que posibilita que el roce con el tejido sea alto. Para evitar el roce se aplica un lubricante en la superficie

del material de sutura trenzado para disminuir la resistencia del tejido y permitir una mejor capacidad de anudado. Los materiales multifilamentosos son fáciles de manipular, pero albergan bacterias cuando son empleados en heridas contaminadas o que potencialmente se infecten (Masini *et al.*, 2011; Chellamani *et al.*, 2013). El aumento de infecciones tisulares es resultado de la penetración por la propiedad de capilaridad que poseen los hilos multifilamento (Geiger *et al.*, 2005).

El pseudomonofilamento tiene un núcleo de varias trenzas recubiertos con una extrusión del mismo material que el núcleo. Tiene un bajo arrastre del tejido, buena capacidad de anudado y una flexibilidad justa. Tiene inconvenientes como la seguridad de nudo bajo como las suturas monofilamentosas (Figura N°2.3).

Figura N°2.3. Variaciones de los hilos según el proceso de fabricación. *a)* Material monofilamento. En el corte transversal se aprecia la uniformidad que lo caracteriza. *b)* material polifilamentoso; *c)* Material pseudo monofilamento donde se aprecia la presencia de los monofilamentos recubiertos por material extrusado que le confiere el aspecto de monofilamento. En: Chellamani *et al.*, 2012.



2.2.2.11. Capilaridad

La capilaridad de una sutura describe la facilidad del transporte de líquidos a lo largo de la hebra de sutura. Es una propiedad física inherente de los materiales multifilamentosos debido al espacio intersticial disponible. Por acción de la capilaridad no solo se transportan líquidos, también bacterias. Un nylon trenzado puede albergar hasta tres veces más microorganismos que el nylon monofilamento. Las suturas monofilamento no presentan capilaridad.

En un estudio en donde se comparó la capilaridad entre hilos mono y multifilamento de poligalactina, ácido poliglicólico, polidioxanona y poliglecaprone se constató que solo el material elaborado como monofilamento ofrece protección confiable contra el transporte o la migración de bacterias. El mismo estudio demostró que los diseños de sutura de multi

y pseudomonofilamento posibilitan la transmisión de líquidos y bacterias por capilaridad, aunque en diferentes grados (Geiger *et al.*, 2005).

2.2.2.12. *Absorción de fluidos*

Las propiedades de absorción de fluidos y capilaridad poseen relevancia debido al impacto de las bacterias contaminantes en los tejidos. La naturaleza química y la estructura física de las suturas determinan el nivel de absorción de líquidos. Sin embargo la naturaleza química parece ser más importante que la estructura física. Las suturas sintéticas tienen menor capacidad de absorción de fluidos que las suturas naturales, porque las sintéticas son más hidrófobas. Las suturas de multifilamento como catgut tienen una mayor absorción de fluidos que las suturas de monofilamento (Dumitru, 2002).

2.3. Materiales de sutura

A continuación se detallan las características de los hilos que con mayor frecuencia suele emplearse en cirugía veterinaria.

2.3.1. Hilos absorbibles

2.3.1.1. *Hilos absorbibles naturales*

2.3.1.1.1. Catgut

El catgut es un material absorbible polifilamentoso retorcido de origen natural elaborado a partir de tejido conjuntivo proveniente de la submucosa de intestino de oveja o la capa serosa de intestino bovino. Se conserva en alcohol y una vez que se seca la hebra, ésta se debe desechar.

Provoca reacción inflamatoria moderada en el tejido ya que se descompone a través de una combinación de degradación enzimática y de fagocitosis. La tasa de absorción aumenta significativamente en presencia de infección y en tejidos con altos niveles de enzimas proteolíticas liberadas por los leucocitos que concurren al sitio de infección (Boothe, 1993). Por esta razón es un hilo que no se encuentra indicado para la gastrorrafia por el pH ácido.

Para reducir la reacción inflamatoria y la tasa de absorción el catgut suele ser recubierto por sales de cromo. El catgut crómico es difícil

de manejar, tiene tendencia a deshilacharse con el manejo y tiene poca seguridad de nudo cuando está húmedo (Akinrinmade y Lawal, 2010). Es importante realizar al menos cuatro seminudos al inicio de un patrón de sutura continuo y cinco al final (Rosin y Robinson, 1989). Al catgut crómico comúnmente se lo emplea en la práctica general de grandes y pequeños animales y está disponible en el mercado en hebras de aproximadamente 70 cm conservados en alcohol isopropílico (Figura N°2.4).

Figura N°2.4. Hilo de sutura catgut crómico 2/0. Tagum®



2.3.1.2. Hilos absorbibles sintéticos

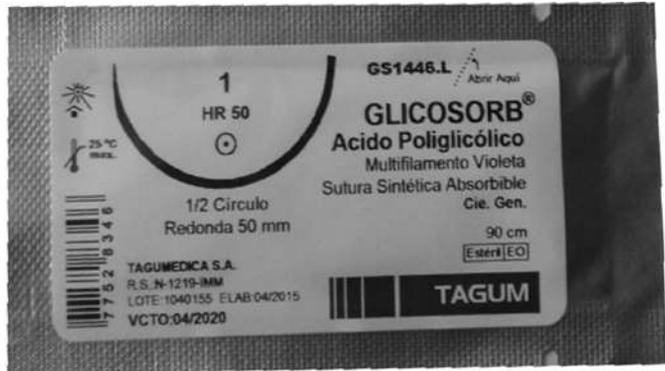
2.3.1.2.1. Ácido poliglicólico

El ácido poliglicólico (PGA) es un poliéster polimerizado a partir de ácido hidroxiacético, es multiflamentoso trenzado y es absorbible. Se lo elabora de forma recubierta y no recubierta (Figura N°2.5).

Después de dos semanas de hallarse implantado conserva el 65% de la resistencia a la tracción inicial, en contraste con el 0% del catgut (Katur *et al.*, 2009) pero tiene menos resistencia a la tracción que las otras suturas sintéticas absorbibles (Boothe, 1998).

El PGA es adecuado para uso en anastomosis intestinal, operación cesárea, reparación de hernias y cualquier circunstancia en la que no se requiera una aproximación extendida de tejidos bajo estrés (Ellison *et al.*, 1998). Es un material confiable para la cistorrafia ya que la orina normal o contaminada por bacterias no lo alteran (Greenberg *et al.*, 2004).

Figura N°2.5. Hilo de sutura ácido poliglicólico número 1. Tagum®

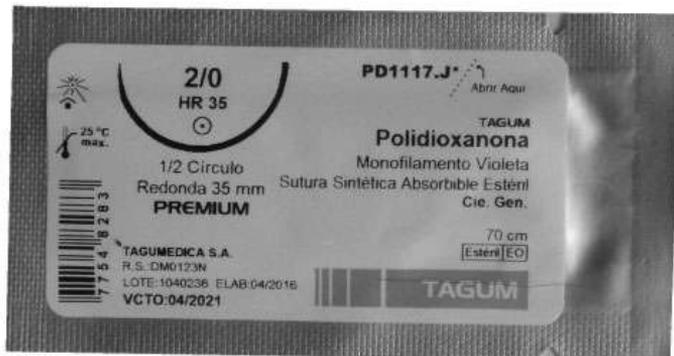


2.3.1.2.2. Polidioxanona (PDS)

Es un material sintético derivado del polímero de polidioxanona, es absorbible, tiene buena seguridad de nudo, un mínimo arrastre de tejido y mínima reacción tisular de cuerpo extraño (Figura N°2.6). Pierde la resistencia a la tracción en el orden del 14% en el día 14 con una resorción completa en el día 180 (Milovancey *et al.*, 2004). Es confiable para la cistorrafia pues el contacto con orina normal o contaminada por bacterias no lo alteran (Greenberg *et al.*, 2004).

El principal inconveniente de esta sutura son las características de manejo deficientes debido a su rigidez y memoria.

Figura N°2.6. Hilo de sutura polidioxanona 2/0 Tagum®



2.3.1.2.3. Poligalactina 910

Es un material trenzado, sintético, producto de la combinación de ácido poliglicólico y ácido láctico en proporción 9:10 (Figura N°2.7). Es absorbible por hidrólisis entre los 60-90 días postimplante, motivo por el cual se lo puede emplear en una variedad de tejidos y condiciones

que incluye heridas infectadas y pH extremos (Williams *et al.*, 2010). Cuenta con buenas condiciones de manejo y de resistencia. Los estudios que compararon la reacción inflamatoria y seguridad de los nudos con el catgut, señalan que la poligalactina provoca menos inflamación y mayor resistencia a la tracción (Moy y Waldman, 1992). Conserva el 65% de su resistencia a la tracción a las dos semanas y el 40% a las tres (Bellenger, 1982).

Es útil para su uso en suturas perdidas o enterradas (Hochberg y Murray, 1992). Es un material absorbible fuerte, aunque en menor grado que la polidioxanona (PDS) (Fierheller y Wilson, 2005). Es empleado en una variedad de tejidos y condiciones, como puede ser laparorrafias de la línea media en equinos (Dart *et al.*, 1999) y heridas infectadas (Bellenger, 1982).

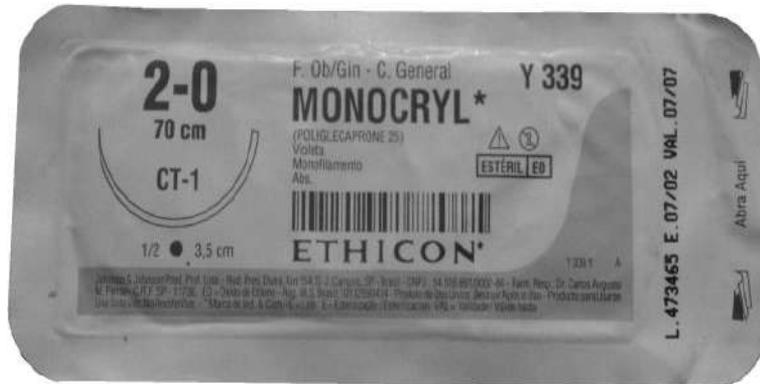
Es un hilo muy interesante para el cierre de la piel en la medicina veterinaria y se asocia con una buena tolerancia y resultados cosméticos. En estudios de heridas de piel en caninos no se observó alteración de la cicatrización después de la operación. La principal ventaja es que no requiere la extracción de los puntos, lo que es especialmente importante para el soporte temporal de heridas en mascotas no socializadas, animales salvajes y de zoológico, heridas en yesos y situaciones con consideraciones económicas (Matičić *et al.*, 2005).

2.3.1.2.4. Poliglecaprone

Es un material de sutura monofilamento sintético absorbible obtenido de un copolímero de coprolactona y glicólido (Figura N°2.8). Se absorbe por hidrólisis en 90 a 120 días. Hacia el séptimo día post-implante pierde el 50% de la fuerza de tensión y mantiene la resistencia a la rotura en el orden del 20-30% a los 14 días (Milovanceyn *et al.*, 2004). Posee buena respuesta biológica con mínima respuesta tisular, brinda seguridad de nudo y posee memoria reducida (Nary Filho *et al.*, 2002).

Por sus características puede ser empleado en suturas perdidas y tejidos superficiales como la mucosa oral (Beswada *et al.*, 1995). Brinda resultados satisfactorios con todos los requisitos de sutura en la ovariohisterectomía en la gata que incluye ligaduras, sutura de la fascia abdominal y cierre de piel. Las reacciones inflamatorias observadas fueron de corta duración consistentes a las anticipadas para una herida quirúrgica (Runk *et al.*, 1999). Frem *et al.*, (2017) indican su uso en la uretostomía perineal en gatos.

Figura N°2.8. Hilo de sutura de poliglecaprone 2-0. Ethicon®



2.3.2.1. Hilos no absorbibles naturales

2.3.2.1.1. Seda

La seda es un material no absorbible de origen natural proveniente del capullo del gusano de seda (Figura N°2.9). Provoca una intensa reacción inflamatoria tisular y tiene una capilaridad significativa. La seda tiene excelentes características de manejo y es el punto de referencia para las características de manejo en otros materiales de sutura. La resistencia a la tracción inicial es más alta que la del catgut, con una retención del 50% de su resistencia inicial luego de un año de implantado (Bellenger *et al.*, 1982). La absorción completa puede ocurrir en un período de más de 2 años (Smeak, 1998). Puede causar ulceración cuando se usa en vísceras huecas, como el tracto gastrointestinal o predisponer a la formación de cálculos en el tracto urinario o biliar (Blackford y Blackford, 1999).

Figura N°2.9. Hilo de sutura de seda trenzada número 3/0. Tagum®



2.3.2.2. Hilos no absorbibles sintéticos

2.3.2.2.1. Nylon

Es un hilo sintético no absorbible mono y multifilamento. Es un termoplástico que contiene amina derivado de hexametildiamina y ácido adípico (Boothe, 1993) (Figura N°2.10). Aunque se clasifica como material no absorbible, pierde hasta el 30% de la fuerza de tracción después de dos años de haber sido implantado (Bellenger, 1982). El nylon mantiene un alto nivel de elasticidad una vez utilizado en el tejido, por ello es una propiedad a tener en cuenta cuando se puede desarrollar edema e inflamación del tejido. Esta condición hace del nylon un material útil como sutura en la piel (Campbell y Bailey, 1992). Las principales desventajas del nylon son sus características de manejo deficientes e inseguridad de nudo (Smeak, 1998). Las presentaciones multifilamentosas han mejorado el manejo y la seguridad del nudo a expensas de mayor capilaridad (Niles y Williams, 1999).

Figura N°2.10. Hilo de sutura de nylon 3/0 marca Tagum®



2.3.2.2.2. Polipropileno

Es un material de sutura monofilamento elaborado de un estereoisómero de polipropileno. Es el hilo sintético que posee mayor resistencia en los materiales sintéticos no absorbibles sin reducción apreciable después de la implantación (Bellenger, 1982; Boothe, 1998) (Figura N°2.11). Sin embargo, la resistencia a la tracción es menor en comparación con todas las suturas de monofilamento (Chellamini *et al.*, 2013). La elasticidad que posee le permite acomodarse al edema de la herida sin causar estrangulaciones y cortes del tejido, pero tiene una tendencia

reducida a volver a su longitud inicial cuando ya no está presente la deformación (Moy *et al.*, 1991).

Por sus características no trombogénicas suele ser empleado con frecuencia en cirugía vascular (Litwak, 1993). Las propiedades elásticas y la longevidad del polipropileno lo hacen adecuado para uso en la piel (Stoloff, 1991). Por ello, las suturas que deben realizarse bajo tensión, las heridas infectadas y la cirugía cutánea habitual en mascotas requieren un material sintético monofilamento no absorbible como el polipropileno extremadamente inerte (Matičić *et al.*, 2005); **aunque entre las desventajas del material cuenta la poca seguridad de los nudos y la alta memoria** (Niles *et al.*, 1999).

Figura N°2.11. Hilo de polipropileno número 1. Tagum®



2.3.2.2.3. Poliéster

Las suturas de poliéster se obtienen de la polimerización y condensación de tereftalato de polietileno. Es un material sintético, no absorbible y multifilamentoso. Posee resistencia a la tracción extremadamente alta que solo es superada por las suturas metálicas (Banks *et al.*, 2001). La propiedad de tensión se combina con escasa reacción tisular y seguridad de nudo. Es un hilo con coeficiente de fricción elevado, motivo por el cual posee presentaciones comerciales que lo revisten con polibutano, teflón o silicona (Kudur *et al.*, 2009).

El poliéster es empleado en cirugía laríngea equina (Santos *et al.*, 2014), reparación de fístula de pezón en vacas (Premasairam *et al.*, 2020), cirugía vascular (Al-Hyani, 2012).

2.4. Bibliografía

- Akinrinmade JF, Lawal AO. 2010. Gross and histologic evaluation of abdominal adhesions associated with chromic catgut and polypropylene sutured enteropexies in Dog. *International Journal Morphology*. 28(4):1221-1225.
- Al-Hyani OH, Al-Jobory AkH, Al-Hasan AM. 2012. Effect of different suture materials on healing of blood vessels in dogs. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 26, Supplement III, (77-82).
- Albanese V, Hanson RR, McMaster MA, Koehler JW, Caldwell FJ. 2016. Use of a barbed knotless suture for laparoscopic ablation of the nephrosplenic space in 8 horses. *Veterinary Surgery*. 45(6):824–830. DOI:10.1111/vsu.12520
- Altman GH, Diaz F, Jakuba C, Calabro T, Horan RL, Chen J, Lu H, Richmond J, Kaplan DL. 2003. Silk-based biomaterials. *Biomaterials*. 24(3):401-416.
- Ammirati CT. 2002. Advances in wound closure material. In: James WD, ed. *Advances in dermatology*, 18. Mosby Co, St. Louis (MO), USA. pp. 313–338.
- Anderson SL, Devick I, Bracamonte JL, Hendrick S, Barber SM, Carmalt JL, Wilson DG. 2014. Occurrence of incisional complications after closure of equine celiotomies with USP 7 polydioxanone. *Veterinary Surgery*. 44(4):521–526. doi:10.1111/j.1532-950x.2014.12275.x
- Auletta L, Lamagna F, Uccello V, Lamagna B, Pasolini MP. 2011. In vitro comparison of three suture techniques for anastomosis of the equine small intestine. *Equine Veterinary Journal Supply*. 40:46-50. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2011.00494.x.
- Banks AS, Downey MS, Martin DE, Miller SJ. 2001. Sutures and anchoring devices. En: McGlamamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery. 3rd ed, volume 1. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 148.
- Barnes TG, Sheikh AA. 2013. Suture material, knot tying and wound closure in surgery. *Journal of Operating Department Practitioners*. 1(1):15-20 DOI: <https://doi.org/10.12968/jodp.2013.1.1.15>
- Bellenger CR. 1982. Sutures: Part I. The purpose of sutures and available suture materials. *Compendium Continuing Education Practice Veterinary*. 4:507-515.
- Bennett RG. 1998. Selection of wound closure materials. *Journal American Academy Dermatology*. 18: 619637.
- Beswada RS, Jamiolkowski DD, Lee IY, Agarwal V, Persivale J, Trenka-Benthin S, Erneta M, Suryadevara J, Yang A, Liu S. 1995. Monocryl suture, a new ultrapliable absorbable monofilament suture. *Biomaterials*. 16:1141-1148.
- Bhalerao S, Lavekar GS, Solanki YG. 1998. Sutures: Evolutionary phases. *Asian Textile Journal*. 7(12):81-86.
- Blackford LW, Blackford JT. 2007. Suture materials and patterns. In: Auer J, Stick J eds. *Equine Surgery*. 2nd edn. Saunders, Philadelphia, pp. 91-103.
- Bloom BS, Golberg D. 2007. Suture material in cosmetic cutaneous surgery. *J Cosmetology Laser Therapy*. 9(1):41–45.
- Boothe HW. 1998. Selecting suture materials for small animal surgery. *Compendium Continuing Education Practice Veterinary*. 20:155-163.
- Boza S, Lucas X, Zarelli M, Soler M, Belda E, Agut A. 2010. Late abscess formation caused by silk suture following hysterectomy in a female dog.

- Reproduction in Domestic Animals*. 45(5):934-936. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01366.x>
- Campbell EJ, Bailey JV. 1992. Mechanical properties of suture materials in vitro and after in vivo implantation in horses. *Veterinary Surgery*. 21:355-361.
- Chellamani KP, Veerasubramanian D, Vignesh Balaji RS. 2012. Barbed bi-directional surgical sutures. *SITRA Res. Rep.* 56(11):1-4.
- Chellamani KP, Veerasubramanian D, Vignesh Balaji RS. 2013. Surgical sutures: an overview. *Journal Academy Industry Research*. 1(12):778.
- Chism P, Latimer FG, Patton CS, Rohrbach BW, Blackford JT. 2000. Tissue strength and wound morphology of the equine linea alba after ventral median celiotomy. *Veterinary Surgery*. 29:145-151.
- Dart AJ, Dowling BA, Hodgson DR. 1999. Large Intestine. In: Auer J, Stick J, editors. *Equine Surgery*. 2nd ed. Saunders, Philadelphia, p. 257-285.
- Desai AA. 2005. Biomedical implantable materials sutures. *Asian Textile Journal*. 14(3): 54-56.
- Demyttenaere SV, Nau P, Henn M, Beck C, Zaruby J, Primavera M, Kirsch D, Miller J, Liu JJ, Bellizzi A, Melvin WS. 2009. Barbed suture for gastrointestinal closure: a randomized control trial. *Surgical Innovation*. 16(3):237-42. DOI: 10.1177/15533506093402988.
- Dumitriu S. 2002. Textile-based biomaterials for surgical applications. In: *Polymeric biomaterials*. CRC Press, London, UK. p. 512.
- Duffy DJ, Kindra CG, Moore GE. 2019. Comparison of initial leak pressures after single- and double-layer cystotomy closure with barbed and nonbarbed monofilament suture material in an ex vivo ovine model. *Veterinary Surgery*. DOI:10.1111/vsu.13160
- Ehrhart NP, Kaminskaya K, Miller JA, Zaruby JF. 2013. In vivo assessment of absorbable knotless barbed suture for single layer gastrotomy and enterotomy closure. *Veterinary Surgery*. 2013; 42:210-216. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2013.01090.x.
- Ellison GW. Intestines. In: Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B, editors. *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4th edn, Williams and Wilkins, Philadelphia, 1998:245-258.
- Einarson JJ, Vonnahme KA, Sandberg EM, Grazul-Bilska AT. 2012. Barbed compared with standard suture: Effects on cellular composition and proliferation of the healing wound in the ovine uterus. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 91(5):613-619. doi:10.1111/j.1600-0412.2012.01381.x
- Fierheller EE, Wilson DG. 2005. An in vitro biomechanical comparison of the breaking strength and stiffness of polydioxanone (sizes 2, 7) and polyglactin 910 (sizes 3, 6) in the equine linea alba. *Veterinary Surgery*. 34(1):18-23. DOI: 10.1111/j.1532-950x.2005.00004.x
- Frem DL, Hottinger HA, Hunter SL, Trout NJ. 2017. Use of poliglecaprone 25 for perineal urethrostomy in cats: 61 cases (2007-2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 251(8):935-940. DOI:10.2460/javma.251.8.935
- Geiger D, Debus ES, Ziegler UE, Larena-Avellaneda A, Frosch M, Thiede A, Dietz UA. 2005. Capillary activity of surgical sutures and suture-dependent

- bacterial transport: a qualitative study. *Surgical Infections*. 6(4):377-383. DOI: 10.1089/sur.2005.6.377
- Greenberg CB, Davidson EB, Bellmer DD, Morton RJ, Payton ME. 2004. Evaluation of the tensile strengths of four monofilament absorbable suture materials after immersion in canine urine with or without bacteria. *American Journal of Veterinary Research*. 65(6), 847–853. DOI:10.2460/ajvr.2004.65.847
- Hansen LA, Monnet EL. 2012. Evaluation of a novel suture material for closure of intestinal anastomoses in canine cadavers. *American Journal Veterinary Research*. 73(11):1819-23. DOI: 10.2460/ajvr.73.11.1819.
- Hemal AK, Agarwal MM, Babbar P. 2012. Impact of newer unidirectional and bi-directional barbed suture on vesicourethral anastomosis during robot-assisted radical prostatectomy and its comparison with polyglecaprone-25 suture: an initial experience. *International Urology Nephrology*. 44:125–132. DOI: 10.1007/s11255-011-9967-0
- Hendrickson DA, Baird AN. 2013. Surgical Instruments., *Use of surgical instruments*. In: Hendrickson DA (ed). *Turner and McIlwraith's techniques in large animal surgery*. 4th Ed. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA, pp 33-52.
- Hochberg J, Murray GF. 1992. Principles of operative surgery. In: Sabiston DC, editor. *Textbook of surgery*. 15th edition. WB Saunders, Philadelphia, USA. pp. 253-263.
- Huber DJ, Egger EL, James SP. 1999. The effect of knotting method on the structural properties of large diameter nonabsorbable monofilament sutures. *Veterinary Surgery* 28(4):260-267. DOI: <https://doi.org/10.1053/jvet.1999.0260>
- Ingle NP, King MW, Zikry MA. 2010. Finite element analysis of barbed sutures in skin and tendon tissues. *Journal Biomechanics*. 43(5):879-886. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2009.11.012.
- Ishikawa K, Sadahiro S, Tanaka Y, Suzuki T, Kamijo A, Tazume S. 2013. Optimal sutures for use in the abdomen: an evaluation based on the formation of adhesions and abscesses. *Surgery Today*. 43(4):412–417. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00595-012-0249-y>
- Kieves NR, Krebs AI. 2017. Comparison of leak pressures for single-layer simple continuous suture pattern for cystotomy closure using barbed and monofilament suture material in an ex vivo canine model. *Veterinary Surgery*. 46(3):412–416. DOI: 10.1111/vsu.12632
- Kudur M, Pai S, Sripathi H, Prabhu S. 2009. Sutures and suturing techniques in skin closure. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*. 75(4):425. DOI:10.4103/0378-6323.53155
- Liatsikos E, Knoll T, Kyriazis I, Georgiopoulos I, Kallidonis P, Honeck P, Stolzenburg JU. 2013. Unfavorable outcomes of laparoscopic pyeloplasty using barbed sutures: a multi-center experience. *World Journal Urology*. 31(6):1441-1444. DOI: 10.1007/s00345-012-1019-6
- Litwak P. 1993. Principles of vascular surgery. In: Slatter DH, ed. *Textbook of Small Animal Surgery*. 2nd ed, Saunders, Philadelphia, USA, pp. 891-893.
- Matičić D, Kreszinger M, Pirkić B, Vnuk D, Radišić B, Gračner D. 2005. Comparative study of skin closure in dogs with polypropylene and polyglactin 910. *Veterinary arhiv*. 75(5):383-390.

- MacPhail CM. 2013. Biomaterials, suturing and hemostasis/sutures and suture selection. In: Fossum TW (Ed.), *Small animal surgery* (4th ed), Mosby, St. Louis, USA, pp. 64-70.
- Masini BD, Stinner DJ, Waterman SM, Wenke JC. 2011. Bacterial adherence to suture materials. *Journal Surgical Education*. 68(2):101-104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2010.09.015>
- Meyer RD, Antonini CJ. 1989. A review of sutures materials, part II. In: *Compendium of CME in dentistry*. Jamesburg Dental Learning Systems Co., pp. 360-368.
- Moran ME, Marsh C, Perrotti M. 2007. Bidirectional-barbed sutured knotless running anastomosis V classic van Velthoven suturing in a model system. *Journal Endourology*. 21:1175-1178.
- Milovancev M, Weisman DL, Palmisano MP. 2004. Foreign body attachment to polypropylene suture material extruded into the small intestinal lumen after enteric closure in three dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*., 225(11):1713–1715. DOI:10.2460/javma.2004.225.1713
- Moy RL, Lee A, Zalka A. 1991. Commonly used suture materials in skin surgery. *American Family Physician*. 44(6):2123–2128
- Mulon PY, Zhim F, Yahia L. 2010. The effect of six knotting methods on the biomechanical properties of three large diameter absorbable suture materials. *Veterinary Surgery*. 39(5):561-565. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2009.00634.x>
- Murtha AP, Kaplan AL, Paglia MJ, Mills BB, Feldstein ML, Ruff GL. 2006. Evaluation of a novel technique for wound closure using a barbed suture. *Plastic Reconstructive Surgery*. 117:1769-1780
- Nary Filho H, Matsumoto MA, Batista AC, Lopes LC, Costa Grizzo de Sampaio Góes F, Consolaro A. 2002. Comparative study of tissue response to polyglycaprone 25, polyglactin 910 and polytetrafluorethylene suture materials in rats. *Brazilian Dentistry Journal*. 13(2):86-91.
- Neath PJ (2004) Choosing the right suture material. *Proceedings of 47th Annual BSAVA Congress, UK*, pp. 389-391.
- Nelson BB, Hassel DM. 2014. In vitro comparison of V-Loc™ versus Biosyn™ in a one layer end-to-end anastomosis of equine jejunum. *Veterinary Surgery*. 43:80–84. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12081.x>
- Niles J, Williams J. 1999. Suture materials and patterns. *In Practice*. 21:308-320.
- Osther PJ, Gjøde P, Mortensen BB, Mortensen PB, Bartholin J, Gotttrup F. 1995. Randomized comparison of polyglycolic acid and polyglyconate sutures for abdominal fascial closure after laparotomy in patients with suspected impaired wound healing. *British Journal Surgery*. 82(8):1080-1082.
- Premasairam C, Aruljothi N, Balagopalan TP, Alphonse RMD, Abiramy P. 2020. Surgical management of traumatic teat fistulas with polyester sutures in cross-bred cows. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 13(3):51-5. DOI: 10.9790/2380-1303025155.
- Ragle CA, Yiannikouris S, Tibary AA, Fransson BA. 2013. Use of a barbed suture for laparoscopic closure of the internal inguinal rings in a horse. *J American Veterinary Medicine Association*. 242(2):249–253. DOI: 10.2460/javma.242.2.249.

- Rosin E, Robinson GM. 1989. Knot security of suture materials. *Veterinary Surgery*. 18:269-273.
- Runk A, Allen SW, Mahaffey EA. 1999. Tissue reactivity to poliglecaprone 25 in the feline linea alba. *Veterinary Surgery*. 28:466-471.
- Santos MP, Gutierrez-Nibeyro SD, Horn GP, Johnson AJW, Stewart MC, Schaeffer DJ. 2014. Mechanical properties of various suture materials and placement patterns tested with surrogate in vitro model constructs simulating laryngeal advancement tie-forward procedures in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 75(5):500–506. DOI:10.2460/ajvr.75.5.500
- Schmiedt, 2012. Suture materials, tissue staplers, ligation devices and closure methods. In: Tobias KM, Johnston SA (Eds), *veterinary surgery small animal*, Saunders, St. Louis, USA, pp. 187-200.
- Silver E, Wu R, Grady J, Song L. 2016. Knot Security- How is it Affected by Suture Technique, Material, Size, and Number of Throws? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(7), 1304–1312. doi:10.1016/j.joms.2016.02.004
- Silver E, Wu R, Grady J, Song L. 2016. Knot Security- How is it Affected by Suture Technique, Material, Size, and Number of Throws? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(7), 1304–1312. doi:10.1016/j.joms.2016.02.004
- Smeak DD. 1998. Selection and use of currently available suture materials. In: Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B, editors. *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4th ed, Williams and Wilkins, Philadelphia, MA, USA, pp. 19-27.
- Smith JW, Aston SJ. 1991. *Grap & Smith's Plastic Surgery*. Little Brown: Boston, MA, USA, p. 13.
- Spah CE, Elkins AD, Wehrenberg A, Jaffe MH, Baird DK, Naughton JF, Payton ME. 2013. Evaluation of two novel self-anchoring barbed sutures in a prophylactic laparoscopic gastropexy compared with intracorporeal tied knots. *Veterinary Surgery*, 42(8):932–942. DOI:10.1111/j.1532-950x.2013.12043.x
- Stashak TS, Yturraspe DJ. 1979. Consideration for selection of suture materials. *Proc American Association Equine Practice*. 24:369-382.
- Stashak TS, Theoret CL. 2008. *Equine wound management*, Second edition, Blackwell publishing, USA, pp.194-197.
- Steckel RR. 1990. Suture materials. In: White NA, Moore JN, editors. *Current Practice of Equine Surgery*. Lippincott, Philadelphia, pp. 50-55.
- Stoloff DR. 1991. Selecting suture materials. *Veterinary Medicine Reproduction*. 3:53-58.
- Szarmach RR, Livingston J, Rodeheaver GT, Thacker JG, Edlich RF. 2002. An innovative surgical suture and needle evaluation and selection program. *J Long Term Eff Med Implants*. 12(4):211-29.
- Tan RH, Bell RJ, Dowling BA, Dart AJ. 2003. Suture materials: composition and applications in veterinary wound repair. *Australian Veterinary Journal*. 81(3):140–145. doi:10.1111/j.1751-0813.2003.tb11075.x
- Trimbos JB. 1984 Security of various knots commonly used in surgical practice. *Obstetric Gynecology*. 64:274-80.
- Tsukada T, Kaji M, Kinoshita J, Shimizu K. 2016. Use of barbed sutures in laparoscopic gastrointestinal single-layer sutures. *Journal of the Society*

- of Laparoendoscopic Surgeons* 20(3): e2016.00023. DOI: 10.4293/JLS.2016.00023
- Tyner RP, Clifton GT, Fenton SJ. 2013. Hand-sewn gastrojejunostomy using knotless unidirectional barbed absorbable suture during laparoscopic gastric bypass. *Surgery Endoscopy*. 27(4):1360-1366. DOI: 10.1007/s00464-012-2616-6.
- Watanabe G, Ishikawa N. 2015. Use of barbed suture in robot-assisted mitral valvuloplasty. *Annals of Thoracic Surgery*. 99(1):343-5. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.07.054.
- Takacs, JD, Singh A, Case JB, Mayhew PD, Giuffrida MA, Caceres AV, Runge JJ. 2016. Total laparoscopic gastropexy using 1 simple continuous barbed suture line in 63 dogs. *Veterinary Surgery*, 46(2):233–241. DOI:10.1111/vsu.12601
- Tidwell JE, Kish VL, Samora JB, Prud'homme J. 2012. Knot security: how many throws does it really take? *Orthopedics*. 35(4):e532–e537. DOI:10.3928/01477447-20120327-16
- V-Loc product information guide. V-Loc 90 wound closure device. Mansfield, MA; Covidien. 2017. <https://www.medtronic.com/covidien/en-us/support/products/wound-closure/v-loc-barbed-sutures.html> Visita 13 de Julio de 2019.
- Williams, N. S., Bullstrode, C. J., & O'Connell, P. R. (2010). *Bailey & Love's Short Practice of Surgery*, 25th edn.
- Zorn KC, Widmer H, Lattouf JB, Liberman D, Bhojani N, Trinh QD, Sun M, Karakiewicz PI, Denis R, El-Hakim A. 2010. A novel method of urethrovesical anastomosis during robot-assisted radical prostatectomy using a unidirectional barbed wound closure device: feasibility study and early outcomes in 51 patients. *Journal Endourology*. 24:1789–1793. DOI: 10.5489/cuaj.10194

CAPÍTULO

3

Nudos quirúrgicos

3.1. Nudos y nudos quirúrgicos

Existe una amplia y variada cantidad de nudos con los más diversos objetivos. A los nudos se los divide en cuatro grandes grupos: aquellos que utilizan los alpinistas; los que se utilizan en el ámbito rural, los nudos marineros y los que se emplean en cirugía (Rebollo Ortega, 2019). No obstante, algunos nudos como el nudo cuadrado o pescador peruano que fueron diseñados con otros fines también son usados en cirugía (Biosca, 2001; Budworth, 2002; Ramirez *et al.*, 2009).

La confección de un nudo implica que la/el cirujana/o conjugue dos aspectos esenciales, el nudo que mejor seguridad ofrece para mantener a la sutura ejerciendo sus funciones, con las habilidades manuales para ejecutarlo adecuadamente. En las suturas discontinuas o interrumpidas los puntos de sutura concluyen con un nudo mientras que los patrones de sutura continuos comienzan y concluyen en un nudo.

La presente sección tiene como objetivo exponer las condiciones que debe reunir un nudo quirúrgico, las propiedades mecánicas, las conveniencias de uso de cada uno de ellos y cómo se realizan.

3.2. El nudo quirúrgico

El concepto nudo de quirúrgico hace referencia al nudo que emplean las/os cirujanos/as para anudar una sutura. No obstante, no todos los nudos que suelen emplearse rutinariamente son de uso exclusivo en cirugía. Probablemente el único nudo que es de uso exclusivo en cirugía es el nudo de cirujano o simplemente nudo cirujano (Biosca, 2001).

Para que un nudo quirúrgico cumpla sus funciones, debe ser confeccionado siguiendo técnicas y pautas específicas, con habilidad y destreza para evitar demoras que prolonguen la duración de la cirugía. Debemos considerar que la reacción de los tejidos a las suturas se manifiesta en

mayor grado en el sitio del nudo, pues es el sitio de la sutura donde se presenta la mayor densidad de material extraño generando mayor injuria en los tejidos adyacentes. Cuando se incrementa el volumen de un nudo agregando seminudos adicionales se está generando mayor reacción tisular (van Rijseel *et al.*, 1989; Babetty *et al.*, 1998) con consecuente aumento de la morbilidad (Richey y Roe, 2005; Paily y Kovoov, 2004), incremento de la fase inflamatoria (van Rijseel *et al.*, 1989) que expone el riesgo de provocar automutilación. Por otra parte, los nudos voluminosos causan dolor y pueden llevar a la formación del tracto sinusal fistuloso en los cierres abdominales (Israelsson y Jonsson, 1994). Para minimizar las reacciones tisulares asociadas al nudo la/el cirujana/o debe seleccionar un nudo que además de seguro sea pequeño y que posea el número mínimo necesario de seminudos (Mulon *et al.*, 2010). A modo de ejemplo, el nudo Aberdeen resulta más pequeño que los nudos cuadrados, por ello puede resultar que sea el nudo deseable respecto al nudo cuadrado terminal de las suturas continuas (Schaaf *et al.*, 2010).

Las características del material de sutura seleccionado y la técnica de ejecución de los nudos son factores a considerar para que no se altere la seguridad del nudo. El deslizamiento del nudo, generalmente, es causado por una conformación geometría inadecuada del nudo o por técnicas de anudado deficientes que resultan en deshilachamiento o cizallamiento del material, mientras que la rotura se produce cuando se excede la resistencia a la tracción de la sutura o haber aplicado tensión desigual en los extremos del nudo al atar (Shetko *et al.*, 2004). Las características del material de sutura también pueden afectar a la seguridad del nudo, pues los hilos monofilamentosos son menos flexibles y más susceptibles a daños por aplastamiento o muescas provocadas al ser pinzados con el instrumental. Por otra parte, la superficie suave del hilo posibilita que el nudo se deslice y deshaga (Schmiedt, 2012).

3.3. Conformación del nudo quirúrgico

La confección del nudo implica que se realice en dos etapas distintas. El propósito de la primera es obtener una aproximación precisa de los bordes de la herida al cerrar o ceñir un nudo. Una vez que la lazada o el seminudo entra en contacto con la herida, el cirujano tendrá una vista previa de la aposición definitiva de los bordes de la herida. La doble lazada de inicio del nudo cirujano mantiene la aposición de los bordes de la herida al “bloquearla” o asegurarla temporalmente en su lugar. La doble lazada por sí sola no es confiable para mantener la aposición de

la herida pues cualquier tensión proveniente del paciente el seminudo se desbloqueará. La adición de un segundo seminudo cuadrado proporciona resistencia adicional, pero este nudo no avanzará por deslizamiento, lo que limitará la capacidad del cirujano para asegurar una coaptación meticulosa de los bordes de la herida (Faulkner *et al.*, 1996).

A menos que un cirujano tenga conocimiento específico de la evidencia experimental de que se necesitan menos seminudos para un fin determinado, se deben realizar 4 o 5 seminudos o lazadas (Muffly *et al.*, 2010; Tidwell *et al.*, 2012).

La seguridad del nudo garantiza que éste no se desate ni deslice y evita que se deshaga la sutura (Burkhart *et al.*, 2000). A mayor superficie de contacto entre los chicotes el nudo será más seguro (Biosca Rolland, 2001; Budworth, 2002). Para cumplir con la condición de seguridad que se busca es condición necesaria conocer las fuerzas y mecánica de los nudos quirúrgicos. A modo de ejemplo, el nudo de cirujano es más fuerte que el nudo cuadrado, y ambos son más fuertes que los nudos deslizantes (nudo femenino o de costurera). En cuanto a las propiedades físicas (mono y polifilamento) la poligalactina es el material más seguro, seguido por catgut crómico, el nylon y la seda; en tanto que la seguridad del nudo es independiente al calibre del hilo de sutura (Silver *et al.*, 2016).

3.4. Mecánica del nudo quirúrgico

En los nudos intervienen tres fuerzas que la/el cirujana/o deben conocer para crear nudos seguros y confiables y la vez cumplan con las funciones por las que fueron seleccionados. Esas fuerzas son la fuerza de resistencia, la fuerza de potencia y la fuerza de fricción. La *fuerza de resistencia* es la que ofrecen los tejidos al afrontamiento y es la que hay que contrarrestar cuando se pretende coaptar los bordes separados y cerrar una herida (Figura N°3.1a).

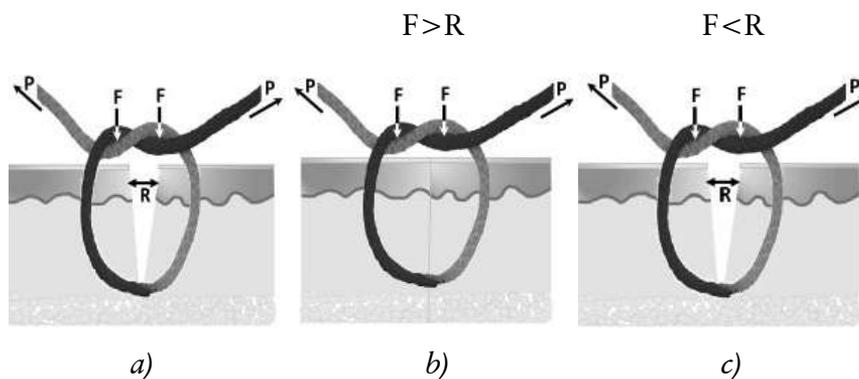
La *fuerza de potencia* es la que se debe efectuar para vencer a la fuerza de resistencia y se ejerce traccionando de los chicotes. El seminudo se ciñe y así se logra que los bordes de la herida se contacten entre ellos (Figura N°3.1a).

La *fuerza de fricción* es el rozamiento o deslizamiento del nudo y es la oposición que ofrece el nudo para permitir que se ciña o se deslice. La fricción es proporcional a la presión normal que obra entre las superficies del hilo que se entrelazan y entran en contacto. Varía con la naturaleza y estado de las superficies y se expresa con el coeficiente de fricción, que es la fuerza de rozamiento que existe entre las superficies del hilo

con el que se realiza el nudo. El coeficiente se incrementa a medida que el nudo se va ajustando y depende de los materiales utilizados, si son mono o multifilamento (Figura N°3.1a).

Según los valores relativos de las diferentes fuerzas que intervienen en la mecánica de un seminudo se pueden generar que éste sea o no estable. El seminudo es estable cuando la fuerza de potencia vence a la de resistencia y genera que los bordes de la herida queden afrontados al momento de aflojar los chicotes. En este caso la fuerza de fricción reemplaza a la fuerza de potencia contrarrestando a la resistencia que ofrecen los tejidos (Figura N°3.1b). Por el contrario, cuando la fuerza de fricción es menor que a la resistencia de los tejidos, cuando los chicotes se sueltan los márgenes de la herida se separan y el medio nudo se afloja (Figura N°3.1c).

Figura N°3.1. a) Fuerzas intervinientes en el seminudo quirúrgico: fuerza de tracción o potencia (P); fuerza de resistencia (R) y fuerza de fricción (F) b) Nudo estable, cuando F es superior a R; c) Nudo inestable, cuando R es mayor que F. Modificado de Pistani, 1980.



Un nudo está conformado mínimamente por dos seminudos y conforme como se ejecuten generan dos grandes grupos de nudos, nudos planos y nudos deslizantes. Los nudos planos son simétricos o cuadrados. En ellos, el coeficiente de fricción se distribuye por igual entre los dos cabos de hilos. Cada extremo del hilo entra al nudo y lo abandona en opuesta. Los nudos deslizantes son asimétricos. En estos nudos, el coeficiente de fricción no se distribuye equitativamente y cada extremo de la sutura entra y deja al nudo en la misma dirección. En nudos deslizantes, una hebra axial se mantiene bajo tensión durante el atado, mientras que la otra hebra está atada alrededor de ella (Amortegui y Restrepo, 2002).

Tera y Aberg (1976) introdujeron una nomenclatura para nudos cuadrados o llanos basada en la apariencia geométrica. Trimbo (1984) introdujo la nomenclatura para nudos deslizantes basada en la formación de la estructura del nudo. Era una extensión de la nomenclatura de Tera y Aberg para nudos planos, pero se diferencian en cuanto al significado de sus símbolos. La clasificación de Tera y Aberg se basa en la apariencia del nudo, mientras que Trimbo se ocupa de la formación o estructura del nudo. Dinsmore (1995) unificó ambas nomenclaturas.

La nomenclatura de Dinsmore emplea números para designar la cantidad de giros que conforman la lazada de cada seminudo. Una “x” se coloca al lado del número para indicar que el siguiente lanzamiento gira en la dirección opuesta a la que lo precede. El símbolo “=” se usa cuando el siguiente seminudo gira en la misma dirección respecto a la precedente. Por ejemplo, el nudo de cirujano en donde el primer seminudo es doble y un segundo seminudo con un seminudo cuyo giro se realiza en sentido opuesto se simboliza como 2x1; si el nudo estuviera conformado por un nuevo seminudo adicional en dirección opuesta y se designa como 2x1x1.

Se utiliza una “S” para los nudos deslizantes. La S se coloca para cada seminudo. Los nudos deslizantes se clasifican como nudos simples y complejos. En el nudo simple, cada seminudo se ata sobre la misma hebra axial, y en los nudos complejos hay un cambio en la hebra axial. De nuevo, la “x” significa que cada seminudo gira en la dirección opuesta a la que lo precede, y el símbolo “=” significa que cada lazada gira en la misma dirección que la anterior. El símbolo “//” significa que hay un cambio de hebra axial y que el siguiente lanzamiento gira en la misma dirección que la anterior. Se utiliza un signo de “#” cuando la hebra axial cambia y el siguiente lanzamiento gira en la dirección opuesta a la anterior. En estas páginas se empleará la nomenclatura de Dinsmore (1995) de forma complementaria según el nudo sea o no deslizable.

3.4.1. Pautas para ejecutar un nudo quirúrgico

Livington (1929) formuló tres leyes y un principio que la/el cirujana/o debe considerar para ejecutar un nudo quirúrgico perfecto. Esas leyes son: 1) Ley de la ambidestreza o bimanualidad. Implica realizar idénticos movimientos con ambas manos y así asegurar la obtención de un nudo cuadrado.

2) Ley de la bimotoilidad dicta que movimientos opuestos de la misma mano aseguran la confección del nudo cuadrado.

3) Ley del enlazamiento retrógrado efectuado el primer seminudo el cabo debe volver atrás y del mismo lado, predeterminando la relación de los cabos para el segundo seminudo.

El principio que estableció Livingstone es el principio que le confiere al nudo cuadrado su otra denominación, nudo llano o plano porque todos sus componentes quedan situados en un mismo plano y que es el de la lazada. Ello implica que cuando se ciñe el nudo la tracción sostenida y divergente que se ejerce sobre los chicotes, se realiza en el plano de la lazada

Los nudos quirúrgicos que se abordarán en este texto son los que con mayor frecuencia emplean las/os cirujanas/os. En ese sentido se abordarán los nudos cuadrado, el nudo femenino, nudo de cirujano, nudo corredizo, nudo de avance y el nudo Aberdeen (AB).

3.4.2. Nudo cuadrado

Sinónimos: nudo plano, nudo llano, nudo corriente, nudo de rizo.

El nudo cuadrado recibe su nombre con motivo de su forma simétrica y es un nudo 1x1 (Dinsmore, 1995) (Figura N°3.2a) que provee seguridad ya que no tiende a deshacerse por deslizamiento. Por ese motivo es considerado el estándar de oro para garantizar seguridad, sin dejar de tener en cuenta que en la seguridad convergen la dimensión y propiedades físicas del material de sutura y la cantidad de seminudos que se realizan (Behm *et al.*, 2007).

El nudo cuadrado se obtiene de alternar el uso de las manos para confeccionar los seminudos. A modo de ejemplo, al primer seminudo se lo puede hacer con la mano derecha, y luego, al segundo seminudo con la mano izquierda; o bien, hacer el nudo solo con una mano pero intercambiando el uso de los cabos del hilo (Figura N°3.2a).

La seguridad de este nudo no debe darse por sentada a pesar que se lo reconozca por mantener su integridad. Por ello, la/el cirujana/o debe considerar también la naturaleza del material de sutura que emplea (Fossum, 2007). Existen diferencias significativas entre los materiales de sutura, el tamaño del nudo, el patrón de sutura y la experiencia del cirujana/o para garantizar la seguridad del nudo (Marturello *et al.*, 2014).

3.4.3. Nudo femenino

Sinónimos: nudo costurera, falso rizo, nudo “abuelita”

El nudo femenino es un nudo simétrico de cuya configuración es S=S o 1=1 (Figura N°3.2b). Es un nudo que se evita ya que es inseguro porque permite el

deslizamiento de los seminudos (Biosca Rolland, 2001), razón por la cual no es popular entre los cirujanos por ser poco seguro

Para confeccionarlo ambos seminudos se ejecutan empleando la misma mano o bien empleando al mismo cabo o hebra de hilo, si no se cambian las manos en la ejecución, ya que ambas lazadas o seminudos se hacen sobre la misma hebra axial.

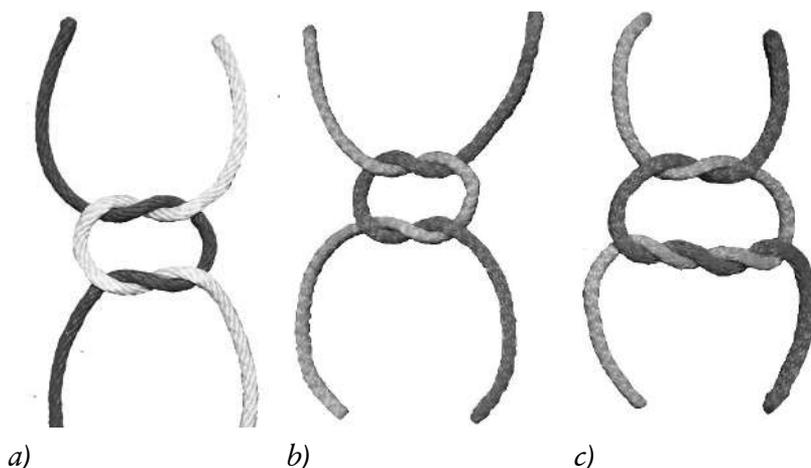
No obstante para Rajbabu *et al.*, (2010) el nudo femenino se encuentra muy difamado para atar ligaduras ya que no existirían pruebas sólidas, incluso si existen razones teóricas para preocuparse por el deslizamiento de los nudos. Según el mismo autor, una ligadura atada con un nudo femenino empleando hilo monofilamento, se logra una hemostasia segura y confiable en vasos grandes y a presiones suprafisiológicas.

3.4.4. Nudo de cirujano

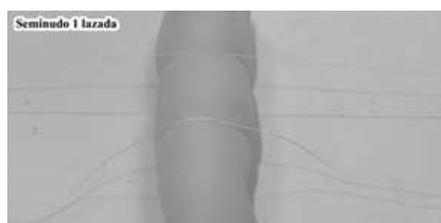
También es un nudo simétrico, que a pesar de que existe una amplia variedad de nudos con fines quirúrgicos, es el más frecuentemente utilizado (Dunn, 2007). El nudo de cirujano es una modificación del nudo cuadrado que agrega una lazada al primer seminudo (Figura N°3.2c) y se obtiene un nudo 2x1. La doble lazada incrementa la fuerza de fricción (que es mayor en hilos polifilamentosos o trenzados) y así permite vencer sostenidamente a la fuerza de resistencia cuando se sueltan los cabos del hilo. En el Video N°3.1 se puede apreciar la acción del primer seminudo.

Las/os cirujanas/os reportaron que prefieren emplearlo cuando el material de sutura es monofilamento (Gallup, 2001); otros, lo prefieren porque el giro adicional mantiene posicionado al nudo para ejecutar el segundo seminudo, en tanto que otros lo emplean como dogma quirúrgico. En condiciones de laboratorio, el nudo de cirujano y el nudo cuadrado no difirieron en la tensión en caso de falla o probabilidad de desatamiento (Muffly *et al.*, 2010).

Figura N°3.2. Nudos quirúrgicos. a) nudo cuadrado, llano, corriente, rizo (1x1); b) nudo femenino, costurera, “abuelita”, falso rizo (S=S); c) nudo cirujano (2x1).



Video N°3.1. Demostración del principio de acción del nudo de cirujano (2x1). Se compara en un simulador la acción de un seminudo de una lazada ante la resistencia de los tejidos. En la parte inferior se apreciará la acción de un seminudo de doble lazada como sucede en el nudo de cirujano.



<https://www.youtube.com/watch?v=mgkqZQhvnL8&feature=youtu.be>

3.4.5. Nudo corredizo o nudo deslizante

El nudo corredizo que es simétrico y por deslizante identifica como $S=S$. Suele denominárselo extracorpóreo porque se confecciona en el exterior de una cavidad y se lo hace deslizar al interior donde deberá cumplir su función. Son óptimos para ligar vasos sanguíneos mesentéricos utilizando material monofilamentoso (Gandini *et al.*, 2010) y ligar el aporte sanguíneo en la operación de ovariectomía en la perra (Leitch *et al.*, 2012). A modo de ejemplo, se puede citar la maniobra de

ligar por transfixión al pedículo vascular del globo ocular en la operación de exanteración. En este caso, la/el cirujana/o luego de realizar una puntada en el pedículo en la profundidad de la órbita ocular, confecciona un seminudo corredizo desde el exterior de la órbita para hacerlo deslizar hasta el fondo de la cuenca orbitaria y cerrar la ligadura.

Como se verá en el capítulo correspondiente a los patrones de sutura, las suturas continuas se inician y finalizan en un nudo. Los nudos que suelen emplearse son el nudo cuadrado, de cirujano, de avance o delantero y el nudo Aberdeen (AB) (Guillen *et al.*, 2016).

Los nudos cuadrado y de cirujano para iniciar una sutura continua donde se emplea material de gran calibre, evitan que se deshaga y proporcionan alta capacidad de retención del nudo (Gillen *et al.*, 2016).

3.4.6. Nudo Aberdeen

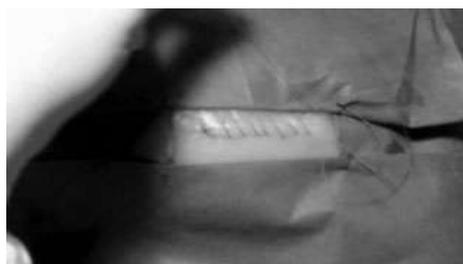
Sinónimo: nudo cadena.

El nudo Aberdeen (AB) o nudo cadena es un nudo de finalización de patrones de suturas continuas (Peloso y Wilkinson, 1974; Wilkinson *et al.*, 1991). Siempre se bloquea, no se desliza y a la vez es fácil de apretar (Stott *et al.*, 2007). Se aplica utilizando la hebra final y el penúltimo bucle de la sutura continua, al igual que se hace con el nudo cuadrado o el nudo del cirujano al concluir un patrón continuo (Richey y Roe, 2005). Es un nudo fácil de aprender que se puede ejecutar de forma manual (Stott *et al.*, 2007; Gillen *et al.*, 2016) e instrumentada (Miyazaki *et al.*, 2015). Aumenta la seguridad del nudo al final de la sutura continua cuando se usan hilos de gran calibre para suturar la celiotomía de la línea media ventral equina (Gillen *et al.*, 2016, McGlinchey *et al.*, 2018). Otros autores señalan que el nudo AB es preferible para asegurar nudos cuadrados en patrones continuos, porque tiene elevada resistencia a la rotura y un volumen más pequeño (Schaaf *et al.*, 2010). Es un nudo que se aprieta solo, aunque desafortunadamente a medida que se aprieta, la longitud adicional induce holgura en la línea de sutura. Por lo tanto, es imperativo apretar el nudo inicialmente (Stott *et al.*, 2007).

Estudios comparativos entre el nudo AB y el nudo cuadrado no registraron diferencias significativas en la seguridad del nudo y la resistencia de la herida suturada (Richey y Roe, 2005). No obstante, el nudo AB proporciona ventajas sobre los nudos cuadrados y de cirujano en cuanto a resistencia general cuando se emplean materiales de sutura de gran calibre.

Este nudo usado para anudar suturas continuas, cuando culmina el patrón de sutura la última lazada no se cierra (Figura N°3.3.a). La/el cirujana introduce los dedos pulgar, índice y medio a través de la lazada para asir el cabo del material de sutura (Figura N°3.3.b) y hacerlo discurrir por el interior de la lazada (Figura N°3.3.c) y se procede a cerrar el seminudo (Figura N°3.3.d) y luego ajustar el nudo (Figura N°3.3.e) y cortar la hebra (Figura N°3.3.f).

Figura N°3.3. Ejecución manual del nudo Aberdeen. *a)* la técnica requiere que se deje sin cerrar la última lazada de la sutura continua, *b)* se pasan los dedos índice, pulgar y medio por el interior de la lazada para tomar al cabo del hilo, *c)* se continua cerrando el seminudo, *d)* y ajustándolo, *e)* conclusión del nudo con cierre, y, *f)* corte de la hebra.



a)



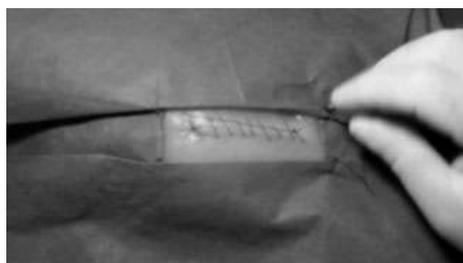
b)



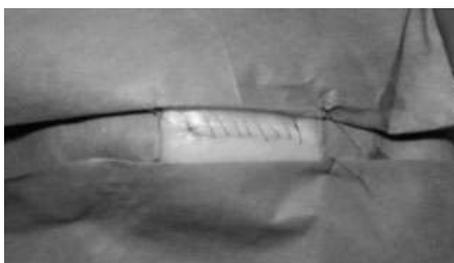
c)



d)



e)



f)

Video N°3.2. Técnica de ejecución del nudo Aberdeen.



<https://youtu.be/M18HUENY03I>

3.5. Técnicas de ejecución de los seminudos

Los nudos que se exponen pueden ejecutarse de forma manual o instrumentada. Para ello la/el cirujana/o se debe hallar familiarizado/a y haber adquirido destreza para anudar siguiendo los principios mecánicos y evitar demoras en el tiempo total de la operación. Las maniobras que se describen a continuación siguen la Ley de la bimanualidad de Livingstone (1929).

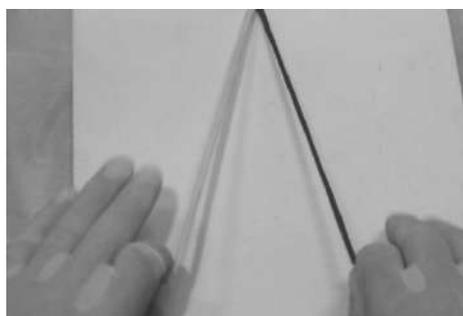
3.5.1. Técnica manual

3.5.1.1. Empleando todos los dedos de la mano o técnica del cuatro

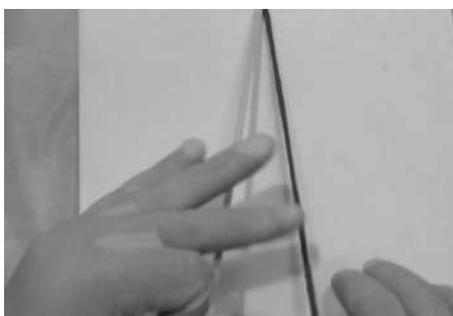
La designación “del cuatro” se debe porque cuando la/el cirujana/o se dispone a realizar el nudo coloca a los cabos del hilo en una posición de número cuatro, pero en posición invertida.

Para describir la maniobra se lo hará empleando a la mano izquierda. Se toman ambos cabos entre los dedos índice y pulgar con cada mano (Figura N°3.4a) y se llevan los dedos medio, anular y meñique de la mano izquierda sobre el chicote izquierdo (Figura N°3.4b). Se rota la mano izquierda para que el cabo envuelva a los dedos medio, anular y meñique. (Figura N°3.4c). Seguidamente se pasa el cabo que sujeta la mano derecha por encima del cabo de la mano izquierda. Es aquí donde ambos cabos toman el formato de un número cuatro invertido (Figura N°3.4d y e). La ejecución continua flexionando el dedo medio izquierdo que pasa por encima del cabo traído del lado derecho y procede a tomar el cabo blanco entre los extremos de los dedos medio y anular (Figuras N°3.4 f, g y h) y se desplaza la mano izquierda hacia la izquierda para que el seminudo quede armado (Figuras N°3.4i, j) (Video N°3.2).

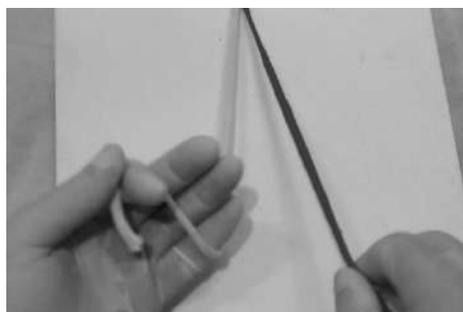
Figura N°3.4. Confección manual de un seminudo según técnica del cuatro invertido. *a)* se toman ambos cabos con los dedos índice y medio; *b)* se rota la mano para que el cabo envuelva parcialmente el resto de los dedos; *c)* se pasa el cabo de la mano derecha por encima del cabo de la mano izquierda; *d)* y *e)* conformación del 4 invertido; *f)* se flexiona el dedo medio izquierdo que pasa por encima del cabo traído del lado derecho; *g)* y *h)* toma el cabo blanco para asirlo entre los dedos medio y anular; *i)* y *j)* la cirujana o cirujano desplaza la mano izquierda hacia la izquierda y quede armado el seminudo.



a)



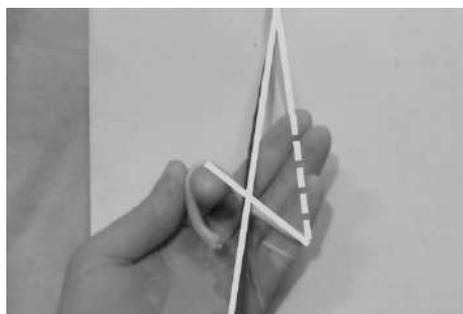
b)



c)



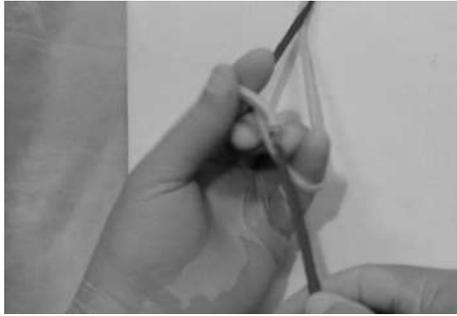
d)



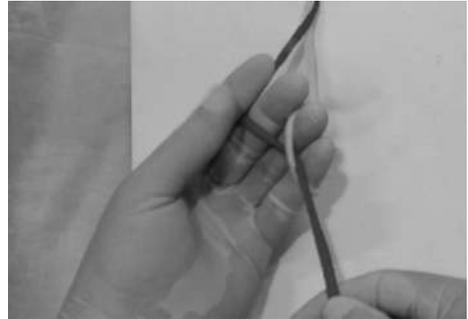
e)



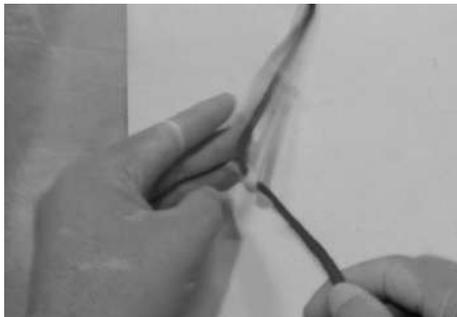
f)



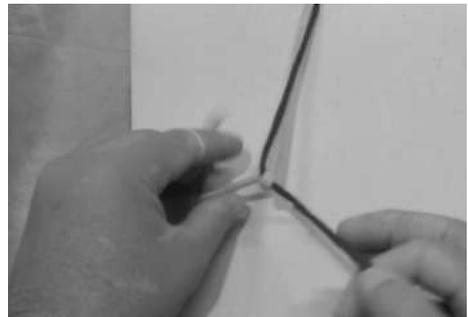
g)



h)

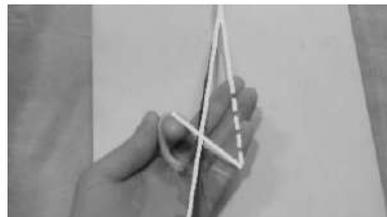


i)



j)

Video N°3.3. Ejecución manual de nudo cuadrado. Técnica del cuatro empleando toda la mano.



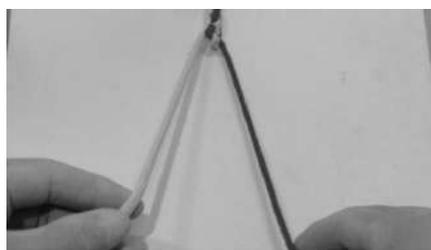
<https://www.youtube.com/watch?v=VSpDnLlxiPc>

3.5.1.2. Técnica del cuatro empleando el dedo índice o técnica pistola

Se toman y tensan ambos extremos de los hilos entre los dedos pulgar, índice y medio (Figura N°3.5a). Mientras que el cabo de hilo izquierdo es sostenido entre el pulgar y medio, con el dedo índice se monta el hilo sobre su extremidad y lo lleva hacia la derecha para cruzarlo sobre el cabo derecho, conformando un cuatro invertido (Figuras N°3.5b,c).

A continuación, se flexiona el dedo índice introduciéndolo en el espacio conformado por el cuatro invertido quedando el cabo del lado derecho sobre el extremo del índice a la vez que éste va en busca del cabo izquierdo (Figura N°3.5*d,e,f*) haciendo que este quede sobre la superficie dorsal del dedo (Figura N°3.5*g*). Nuevamente se extiende el dedo índice, posibilitando que el izquierdo se enlace en el hilo derecho (Figura N°3.5*h*) y se conforme el seminudo (Figura N°3.5*i, j*) (Video N°3.4).

Figura N°3.5. Ejecución manual de seminudo según técnica empleando el dedo índice. a) se toman y tensan ambos extremos de los hilos; b) el cabo izquierdo de monta sobre el extremo del dedo índice; c) se conforma el cuatro invertido; d), e) y f) flexionando el dedo índice se busca el cabo derecho; g) y h) la maniobra del dedo índice termina enhebrando al cabo izquierdo; i) y j) se traccionan los extremos de los cabos para cerrar el seminudo.



a)



b)



c)



d)



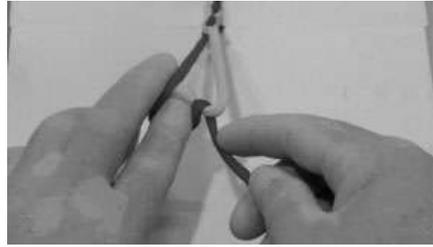
e)



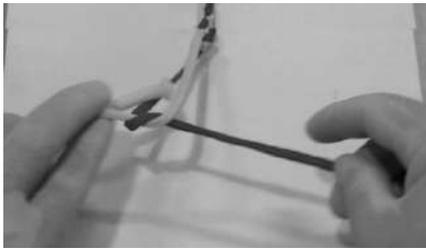
f)



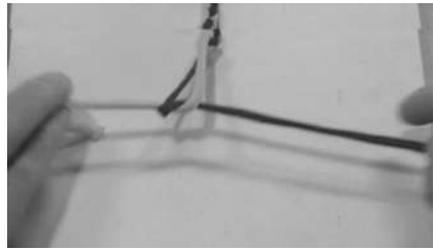
g)



h)



i)



j)

Video N°3.4. Ejecución manual de seminudo según técnica empleando el dedo índice.



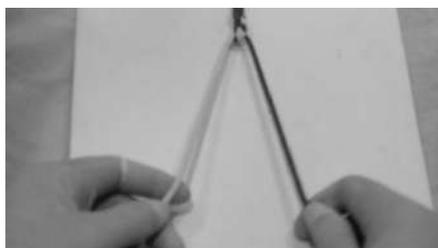
<https://www.youtube.com/watch?v=YV00IJ2rkUA>

3.5.1.3. Técnica del cuatro empleando el dedo pulgar

La descripción del procedimiento se realizará con la mano izquierda. Al igual que las técnicas ya descritas la ejecución de la técnica comienza por tomar ambos cabos del hilo entre los dedos pulgar, índice y medio (Figura N°3.6a) y se procede a pasar al dedo pulgar izquierdo por debajo del hilo (Figura N°3.6b,c). La mano derecha lleva al cabo que sostiene hacia la izquierda para pasarlo por encima del dedo pulgar y conformar con ambos hilos un cuatro invertido (Figura N°3.6d). Luego se procede a unir los dedos pulgar e índice izquierdos y se llevan por debajo de la

lazada (Figura N°3.6e) y el cabo derecho es tomado con los dedos índice y pulgar (Figura N°3.6f). Ahora al cabo derecho se lo enlaza con el izquierdo con un movimiento de rotación del dedo pulgar e índice que lo están sujetando (Figura N°3.6g) posibilitando que los hilos se enlacen (Figura N°3.6h) y contribuir a cerrar al nudo (Figura N°3.6i).

Figura N°3.6. Ejecución de manual de nudo cuadrado empleando la técnica del cuatro con el dedo pulgar. *a)* ambos cabos son tomados con los dedos índice y pulgar de cada mano; *b)* y *c)* la mano izquierda rota para envolver al dedo pulgar; *d)* la mano derecha lleva al cabo que sostiene sobre el pulgar izquierdo para conformar un 4 invertido; *e)* el dedo índice izquierdo se reúne con el pulgar; *f)* con el pulgar izquierdo se toma al cabo derecho; *g)* se hace pasar al hilo derecho por debajo del cabo izquierdo; *h)* quedó conformado y conformar el seminudo; *i)* luego se procede a cerrarlo.



a)



b)



c)



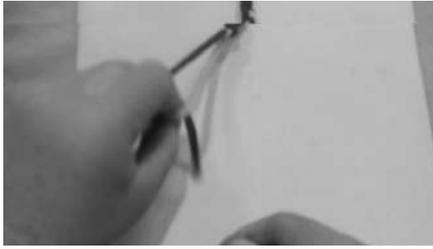
d)



e)



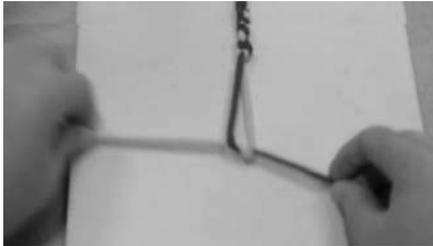
f)



g)



h)



i)

Video N°3.5. Ejecución del nudo manual empleando la técnica del cuatro invertido utilizando al dedo pulgar.



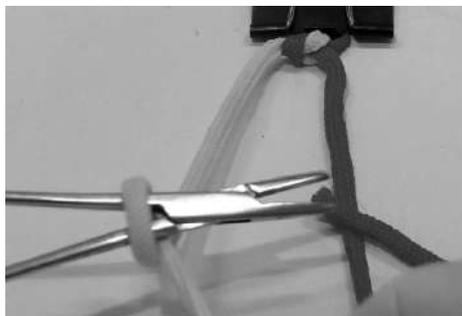
https://www.youtube.com/watch?v=av41R_Cm74s

3.5.2. Nudo cuadrado instrumentado

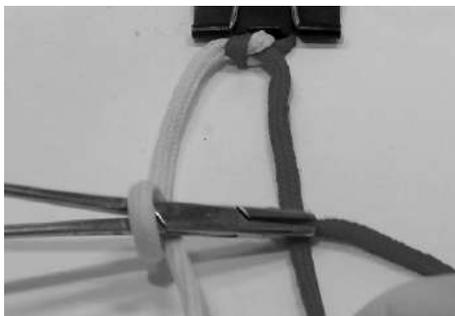
Para realizar el nudo cuadrado con instrumental se requiere utilizar el porta agujas con el que se confeccionan los seminudos. Se comienza realizando una lazada con uno de los cabos (en el ejemplo se emplea al cabo derecho) que envuelve al porta agujas (Figura N°3.7a). A continuación se toma al cabo de hilo opuesto con el porta agujas (Figura N°3.7b). Cuando se traccionan los cabos, estos quedan enhebrados generando el seminudo que termina por cerrarse (Figura N°3.7c,d). Para completar el nudo cuadrado se repite la misma maniobra pero cambiando el orden en el empleo de los cabos. Para realizar el segundo seminudo se comienza haciendo la lazada sobre el porta agujas con el cabo derecho (Figura N°3.7e). El porta agujas toma al cabo izquierdo (blanco)

por su extremo (Figura N°3.7f). Cuando se traccionan ambos cabos se genera el seminudo (Figura N°3.7g) para culminar con la generación del nudo cuadrado (Figura N°3.7f) para concluir el nudo (Video N°3.6).

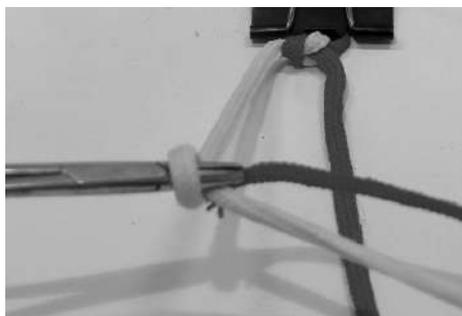
Figura N°3.7. Nudo cuadrado instrumentado. El primer seminudo se realiza utilizando el chicote blanco (a, b, c, d y e). Para ejecutar el segundo seminudo se emplea nuevamente el cabo blanco que ahora se encuentra a la derecha (f, g, y h).



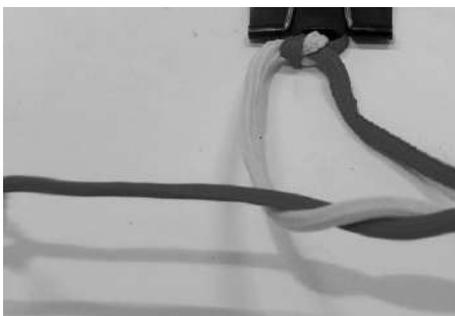
a)



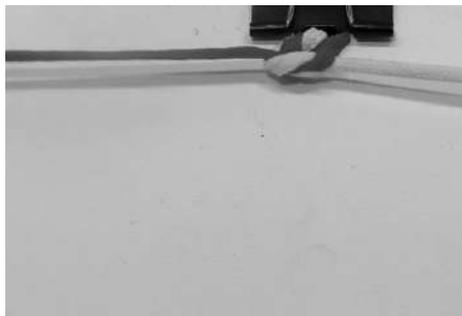
b)



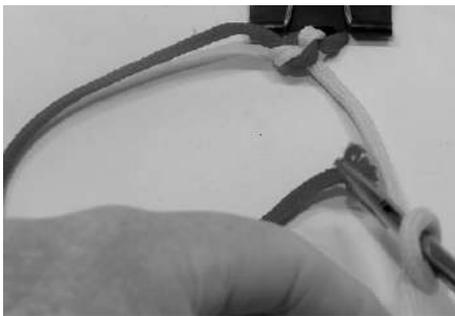
c)



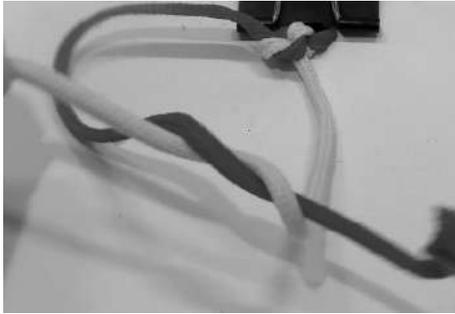
d)



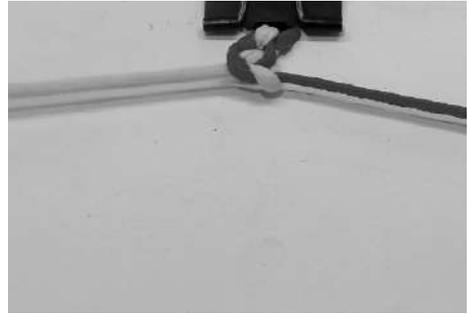
e)



f)

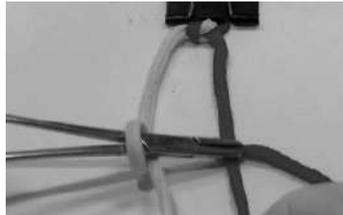


g)



h)

Video N°3.6. Nudo cuadrado instrumentado.



<https://www.youtube.com/watch?v=XJEbJPZF8Lg>

3.5.3. Nudo cirujano

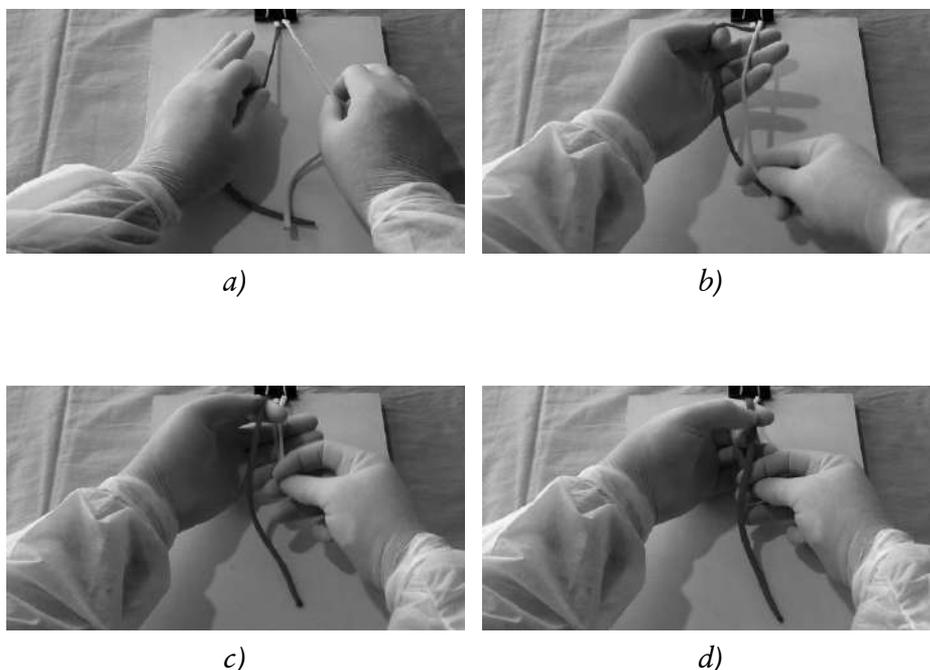
El nudo cirujano se sustenta en los principios del nudo cuadrado. La diferencia reside en que el primer seminudo se obtiene haciendo dos lazadas y el segundo seminudo solo con una lazada (Figura N°3.8). El primer seminudo vence las fuerzas divergentes de las heridas.

Las/os cirujanas/os utilizan el un nudo cirujano que depende de la sutura utilizada, la tendencia al deslizamiento y el método de atado. Gallup (2001) informa su preferencia por atar el nudo cirujano cuando se usan hilos monofilamentosos. Otros, prefieren atar el nudo cirujano por vía laparoscópica ya que la lazada adicional del primer seminudo lo mantiene en posición para realizar el segundo seminudo. En tanto otros lo consideran como el nudo apropiado para todos los procedimientos quirúrgicos. Muchos y muchas autores describen métodos rápidos y fáciles para realizar el nudo cirujano. La idea de colocar un nudo de cirujano en lugar de un nudo cuadrado ha sido aceptada como dogma quirúrgico, pero no ha sido aceptada (Muffly *et al.*, 2010).

3.5.4. Ejecución manual del nudo cirujano

Para realizar la doble lazada se comienza tomando los cabos del hilo entre los dedos pulgar e índice con la mano izquierda (Figura N°3.8a) e inmediatamente se gira la mano para exponer la palma de la mano para colocar el cabo opuesto, para el caso el que sostiene la mano derecha (Figura N°3.8b) sobre los dedos extendidos de la mano izquierda y proceder a hacer dos lazadas (Figura N°3.8c). El dedo mayor de la mano izquierda actúa como enhebrador flexionándolo para separar la lazada del cabo que se encuentra sosteniendo la mano izquierda (Figura N°3.8d,e) y sostenerlo entre los dedos medio y anular (Figura N°3.8 f). Una vez tomado el cabo correspondiente al lado izquierdo se pasa procede a separar las manos para lograr que el éste discurra por el interior de la lazada y realizar así el seminudo (Figura N°3.8e,h) (Video N°3.7).

Figura N°3.8. Confección manual del seminudo para realizar el nudo cirujano. a) ambos cabos comienzan siendo sostenidos entre los dedos pulgares e índices de cada mano; b) y c) con el cabo derecho se realizan dos lazadas sobre los dedos medio, anular y meñique de la mano izquierda; d) el dedo medio se flexiona para quedar ubicado entre ambos cabos, e) y f) el dedo medio se extiende hasta tomar al cabo izquierdo; g) se hace pasar al hilo conformando una lazada; h) al tirar de ambos cabos se genera y cierra el seminudo.





e)



f)



g)



h)

Video N°3.7. Realización manual del nudo cirujano.



<https://www.youtube.com/watch?v=11iAisvI2eU>

3.5.4.1. Ejecución instrumentada del nudo cirujano

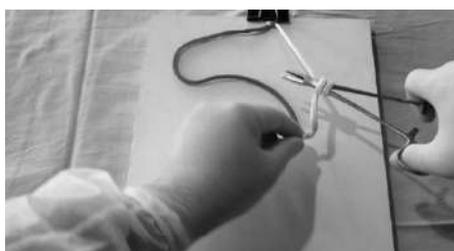
Se comienza haciendo una doble lazada empleando el cabo izquierdo del hilo sobre el porta agujas que es sostenido con la mano derecha (Figura N°3.9a,b). Luego el porta agujas busca y toma el extremo del hilo izquierdo (Figura N°3.9c) y con un movimiento de separación de las manos el cirujano hace desplazar al hilo por el interior de la doble lazada hasta cerrar al seminudo (Figura N°3.9d,e). La segunda etapa del nudo consiste en ejecutar otro seminudo con el instrumental de la misma forma que ya fuera expuesto pero empleando el otro cabo (color rojo) (Figura N° 3.9f).

Se hace desplazar al cabo por el interior de la lazada (Figura N°3.9g,h) y culmina cerrando al nuevo seminudo (Figura N°3.9i) (Video N°3.8)

Figura N°3.9. Confección instrumentada del nudo cirujano. a) y b) confección de doble lazada sobre el porta agujas; c) el porta agujas busca y toma el extremo del hilo izquierdo; d) y e) con un movimiento de separación de las manos se desplaza al hilo por el interior de la doble lazada hasta cerrar al primer seminudo; f) se realiza la segunda lazada utilizando el otro cabo (color rojo);



a)



b)



c)



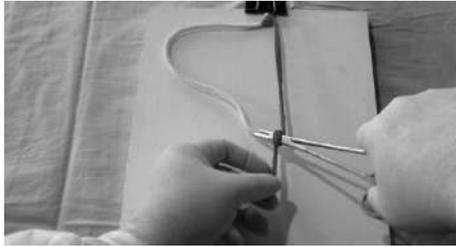
d)



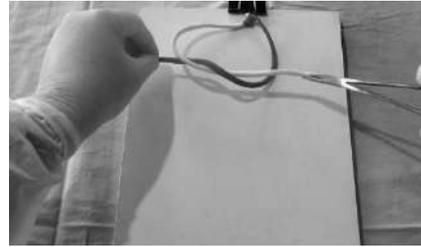
e)



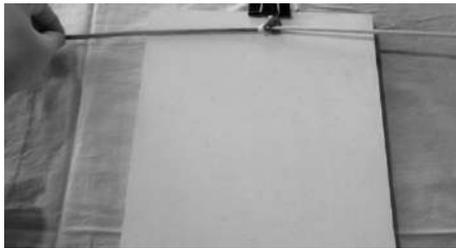
f)



g)



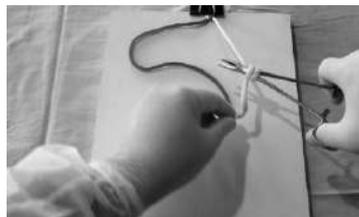
h)



i)

g) y *h)* el porta agujas toma al cabo color blanco y se hace discurrir al hilo por el interior de la nueva lazada; *i)* cierre del nudo.

Video N°3.8. Ejecución instrumentada del nudo cirujano.



<https://youtu.be/aHUpTOrXFEI>

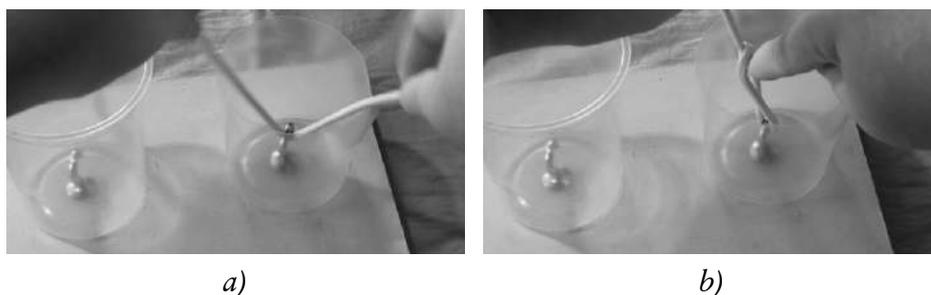
3.5.5. Nudo corredizo o nudo deslizante

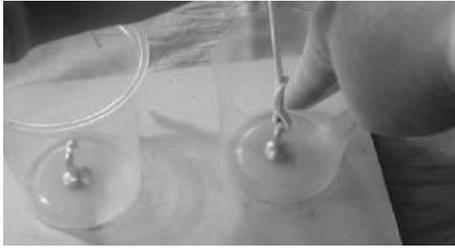
El nudo corredizo se realiza para ser llevado al interior de una cavidad. A modo de ejemplo se pueden citar las maniobras de hemostasia del pedículo vascular en la operación de exanteración del globo ocular, donde la/el cirujana/o confecciona un nudo corredizo desde el exterior de la órbita para hacerlo deslizar al fondo de la cuenca orbitaria. Otro ejemplo sucede en la operación de la ovariectomía en la perra, cuando se procede a ligar

por transfixión al pedículo vascular que irriga al ovario. Ambos, son ejemplos donde puede ser preferible utilizar un nudo que tenga una resistencia inherente al deslizamiento (Leitch *et al.*, 2012). De igual modo, los nudos corredizos o deslizantes son óptimos para ligar vasos sanguíneos mesentéricos utilizando material monofilamentoso (Gandini *et al.*, 2010).

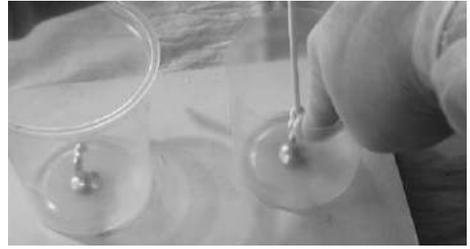
Por ello se realiza un seminudo según la técnica manual de elección de la/el cirujana/o. En el ejemplo que se brinda en el texto corresponde a una empleó uno de los recipientes de la maqueta para simular con ésta una cavidad. El recipiente plástico transparente se halla sujetado a la base madera mediante un tornillo con forma de gancho al que se le pasa el hilo (Figura N°3.10a). Una vez que se hizo el seminudo, el chicote izquierdo se coloca en posición vertical y se tensa para permitir que el nudo discorra con ayuda del dedo índice de la mano derecha (Figura N°3.10b) hasta alcanzar el sitio donde se cierra (Figura N°3.10c,d,e). Posteriormente, se realiza un nuevo seminudo y se procede de igual forma, tensando y llevando el nudo hasta cerrarlo (Figura N°3.10f,g,h) (Video N°3.9).

Figura N°3.10. Confección del nudo corredizo. a) colocación del hilo en el gancho de la maqueta; **b)** creación de un seminudo; **c)** Tensión del chicote, y; **d)** desplazamiento del nudo al interior del recipiente; **e)** el seminudo se encuentra emplazado en el fondo de la cavidad; **f)** elaboración del segundo seminudo; **g)** cabo tensionado; **h)** nudo realizado y ubicado en el fondo del receptáculo.

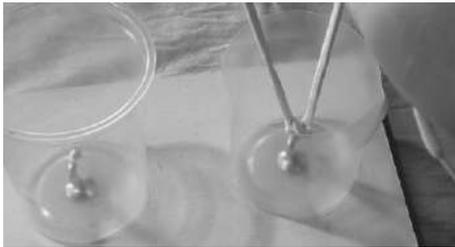




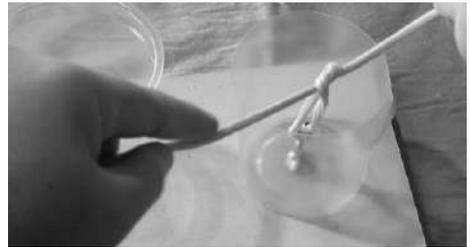
c)



d)



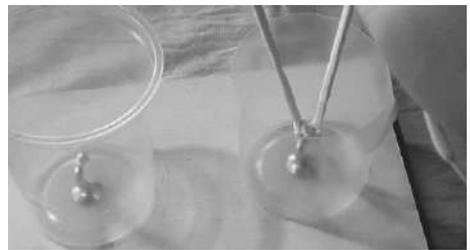
e)



f)



g)



h)

Video N°3.9. Realización del nudo corredizo.



<https://youtu.be/qfJwwfVZYWs>

3.6. Bibliografía

- Amortegui JD, Restrepo H. 2002. Knot security in laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 16(11):1598-1602. DOI:10.1007/s00464-002-8545-z
- Babetty Z, Sümer A, Altıntaş S, Ergüney S, Göksel S. 1998. Changes in knot-holding capacity of sliding knots in vivo and tissue reaction. *Archives of Surgery*. 133(7):727-734.
- Behm T, Unger JB, Ivy JJ, Mukherjee D. 2007. Flat square knots: are 3 throws enough? *American Journal of Obstetrics*. 197(2):172.
- Biosca Rolland C. 2001. *Enciclopedia de los nudos*. Edimat Libros, España, p.24.
- Budworth G. 2002. The ultimate encyclopedia of knots and popework. 2nd ed. Barber & Noble Book, New York, USA, p 158.
- Burkhart SS, Wirth MA, Simonich M, Salem D, Lanctot D, Athanasiou K. 2000. Knot security in simple sliding knots and its relationship to rotator cuff repair: how secure must the knot be?. *Arthroscopy*. 16:202-207.
- Dinsmore R. 1995. Understanding surgical knot security a proposal to standarize the literature. *Journal American College Surgery*. 180:689-696.
- Dunn, DL. 2007. Wound closure manual. Ethicon, Somerville, New Jersey, USA.
- Faulkner BC, Tribble CG, Thacker JG, Rodeheaver GT, Edlich RF. 1996. Knot performance of polypropylene sutures. *Journal of Biomedical Materials Research*. 33(3):187-192. DOI:10.1002/(sici)1097-4636(199623)33:3<187::aid-jbm8>3.0.co;2-m
- Fossum T. 2007. Biomaterials, suturing, and hemostasis, in Welch Fossum T (ed): *Small animal surgery* (ed 3). St. Louis, MO, Mosby Inc. pp. 57-78.
- Gallup, DG. 2001. Opening and closing the abdomen and wound healing. In: Gershenson, DMCS, DeCherney A, ed. *Operative Gynecology*. 2nd ed. WB Saunders, Philadelphia, PA, p. 195.
- Gandini M, Giusto G, Comino F, Pagliara E. 2014. Parallel alternating sliding knots are effective for ligation of mesenteric arteries during resection and anastomosis of the equine jejunum. *Veterinary Research*. 10(Suppl 1), S10. DOI:10.1186/1746-6148-10-s1-s10
- Gillen AM, Munsterman AS, Hanson RR. 2016. *In vitro* evaluation of the size, knot holding capacity, and knot security of the forwarder knot compared to square and surgeon's knots using large gauge suture. *Veterinary Surgery*. 45(8):1034-1040. DOI:10.1111/vsu.12556
- Israelsson LA, Jonsson T. 1994. Physical properties of selflocking and conventional surgical knots. *European Journal Surgery*. 160:323-327.
- Leitch BJ, Bray JP, Kim NJG, Cann B, Lopez-Vilalobos N. 2012. Pedicle ligation in ovariohysterectomy: an in vitro study of ligation techniques. *Journal of Small Animal Practice*. 53(10):592-598. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01260.x>
- Livingstone EM. 1929. A study of the square knot. *American Journal of Surgery*. 62(2):121-136.
- Marturello DM, McFadden MS, Bennett RA, Ragetly GR, Horn G. 2014. Knot security and tensile strength of suture materials. *Veterinary Surgery*. 43:73-79. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12076.x>

- McGlinchey L, Hanson RR, Boone LH, Rosanowski SM, Coleridge M, Souza C, Munsterman AS. 2018. Bursting strength of surgeon's and self-locking knots for closure of ventral midline celiotomy in horses. *Veterinary Surgery*. DOI:10.1111/vsu.12957
- Miyazaki D, Ebihara Y, Hirano S. 2015. A new technique for making the Aberdeen knot in laparoscopic surgery. *Journal Laparoendoscopic Advanced Surgical Techniques*. 25(6):499-502. DOI:10.1089/lap.2014.0558
- Muffly TM, Boyce J, Kieweg SL, Bonham AJ. 2010. Tensile strength of a surgeon's or a square knot. *Journal Surgical Education*. 67(4):222–226. DOI: 10.1016/j.jsurg.2010.06.007.
- Mulon PY, Zhim F, Yahia L, Desrochers A. 2010. The effect of six knotting methods on the biomechanical properties of three large diameter absorbable suture materials. *Veterinary Surgery*. 39(5):561-565. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2009.00634.x>
- Paily VP, Kovoov ET. 2004. A technique to bury knots while closing the rectus sheath. *Journal Gynecology Surgery*. 20:119-126. DOI: <https://doi.org/10.1089/gyn.2004.20.119>
- Peloso OA, Wilkinson LH. 1974. The chain stitch knot. *Surgery Gynecology & Obstetric*.139:599–600.
- Rajbbu K, Barber NJ, Choi W, Muir GH. 2010. To knot or not to knot? Sutureless haemostasis compared to the surgeon's knot. *Journal Surgery Education*. 67(4):222–226. DOI:10.1016/j.jsurg.2010.06.007
- Ramirez OM, Tezel E, Ersoy B. 2009. The peruvian fisherman's knot a new, simple, and versatile self-locking sliding knot. *Annals Plastic Surgery*. 62:114–117. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31817e2c9e
- Rebollo Ortega F. 2019. Los nudos en la historia. *Arscreatio*. N°55 ISSN:1885-4524.
- Richey ML, Roe SC. 2005. Assessment of knot security in continuous intradermal wound closures. *Journal of Surgery Research*. 123:284–288. DOI: 10.1016/j.jss.2004.08.027
- Schaaf O, Glyde M, Day RE. 2010. In vitro Comparison of Secure Aberdeen and Square Knots with Plasma- and Fat-Coated Polydioxanone. *Veterinary Surgery*. 39(5):553–560. DOI:10.1111/j.1532-950x.2009.00640.x
- Schmiedt CW. 2012. Suture material, tissue staples, ligation devices, and closure. En: Tobias K (ed): *Veterinary surgery: small animal*. Elsevier, St Louis, MO. USA, pp. 187-200.
- Shettko DL, Frisbie DD, Hendrickson DA. 2004. A comparison of knot security of commonly used hand-tied laparoscopic slipknots. *Veterinary Surgery*, 33(5),521–524. DOI: 10.1111/j.1532-950x.2004.04072.x
- Silver E, Wu R, Grady J, Song L. 2016. Knot security-How is it affected by suture technique, material, size, and number of throws? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 74(7):1304–1312. DOI:10.1016/j.joms.2016.02.004
- StottPM, RipleyLG, LavelleMA. 2007. The ultimate Aberdeen knot. *The Annals Royal College Surgeons England*. 89(7):713–717. DOI:10.1308/003588407x205468
- Tera H, Aberg C. 1976. Tensile strengths of twelve types of knot employed in surgery, using different suture materials. *Acta Chirurgica Scandinava* 142:1-7.

- Tidwell JE, Kish VL, Samora JB, Prud'homme J. 2012. Knot Security: How Many Throws Does It Really Take? *Orthopedics*. 35(4):e532–e537. DOI:10.3928/01477447-20120327-16
- Trimbos JB. 1984. Security of various knots commonly used in surgical practice. *Obstetric Gynecology*. 64:274-280.
- van Rijseel ELC, Brand R, Admiraal C, Smit I, Trimbos JB. 1989. Tissue reaction and surgical knots: the effect of suture size, knot configuration, and knot volume. *Obstetrics and Gynecology*. 74(1):64-68.
- Wilkinson LH, Peloso OA, Milne RL. 1991. Technique of tying the chain stitch knot as the beginning knot of a continuous suture. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1991 173(6):495-496.

CAPÍTULO **4**

Patrones de sutura

4.1. Introducción

El objetivo de aplicar una sutura es aproximar los bordes de la herida para mantenerlos en contacto y posibilitar la cicatrización por primera intención.

4.2. Principios mecánicos de las suturas

Las suturas ejercen tensiones en los tejidos que deben ser tenidas en cuenta para evitar complicaciones que puedan acarrear. Las tensiones son de dos tipos, intrínseca y extrínseca. Las suturas intrínsecas hacen referencia a la compresión que ejerce la lazada en el tejido. El exceso de tensión intrínseca provoca necrosis. La tensión extrínseca está provocada por las tracciones que ejercen las suturas por fuera de las lazadas y/o puntadas, y depende de las dimensiones de la herida, ubicación anatómica, relación con las líneas de tensión y la cantidad de tejido que se haya perdido (Trout, 2003).

Los patrones de sutura se caracterizan por la forma que los bordes de las heridas contactan entre ellos. En las suturas aposicionales brindan aproximación directa de los tejidos, suturas que evierten a los bordes de la herida hacia la superficie, y suturas que invierten los márgenes hacia el interior de la herida. Las suturas aposicionales permiten cierres anatómicos precisos. Las suturas evertientes contribuyen a eliminar espacios muertos y a contrarrestar la tendencia invertiente de los bordes durante la cicatrización. Las suturas invertidas se hallan indicadas para el cierre de vísceras huecas e imbricaciones faciales. Varias suturas poseen características evertientes.

La tensión que provoca una sutura reside en el número de segmentos paralelos a la línea de tensión capacidad de la sutura ejercer tensión se relaciona (Austin y Henderson, 2006). Las suturas de tensión

redistribuyen la tensión a través de los bordes de la herida, juntando a los bordes de la herida, minimizan el estrangulamiento y la necrosis marginal. Frecuentemente, se aplican en heridas de origen traumático y quirúrgicas. En los cierres rutinarios del tejido subcutáneo suele emplearse una sutura continua que aproxima al plano subcutáneo y luego por encima se sutura a la piel con patrón de aposición. En ocasiones para evitar que las tensiones de la sutura corten al tejido suele interponerse tubos de goma, gasas y botones (Trotter, 1989).

4.3. Suturas continuas y discontinuas

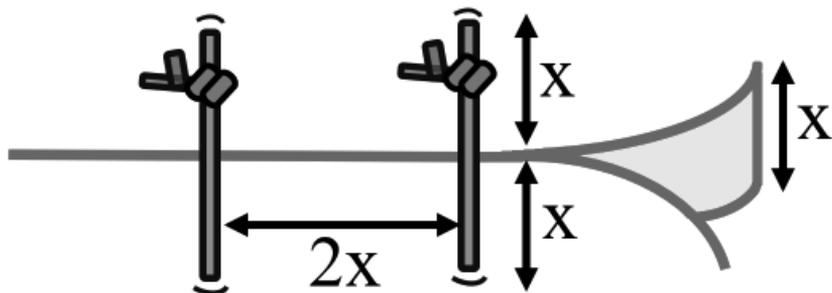
Las suturas se clasifican en continuas o ininterrumpidas y discontinuas o interrumpidas. Las suturas continuas comienzan con un nudo y se caracteriza por una sucesión de puntadas que avanzan a lo largo de la herida hasta concluir en otro nudo. Las suturas interrumpidas consisten en la sumatoria de puntos que se aplican sobre la línea de la herida, y cada punto requiere un nudo y todos los nudos se ciñen y ubican todos del mismo lado de la incisión. Concluida la sutura queda conformado un patrón que caracteriza a la sutura realizada.

Las suturas interrumpidas o discontinuas proporcionan mayor seguridad porque si uno de los puntos falla no se pone en peligro todo el cierre de la herida. La falla de la sutura en cualquier sitio de la sutura continua puede provocar la dehiscencia de toda la línea de sutura. Las suturas interrumpidas tienen la desventaja de dejar un mayor volumen de material de sutura en los nudos, el tiempo de duración de la cirugía es mayor por el tiempo que le demanda al/la cirujana/o en anudar los puntos interrumpidos. Los patrones continuos de sutura requieren material de sutura en la herida a la vez que se reduce el tiempo operatorio. La sutura continua tiende a distribuir la tensión a lo largo de toda la incisión, en lugar de aislar la tensión a cada punto individual (Poole *et al.*, 1984).

En la enseñanza de grado es frecuente la consulta de las/os estudiantes respecto a las distancias que deben mediar desde las puntadas a los bordes incisionales, entre los puntos, como así también la cantidad de puntadas deben realizar para cerrar a herida. Esas distancias se encuentran sujetas a la herida y la profundidad a la que se pasa el hilo en los tejidos adyacentes. La distancia del sitio de la puntada o por donde ingresa la aguja en el borde de la herida es proporcional al espesor de la herida, y, la distancia entre las puntadas en una línea paralela al borde de la incisión es el doble de la profundidad por donde se hace pasar a la aguja (Figura N°4.1) (Forrester, 1975; Swaim, 1980). El espacio entre las suturas se puede aumentar en

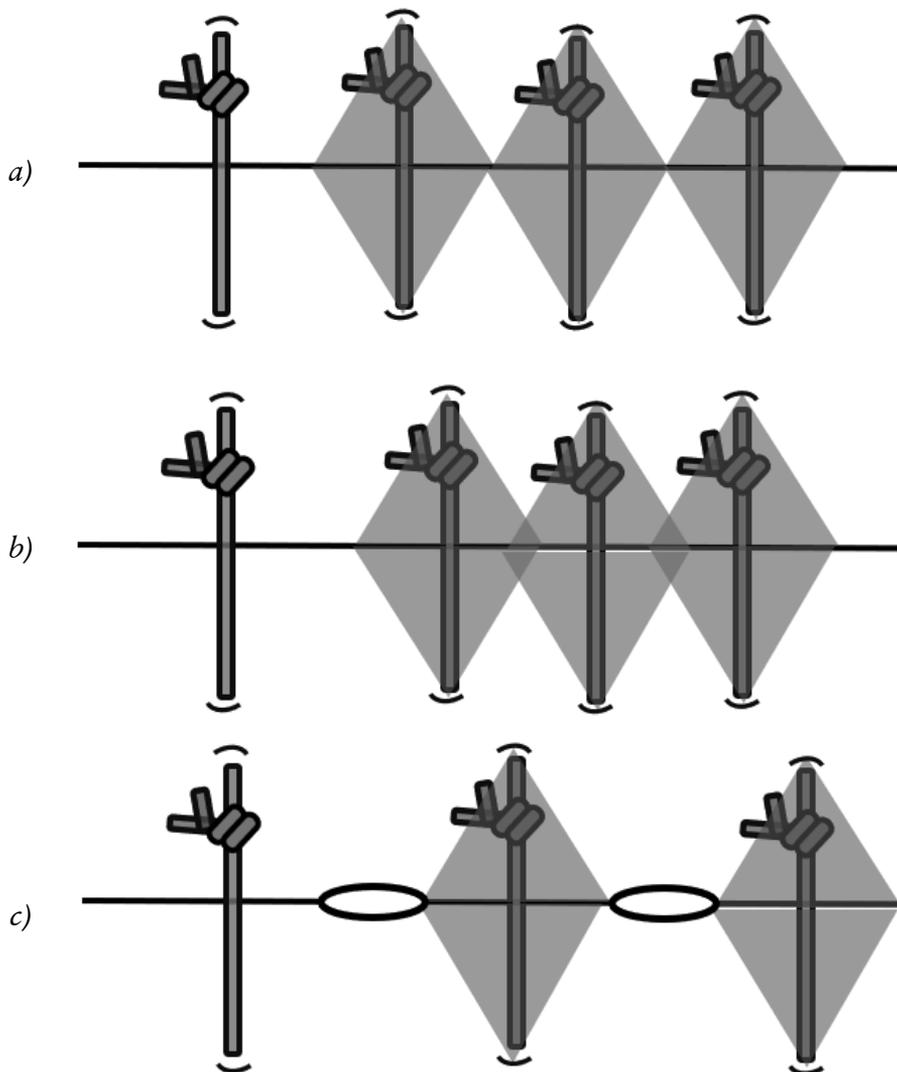
regiones de piel gruesa y regiones donde las incisiones son paralelas a las líneas de tensión de la piel. Lo contrario se realiza en regiones de piel delgada y donde las incisiones o laceraciones son perpendiculares a las líneas de tensión de la piel (Christophe, 2008).

Figura N°4.1. Patrón de sutura interrumpida simple. Los nudos deben hallarse en uno de los extremos del margen de la herida. La distancia del espesor de la herida (x) hasta donde llegará la aguja es igual a la distancia entre los puntos de ingreso y egreso de la aguja y el material de sutura. La distancia entre los puntos es el doble entre la puntada y el margen incisivo ($2x$).



Cuando se procede a cerrar a la sutura se ejercen fuerzas que se proyectan desde las puntadas hacia los bordes de la herida. Respetando las distancias recomendadas las fuerzas que comprimen a la herida se distribuyen uniformemente (Figura N°4.2a). En caso que no se respeten esas distancias las fuerzas de compresión no se distribuyen uniformemente interfiriendo o afectando la cicatrización. Si las puntadas se encuentran muy próximas entre ellas, ciertos sitios de la herida sufrirán mayores compresiones (Figura N°4.2.b) que interferirán con la irrigación sanguínea poniendo en riesgo al tejido. Por lo contrario, puntos distantes entre ellos impiden la distribución uniforme de las fuerzas de compresión impidiendo el contacto de los márgenes de la incisión retrasando la cicatrización (Figura N°4.2.c) (Stashak y Yturraspe, 1991). Los mismos principios aplican en las suturas continuas.

Figura N°4.2. Distribución de las fuerzas de compresión del patrón interrumpido simple. *a)* Distribución normal de las fuerzas compresivas, *b)* superposición de las fuerzas de compresión cuando los puntos simples se encuentran a una distancia inferior a la correcta; *c)* cuando los mismos puntos se hallan muy distantes entre ellos los bordes no coaptan adecuadamente.



4.4. Patrones de sutura

Los patrones de sutura o simplemente suturas se ejecutan de manera continua o ininterrumpida y discontinua o interrumpida.

Las suturas continuas comienzan en un nudo, continúan con la ejecución de una sucesión de puntadas y concluyen en un nudo. Las puntadas se ejecutan rápidamente disminuyendo el tiempo que implica realizar la sutura que también se traduce en disminución de la duración de la cirugía. Proporcionan una tensión uniforme a lo largo de la incisión con una cantidad mínima material de sutura. Son una alternativa aceptable a las suturas interrumpidas simples, especialmente para heridas largas (por ejemplo, el cierre de una incisión de laparotomía en la línea media). La rotura de la sutura, sin embargo, puede llevar a la interrupción de toda la línea de cierre. Entre las desventajas se informa el incremento de material de sutura empleado que se concentra en los nudos de cada punto (Niles y Williams, 1999).

Los patrones interrumpidos o discontinuos se caracterizan en que cada punto posee un nudo. Entre las ventajas comparativas que posee respecto a los patrones continuos, poseen mayor seguridad por cuanto si falla un punto no ponen en riesgo toda la sutura. Permite la reconstrucción precisa de heridas irregulares, los puntos interrumpidos posibilitan el control de las tensiones de los bordes de las heridas de forma independiente entre puntos y así lograr tensiones adecuadas a lo largo de la herida (Niles y Williams, 1999) e interfieren en menor grado con la circulación sanguínea en la herida. De ser necesario, permiten la reapertura de una porción de la herida para posibilitar el drenaje de líquidos y/o gases durante el post-operatorio.

La configuración y tensiones que provocan las suturas en los tejidos se traduce en la generación de dos tipos de suturas: suturas de aposición o apositivas y suturas de desvío. Las suturas apositivas ejercen aproximación directa de ambas superficies del tejido incidido, mientras que las suturas de desvío giran los bordes de la herida hacia afuera de la herida para generar bordes evertidos o bien girarlos hacia el interior y provocar bordes invertidos.

Las suturas apositivas son útiles para aproximación anatómica y con precisión de los márgenes incisionales; ej.: sutura de puntos simple (Figura N°4.3). Los patrones de sutura invertidos se encuentran indicados para cerrar las vísceras huecas, ejemplos de ellas son las suturas de Lembert y de Cushing (Figuras N°4.14 y 4.15). Las suturas de eversión eliminan espacios muertos y contrarrestan la tendencia de los bordes

de la herida a invertirse durante la curación, ej.: sutura de puntos en U (Kümmerle, 2011).

4.4.1. Fuerzas accionantes en las suturas

Reunir dos márgenes de una herida implica aplicar fuerzas que se contraponen a las fuerzas que tienden a separarlos. Esas fuerzas provocan tensiones que la/el cirujana/o deben atender para evitar que los excesos terminen por generar complicaciones en la cicatrización.

Los efectos de la presión y tensión de las suturas sobre los tejidos tienen dos efectos. En el primero, el tejido sufre presión dentro del bucle de la sutura y si esa presión es excesiva se produce necrosis por presión y la sutura sufre dehiscencia; es decir la herida vuelve a abrirse. La segunda implicancia se produce en tejidos adyacentes y alejados a los bordes de la herida. El exceso de presión puede provocar tensión en los tejidos, alteraciones del flujo sanguíneo, isquemia y muerte de grandes áreas. Para prevenir y evitar estos inconvenientes se emplean suturas que alivian tensiones. Para reducir esta presión la solución radica en extender la misma presión sobre un área más grande de piel y así reducir la presión por unidad de superficie. La solución se encuentra en los denominados patrones de sutura de tensión.

Las suturas de tensión consisten en aplicar suturas más alejadas del borde de la piel involucrando más área de tejido adyacente. La capacidad de un patrón de sutura para resistir las fuerzas de tracción está relacionada con el número de segmentos que son paralelos a la línea de tensión (Chism *et al.*, 2000). Los patrones que con mayor frecuencia se aplican son suturas horizontales y verticales. Se pueden colocar puntos interrumpidos simples con puntadas alejadas a los bordes de la herida y espaciados alternativamente actuando como suturas de tensión. Los patrones de sutura en U o de colchonero horizontal también se usan, pero tienen la desventaja de comprometer el suministro de sangre local debido a su orientación con respecto a la herida. Las suturas de tensión del colchonero vertical o lejos-lejos cerca-cerca suelen usarse más comúnmente debido a un menor compromiso vascular local.

Opcionalmente se pueden combinar puntos colchonero vertical como sutura de tensión y puntos simple como sutura apositiva (Celeste y Stashak, 2008). Este tipo de patrón se denomina escalonado (Hackett, 1983). Para evitar que el hilo lacere la piel por efecto de la presión suele interponerse pequeños tubos de administración endovenosa o capitones (Figura N°4.5).

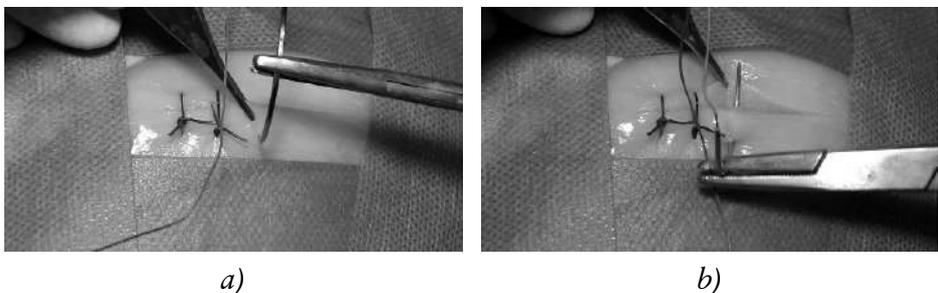
Las suturas de tensión requieren permanecer en la herida durante un período prolongado, generalmente 2 semanas, y, por lo tanto pueden generar grandes luegos de la extracción de la sutura.

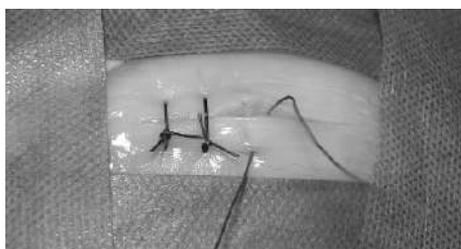
4.4.2. Patrones discontinuos o interrumpidos

4.4.2.1. Sutura a puntos simples

Este patrón genera aposición de los bordes de la herida. Se realiza aplicando dos puntadas verticales respecto al eje longitudinal de la herida. La primera se realiza desde uno de los bordes, en el ejemplo se comienza por el borde inferior haciendo emerger a la aguja en el interior de la herida a la profundidad requerida para asegurar el afrontamiento de los bordes de la herida y evitar espacios muertos (Figura N°4.3a, b, c). Para continuar con el punto se hace la segunda puntada insertando a la aguja en el espesor del plano anatómico a la misma altura por donde emergió la primer puntada (Figura N°4.3d). Se tracciona de los cabos del hilo para vencer a la fuerza divergente de los tejidos (Figura N°4.3e), y se anuda (Figura N°4.3f).

Figura N°4.3. Confección de patrón de sutura discontinua a puntos simples. *a, b y c)* maniobra de puntada desde uno de los bordes de la herida en dirección perpendicular a la herida; *d)* la segunda puntada se realiza desde el interior del margen opuesto y en el mismo plano que la primer puntada; *e)* se pasa el material de sutura, y; *f)* se procede a realizar un nudo cuadrado.

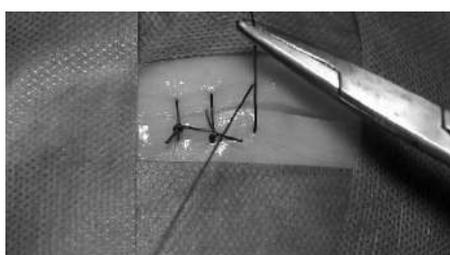




c)



d)



e)



f)

Video N°4.1. Ejecución del patrón de sutura simple.



<https://www.youtube.com/watch?v=dgAs3WK4ISw>

4.4.2.2. Punto en U o nudo colchonero interrumpido

Este patrón de sutura que recibe el nombre de punto en U horizontal o nudo colchonero consiste en una sucesión de segmentos paralelos a la línea de tensión para resistir a las fuerzas de tracción y mantener unidas a las superficies de la herida. El aspecto característico y reconocible del punto “U” es la eversión de los bordes.

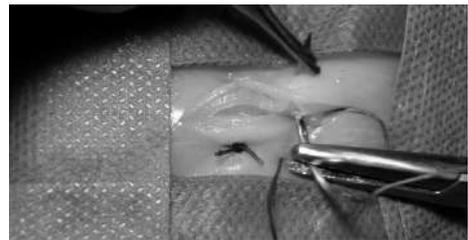
Se inicia realizando una puntada en el labio inferior de la herida en dirección al interior (Figura N°4.4a). La segunda puntada se realiza desde el interior de la herida, en el lado opuesto, haciendo emerger a la aguja a una distancia similar de la primer puntada respecto al borde de la herida

(Figura N°4.4*b*). Los cabos de los hilos quedan ubicados en un mismo plano perpendicular al eje longitudinal de la herida (Figura N°4.4*c*). Para realizar la siguiente puntada, la/el cirujana/o se desplaza hacia la derecha en el mismo margen y altura de la puntada anterior y hace emerger a la aguja en profundidad de la herida (Figura N°4.4*d,e*). La última puntada se efectúa desde el interior de la herida en el margen inferior haciendo surgir el extremo de la aguja en el mismo nivel por donde comenzó a realizarse el punto (Figura N°4.4*f*). Ambos cabos quedan ubicados en un mismo margen formando la figura de letra U y se procede a cerrar el punto con un nudo (Figura N°4.4*g*). La característica que adquiere la herida suturada es la eversión de los labios (Figura N°4.4*h*).

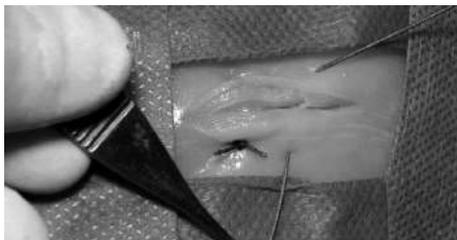
Figura N°4.4. Ejecución del punto U. 2 a) puntada de inicio en el borde inferior; **2 b)** la confección del punto en el lado opuesto; **2 c)** pasada del hilo en ambos lados de la herida; **2 d)** desplazamiento lateral paralelo al eje longitudinal de la incisión; **2 e)** el bucle que conforma el hilo emerge en la profundidad de la herida; **2 f)** la puntada procedente desde el interior de la herida emerge en el borde inferior; **2 g)** el material quedó emplazado para proceder a cerrar el punto; **2 h)** el punto quedó cerrado evertiendo los bordes.



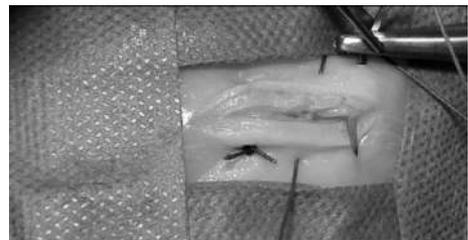
a)



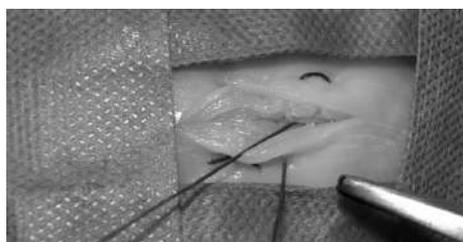
b)



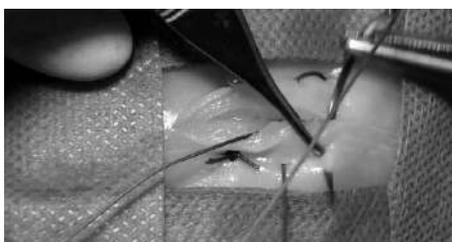
c)



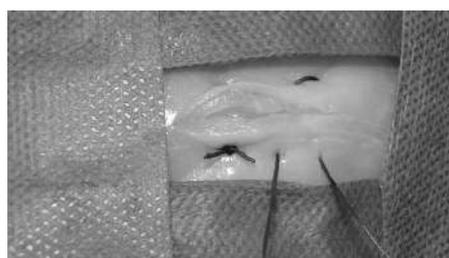
d)



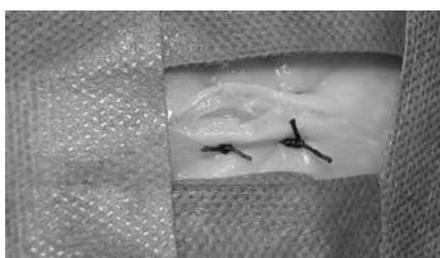
e)



f)

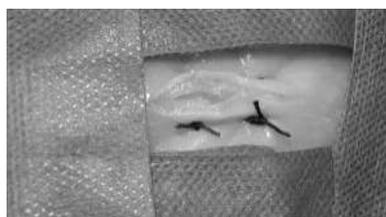


g)



h)

Video N°4.2. Ejecución del patrón de sutura U o colchonero.



<https://www.youtube.com/watch?v=kcj9upMsTQw&t=7s>

4.4.2.3. Punto en U con capiones

Este patrón es variante del punto interrumpido en U especialmente indicado para suturar heridas donde se debe aplicar tensiones donde el segmento de la sutura puede lacerar a la piel y terminar por penetrar en el tejido. Para ello, se interponen pequeños tubos provenientes de mangos de Esmarch o de guías de suministro de soluciones parenterales. El objetivo de los capiones es interponer a los tubos entre la superficie de la herida y el hilo.

Se procede de forma similar tal como se describió el punto interrumpido en U. Cuando se pasó la aguja por ambos márgenes de la herida (Figura N°4.5a) se procede a enhebrar un capitón (Figura N°4.5b), luego se hace avanza hacia la derecha y a nivel del extremo del capitón para hacer una nueva puntada que pasa al margen inferior (Figura N°4.5c) y se enhebra el segundo capitón (Figura N°4.5d) y se procede a anudar y cortar las hebras (Figuras N°4.5e,f). Los capitones quedan ubicados paralelos a los bordes de la herida

Figura N°4.5. Sutura interrumpida en U con capitones, a) el hilo se encuentra pasado por ambos márgenes de la herida, b) un pequeño capitón fue enhebrado, c) la puntada se realiza desde el extremo del capitón perpendicular a la incisión; d) se enhebra el segundo capitón y se procede a cerrar y cortar las hebras del hilo.



a)



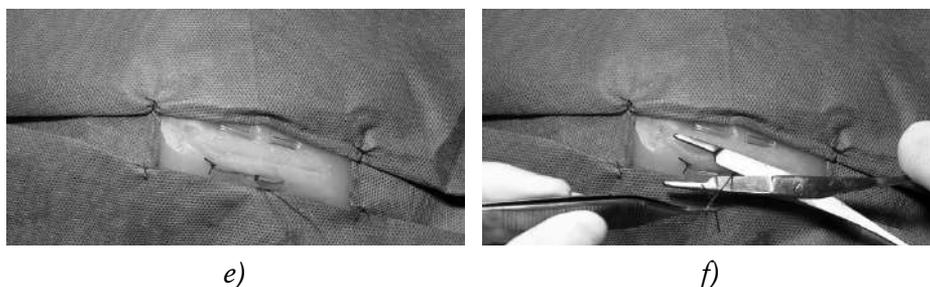
b)



c)



d)



Video N°4.3. Realización del punto en U con capitones.



<https://youtu.be/Xq6zgKKFy54>

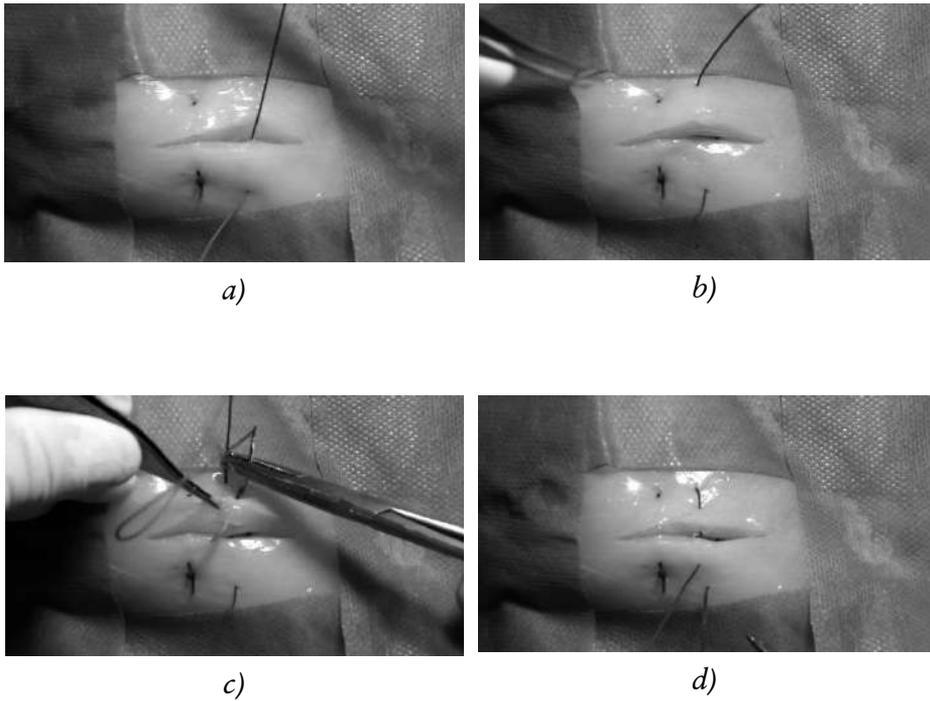
4.4.2.4. Punto U vertical - Lejos Lejos Cerca Cerca

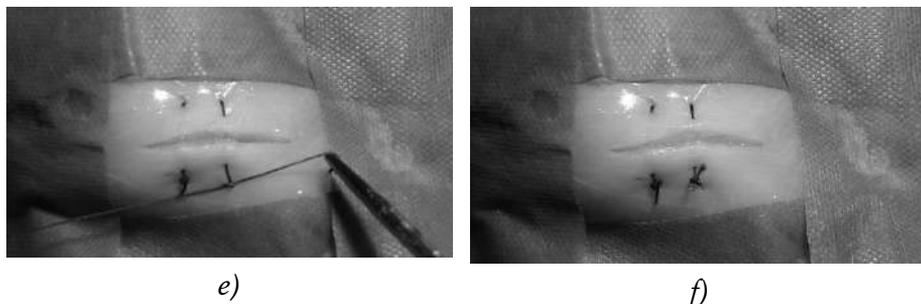
Este patrón de sutura también recibe la denominación lejos-lejos-cerca-cerca recordando la secuencia en que se hacen las puntadas de acuerdo a las distancias que median respecto al borde de la herida. Es una sutura de tensión que compromete en menor medida a la vascularización que otras suturas de tensión como el punto U.

Esta sutura se realiza de forma vertical respecto al eje longitudinal de la herida. La primera puntada se hace algo alejada del borde que posibilita que el extremo de la aguja alcance la profundidad del plano anatómico. (Figura N°4.6a). La segunda puntada se da en el lado opuesto de la herida comienza en la profundidad del plano anatómico al mismo nivel por donde emergió el hilo de la primer puntada (Figura N°4.6b). La tercera puntada se hace en el mismo margen de la herida por donde sobresalió la segunda puntada. Se inserta la aguja en proximidad al borde de la herida y surge en un punto intermedio entre la superficie y la puntada que discurre en la profundidad (Figura N°4.6c). La cuarta puntada comienza a hacerse en el espesor del plano anatómico del margen, por donde se comenzó a hacer el punto, a la misma altura por la que se hizo pasar al hilo de la tercera puntada. La aguja

aflora en proximidad al borde de la herida (Figura N°4.6d). Seguidamente, se cierra el punto haciendo evertir a los bordes de la herida y se procede al anudamiento (Figura N°4.6e,f).

Figura N°4.6. Patrón se sutura U vertical o Lejos Lejos - Cerca Cerca. a) Primer puntada realizada alejada y perpendicular de la línea de la herida; b) la puntada luego de emerger en el interior de la herida se vuelve a introducir a la aguja en el lado opuesto y en el mismo plano haciendo salir a la aguja alejado en la superficie; c) se realiza una nueva puntada en el mismo margen provocando que la aguja salga en un punto más próximo a la superficie; d) la siguiente puntada se hace desde el interior de la herida al mismo nivel por donde se hizo pasar al hilo en el lado opuesto (superior) para hacer salir a la aguja y luego al hilo en un punto más cercano al borde de la herida; e y f) luego de traccionar de los cabos del hilo se anuda el punto.





Video N°4.4. Ejecución del patrón de sutura U vertical.



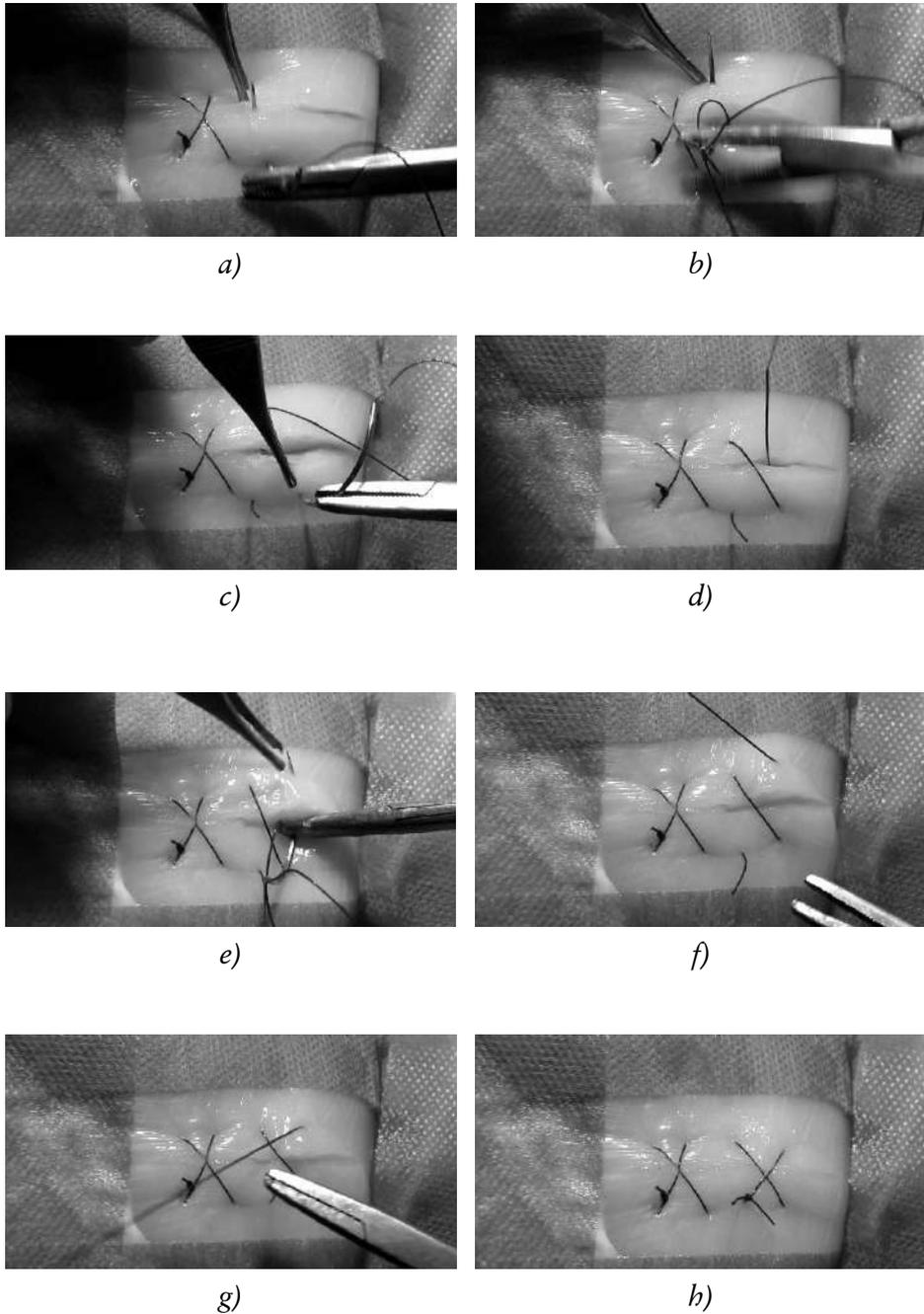
<https://www.youtube.com/watch?v=z2N2BrYmfwc>

4.4.2.5. Punto X invertido u 8, patrón cruzado

También es un patrón diseñado para resistir tensiones y que genera everción de la herida. Las porciones de horizontales del punto, que se localiza en el espesor de los tejidos, son los segmentos paralelos a la tensión de la herida.

La denominación de este patrón responde a la conformación de una “X” sobre la herida. El inicio del punto es de forma similar como se viene describiendo con una puntada perpendicular en el margen inferior (Figura N°4.7a) y que se continua de la misma forma del lado opuesto (Figura N°4.7b) respetando el mismo plano vertical en relación a la herida y a la misma profundidad por donde emergió en la primer puntada. La tercer puntada se hace avanzando hacia la derecha e insertando a la aguja en el margen inferior de la herida (Figura N°4.7c). Al realizarse esta maniobra el hilo queda ubicado en posición oblicua sobre la herida (Figura N°4.7d). La última puntada se hace desde el interior de la herida en el margen superior (Figura N°4.7e). Para finalizar, se concluye el punto anudándolo (Figura N°4.7f,g). Cuando se cierra el punto y se anuda queda formada la “X” que caracteriza al patrón (Figura N°4.7h).

Figura N°4.7. Ejecución del punto X invertido. *a* y *b*) primer puntada perpendicular al eje longitudinal de la herida; *c*) la tercer puntada se realiza avanzando hacia la derecha desde el margen inferior (de inicio del punto); *d*) la primer parte de la X queda conformada; *e*) cuarta y última puntada; *g*) anudamiento del punto; *h*) aspecto del patrón de sutura.



Video N°4.5. Ejecución de la técnica de sutura en X invertido u en 8.



https://www.youtube.com/watch?v=PVbmPjA_8KI

4.4.2.6. Punto X

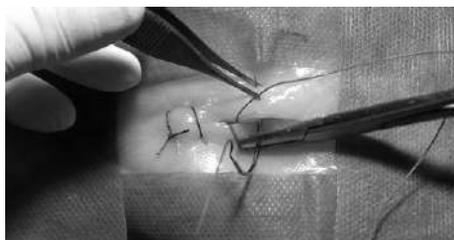
En este variante del punto X, el cruce de hilos se conforma en el interior de la sutura mientras que en la superficie quedan dos puntadas verticales por punto realizado.

Se inicia por el borde inferior de la herida. La primera puntada atraviesa el margen inferior y se hace emerger a la aguja en el plano más profundo de la herida (Figura N°4.8a). Para realizar la segunda puntada se avanza a la derecha y se hace pasar a la aguja desde el interior del margen superior, de modo que al culminar estas dos primeras puntadas el hilo queda emplazado de forma oblicua (Figura N°4.8b). La tercera puntada se hace en el mismo plano vertical que la anterior (Figura N°4.8c,d). La cuarta y última puntada retrocede hacia la izquierda hasta la altura de la primera puntada y se pasa a la aguja desde el interior del margen superior y perpendicular a la incisión (Figura N°4.8e,f). Antes de proceder a cerrar el punto se puede apreciar la X en el interior de la herida (Figura N°4.8g). El aspecto del patrón son las porciones del material que se aprecian ubicados verticales a la incisión.

Figura N°4.8. Ejecución del punto X. *a y b)* primer puntada perpendicular al eje longitudinal de la herida; *c)* la tercer puntada se realiza avanzando hacia la derecha desde el margen inferior (de inicio del punto); *d)* la primer parte de la X queda conformada; *e)* cuarta y última puntada; *g)* anudamiento del punto; *h)* aspecto del patrón de sutura.



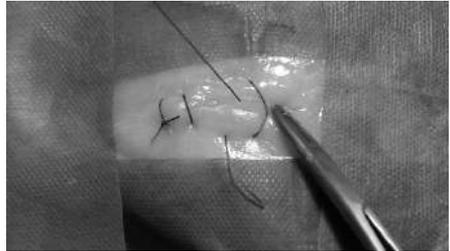
a)



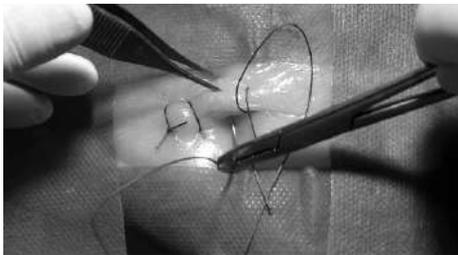
b)



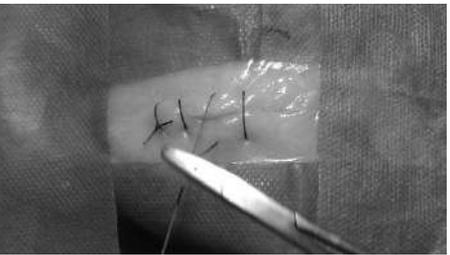
c)



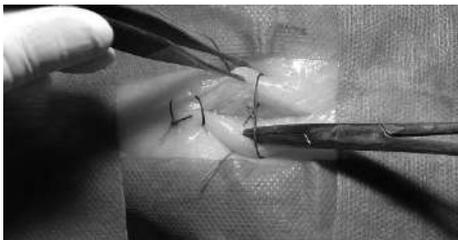
d)



e)



f)



g)



h)

Video N°4.6. Ejecución del patrón de sutura en X.



<https://www.youtube.com/watch?v=Fqjox-xWgnE&t=12s>

4.4.3. Patrones continuos o ininterrumpidos

Las suturas continuas comienzan y finalizan con un nudo cuadrado simple o cirujano o bien con un nudo de inicio (Capítulo III) y concluye también con un nudo cuadrado, cirujano o Aberdeen (AB).

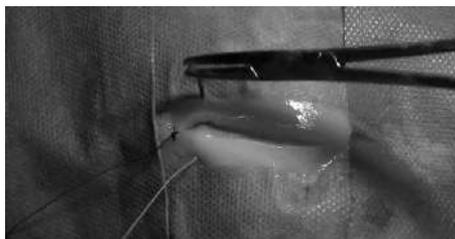
Se abordarán los patrones que con mayor frecuencia suelen emplearse en cirugía veterinaria. Esas suturas son, sutura continua simple, sutura en guarda griega o colchonero y patrones de suturas para vísceras huecas: suturas de Schmienden, Lembert, Connell y Cushing.

4.4.3.1. Sutura continua simple

Figura N°4.9. Sutura continua simple. *a)* comienzo un nudo; *b)* primera puntada que pasa de un margen al otro; *c)* donde el hilo queda alojado en el interior de la herida. *d)* las lazadas quedan ubicadas en la superficie de la herida ubicadas en posición oblicua en relación al eje incisional; *e,* *f)* progreso de la sutura; *g)* al concluir la sutura las puntadas exceden a la herida; *h)* donde concluye con un nudo final.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

La sutura simple comienza en un nudo que se realiza en uno de los extremos de la herida (Figura N°4.9a). A continuación se realizará un conjunto de puntadas que recorren la herida. Luego de realizar el nudo se efectúa una primer puntada en uno de los márgenes que se complementa con otro que se hace en el lado opuesto (Figura N°4.9b) *así el hilo queda alojado en el interior de la herida dispuesto en forma vertical*. La siguiente puntada se realiza en lateral a la primera puntada y continúa en sentido vertical hacia el lado opuesto (Figura N°4.9c). Cuando se tracciona el cabo la lazada queda ubicada en posición oblicua uniendo ambas puntadas (Figura N°4.9d). Las puntadas se repiten de igual forma hasta llegar al extremo opuesto de la incisión. (Figura N°4.9e,f). La última puntada se realiza por fuera de la herida (Figura N°4.9g). La sutura concluye con un punto que se realiza en el extremo opuesto de la herida y por fuera de ésta para proceder a anudarse con la última lazada. La sutura genera un patrón que se caracteriza por la presencia de las lazadas de hilo sobre la herida dispuestas de forma oblicua (Figura N°4.9h).

Video N°4.7. Técnica de sutura continua simple.



<https://www.youtube.com/watch?v=H7b4uAidHAg&feature=youtu.be>

4.4.3.2. Sutura en guarda griega o de colchonero

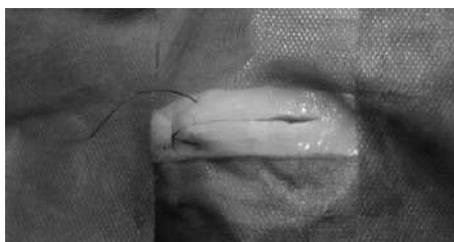
Luego de realizar el nudo de inicio (Figura N°4.10a) se continua hacia la derecha haciendo el primer punto con puntadas verticales al eje longitudinal de la herida desde el lado inferior haciendo que el hilo emerja por el borde superior (Figura N°4.10b). Seguidamente el operador se desplaza a la derecha y hace una nueva puntada en sentido contrario que la anterior. Así, la lazada queda ubicada de forma paralela a la línea de la herida (Figura N°4.10c). La sutura avanza hacia la izquierda generando el característico patrón de sutura (Figura N°4.10d,e). La sutura concluye en el nudo final tal como se procede en este tipo de suturas (Figura N°4.10f).

Los segmentos de hilo que quedan ubicados en el lateral de cada borde de la herida de forma paralela son los que ejercen compresión hacia la herida.

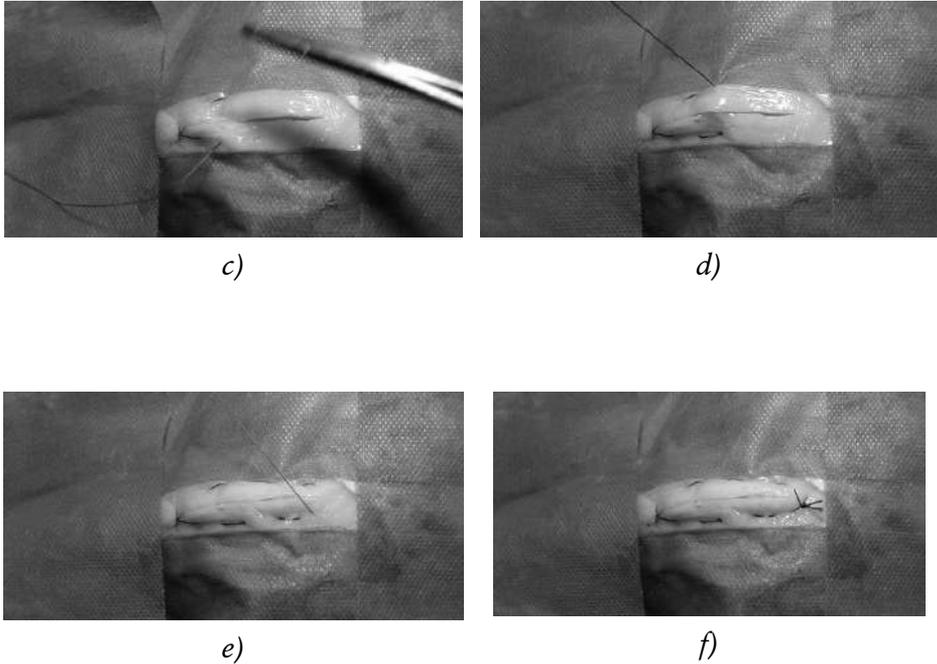
Figura N°4.10. Patrón de sutura de colchonero. a) inicio de la sutura con un nudo inicial; b) inmediatamente a la derecha del nudo se realiza la primera puntada vertical al eje mayor de la incisión; c) para realizar la siguiente puntada el operador se desplaza hacia la derecha y hace nuevamente una puntada vertical; d,e) progreso de la sutura; f) conclusión en un nudo final.



a)



b)



Video N°4.8. Técnica de sutura en guarda griega o colchonero.



<https://www.youtube.com/watch?v=EK5FW2MNkZo&t=4s>

4.4.3.3. *Sutura de Reverdín o festoneado*

Esta sutura ofrece afrontamiento y sostén a la herida para que lleve a cabo la cicatrización. El procedimiento se inicia con un nudo inicial. Las puntadas se aplican de forma vertical y perpendicular en relación al eje incisional (Figura N°4.11a). Luego se avanza hacia la izquierda y previo a hacer la nueva puntada se pasa la aguja por la lazada anterior (Figura N°4.11b). La sutura progresa repitiéndose el mismo patrón (Figura N°4.11c) y se concluye con la modalidad ya expuesta en el capítulo II (Figura N°4.11d).

Concluida la sutura se aprecia que las lazadas se aplanan y disponen en una línea paralela al borde de la herida y una porción del hilo queda ubicado vertical sobre la herida. La sutura posibilita adecuada coaptación de los bordes a medida que se progresa la ejecución, brinda fuerza de afrontamiento y hemostasia (Stashak y Yturraspe, 1991).

Figura N°4.11. Sutura continua de Reverdín o festoneado. *a)* primer puntada luego, *b)* luego de haberse pasado al hilo de forma vertical al eje incisional se pasa a la aguja por la lazada anterior, *c)* progreso de la sutura, *d)* sutura confeccionada donde se aprecia el aspecto el patrón encadenado por el pasaje del hilo por la lazada anterior.



a)



b)



c)



d)

Video N°4.9. Ejecución de la técnica continua de Reverdín o festoneada.



<https://youtu.be/fNyeSyS4t7Y>

4.4.3.4. *Suturas para vísceras huecas*

Los patrones de sutura para vísceras huecas tienen un doble propósito, por un lado reúnen ambos márgenes para posibilitar la cicatrización, y por el otro, brindar hermetismo para evitar fugas.

Los patrones de suturas que cumplen con estos objetivos son las suturas de Schmieden, Connell, Lembert y Cushing. Las dos primeras se caracterizan por ser perforantes, pues las puntadas atraviesan la totalidad de los planos anatómicos de la víscera, mientras que Lembert y Cushing solo interesan el espesor del órgano.

Las suturas de Lembert y Cushing emplean puntadas que involucran a la serosa, muscular y submucosa sin llegar a perforar a la mucosa y emerger a la luz del órgano. Así, cuando se tensa el hilo que los bordes de la herida se invaginen. La invaginación posibilita el hermetismo y el contacto de capa serosa de ambos lados de la herida que posibilita la cicatrización.

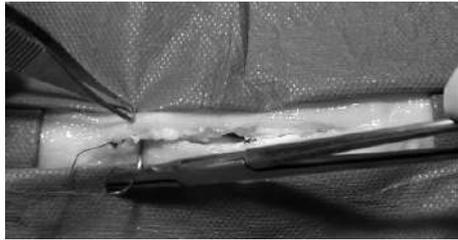
4.4.3.4.1. *Sutura de Schmieden*

Luego de realizar el nudo de inicio (Figura N°4.12a) la/el cirujana/o comienza a realizar las puntadas desde el lumen del órgano hasta atravesar la serosa (Figura N°4.12b). Luego de la primer puntada, la sutura avanza aproximadamente 5 mm hacia la derecha y en el margen opuesto de la incisión, y siempre desde el interior de la víscera, se realiza la siguiente puntada (Figura N°4.12c). La sutura progresa avanzando haciendo alternar las puntadas entre los márgenes siempre desde la mucosa hacia la serosa (Figura N°4.12d). Cuando la sutura concluye se puede apreciar la conformación que adquiere el patrón (Figura N°4.12e) para concluir en un nudo (Figura N°4.12f).

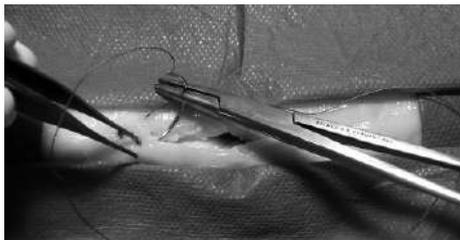
Figura N°4.12. Ejecución del patrón de sutura de Schmieden. *a)* nudo de inicio de la sutura; *b)* primera puntada realizada desde el interior de la víscera; *c)* siguiente puntada hecha desde la luz del órgano; *d)* progreso de la sutura; *e)* aspecto que adquiere la sutura; *f)* sutura concluida con nudo final.



a)



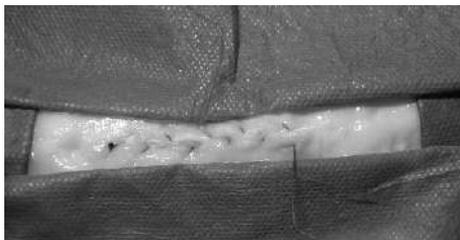
b)



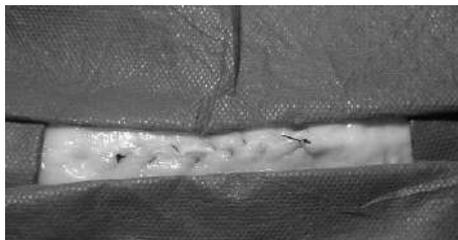
c)



d)

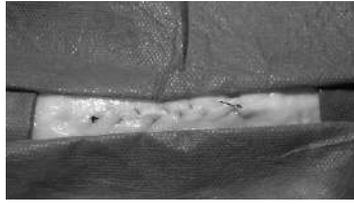


e)



f)

Video N°4.10. Técnica de sutura de Schmieden.



<https://www.youtube.com/watch?v=jYTN4LAz-gQ>

4.4.3.4.2. Sutura de Connell

Realizado el nudo de inicio (Figura N°4.13a), se hace una puntada desde la capa serosa, paralela al borde de la herida, que perfora al órgano y desde el lumen se dirige nuevamente desde la mucosa hacia la serosa (Figura N°4.13b,c). La siguiente puntada se realiza en el margen opuesto al mismo nivel por donde emergió la última puntada (Figura N°4.13d). El hilo de sutura queda ubicado perpendicular a la incisión (Figura N°4.13e). En la medida que avanza la sutura, el material de sutura queda en posición horizontal en el lumen del órgano y externamente las lazadas quedan perpendiculares sobre la incisión (Figura N°4.13f).

Figura N°4.13. Sutura de Connell. *a)* nudo inicial de la sutura; *b,c)* primera puntada perforante y paralela al borde de la herida; *d)* la puntada que se realiza en el lado opuesto comienza en el mismo plano vertical por donde emergió la puntada anterior; *e)* el material queda ubicado en la superficie perpendicular a la incisión y paralelo al eje incisional, en la lumen de la víscera; *f)* el patrón de sutura adquiere el aspecto de un conjunto de lazadas verticales perpendiculares al eje y paralelas entre ellas.



a)



b)



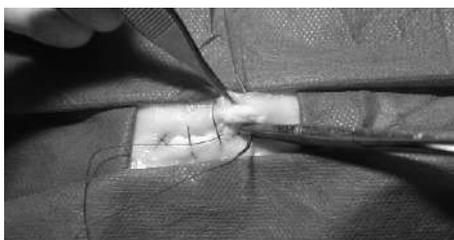
c)



d)



e)



f)

Video N°4.11. Sutura continua de Connell.



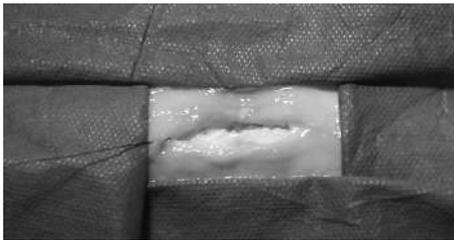
<https://www.youtube.com/watch?v=jYTN4LAz-gQ>

4.4.3.4.3. Sutura de Lembert

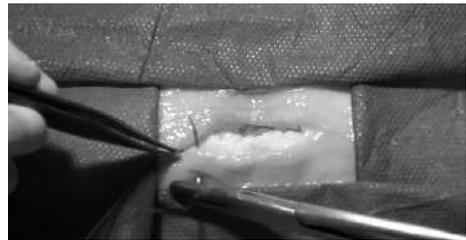
Luego de ejecutar el anudamiento de inicio (Figura N°4.14a) las puntadas se realizan en dirección a la herida, perpendicular al eje longitudinal de la incisión. La primera puntada comienza a darse en la superficie del órgano a unos 10 mm del margen inferior para emerger a unos 2-3 mm también del mismo lado (Figura N°4.14b). La puntada, al igual que todas, discurre a través de las capas serosa, muscular y submucosa. Seguidamente se pasa al margen opuesto haciendo ingresar a la aguja en la pared del órgano a 2-3 mm del borde de la herida y emerge a unos

10 mm sin perforar la mucosa (Figura N°4.14c). La/el cirujana/o vuelve al margen inferior y a unos 10 mm a la derecha de la puntada anterior repite la puntada y luego se dirige al borde opuesto (Figura N°4.14d). El avance de la sutura genera un patrón de sutura en el cual se percibe la presencia del hilo dispuesto en forma oblicua sobre la incisión (Figura N°4.14e). Cuando concluyen las puntadas y se tracciona del hilo se invaginan los bordes de la herida. La sutura concluye con un nudo cuadrado que emplea una última lazada que no se cierra (Figura N°4.14f).

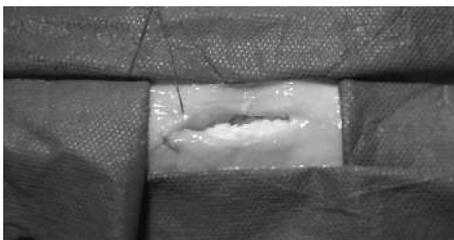
Figura N°4.14. Sutura continua de Lembert. *a)* inicio con un nudo en el extremo de la incisión; *b)* primer puntada perpendicular al eje longitudinal sin perforar la mucosa del órgano; *c)* la puntada siguiente se realiza en el mismo plano del margen opuesto; *d)* la/el cirujana/o vuelve al margen inferior avanzando hacia la derecha; *e)* sutura en progreso; *f)* invaginación de los bordes al apretar la sutura.



a)



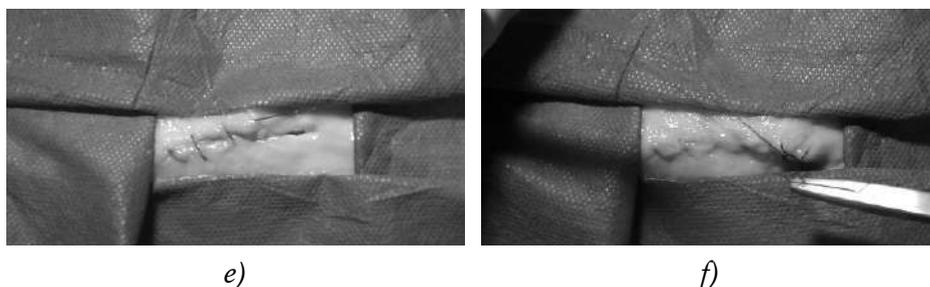
b)



c)



d)



Video N°4.12. Técnica de sutura de Lembert.



<https://www.youtube.com/watch?v=PTDps-Bh1cs>

4.4.3.4.4. Sutura de Cushing

Luego de realizar el nudo de inicio (Figura N°4.15a) se da comienzo a la ejecución de la sutura haciendo la primer puntada a unos 2-4 mm del borde incisional y en forma paralela al eje longitudinal de la herida. La puntada involucra el espesor del órgano hasta la submucosa teniendo la precaución de no perforar a la mucosa (Figura N°4.15b). Para la siguiente puntada, se procede en el lado opuesto y el ingreso de la aguja se efectúa en el mismo plano vertical por donde emergió la aguja en la puntada previa (Figura N°4.15c,d,e). La sutura avanza con cada puntada generando un patrón que provoca que el hilo empleado quede dispuesto en lazadas verticales en relación a la herida (Figura N°4.15f, g); la sutura concluye con un nudo (Figura N°4.15h).

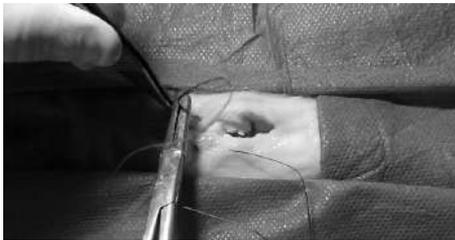
Figura N°4.15. Patrón de sutura de Cushing. *a)* nudo unicial; *b)* primer puntada que involucra hasta la submucosa; *c, d, e)* siguiente puntada paralela a la herida; *f, g)* progreso de la sutura; *h)* conclusión de la sutura con un nudo final.



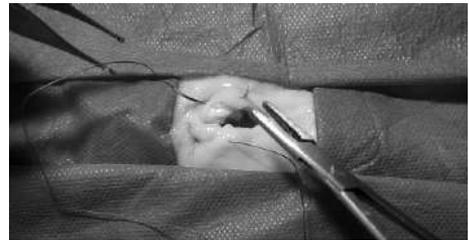
a)



b)



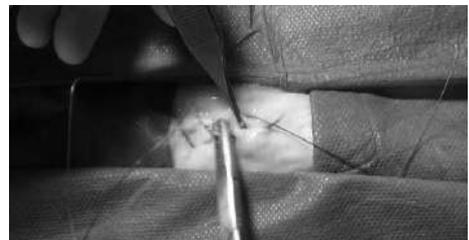
c)



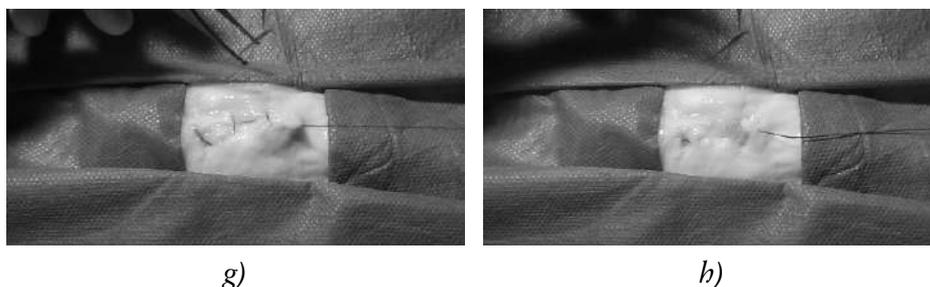
d)



e)



f)



Video N°4.13. Video de la realización de la sutura de Cushing.



https://www.youtube.com/watch?v=DAm_DZJcUN4

4.5. Bibliografía

- Austin BR, Henderson RA. 2006. Buried tension sutures: Force-tension comparisons of pulley, double butterfly, mattress, and simple interrupted suture patterns. *Veterinary Surgery*. 35(1):43-48. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2005.00110.x
- Celeste C, Stashak TS. 2008. Selection of suture materials, suture patterns, and drains for wound closure. In: Stashak TS, Theoret C (eds): *Equine Wound Management*. 2nd Ed. Wiley Blackwell, Danvers, USA.
- Chism PN, Latimer FG, Patton CS, Rohrbach BW, Blackford JT. 2000. Tissue strength and wound morphology of the equine linea alba after ventral median celiotomy. *Veterinary Surgery*. 29(2):145-151.
- Christophe C. 2008. Selection of suture materials, suture patterns, and drains for wound closure. In: Stasjhak T, Theoret C. *Equine wound management* (2nd ed). In 2008 Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA.
- Kümmerle JA. 2011. Suture Materials and Patterns. In: *Equine Surgery*. Eds: Auer JA, Stick JA. 4th ed. Elsevier Inc. St. Louis, Missouri, USA, pp. 181-203.
- Forrester JC. 1975. Suture materials and their uses. *Nurses Mirror Midwives*. 140(3):48-57.
- Hackett R. 1983. Delayed wound closure: A review and report of use of the technique on three equine limb wounds. *Veterinary Surgery* 12(1):48-53. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1983.tb00702.x>
- Muffly TM, Boyce J, Kieweg SL, Bonham AJ. 2010. Tensile strength of a surgeon's or a square knot. *Journal Surgery Education*. 2010 Jul-Aug; 67(4): 222-226. DOI: 10.1016/j.jsurg.2010.06.007

- Niles J, Williams J. 1999. Suture materials and patterns. *In Practice*. 21(6):308-320. DOI: 10.1136/inpract.21.6.308
- Poole GV Jr, Meredith JW, Kon ND, Martin MB, Kawamoto EH, Myers RT. 1984. Suture technique and wound-bursting strength. *American Surgeon*. 50(10):569-572.
- Stashak TS, Yturraspe DJ. 1991. Selection of suture materials and suture patterns for wound closure. In: Stashak T. ed. *Equine wound management (1st edition)*. Lea and Febiger, Philadelphia, USA. p.52
- Swaim SF. 1980: Management and reconstruction in the dog and cat. In: Swaim S, ed. *Surgery of traumatized skin (1st ed)*. WB Saunders, Philadelphia, USA, p.165.
- Trotter GW. 1989. Techniques of wound closure. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 5(3):499-511
- Trout NJ. 2003. Principles of plastic and reconstructive surgery. In: Slatter D (ed): *Textbook of small animal surgery*. 3rd ed. Saunders, Philadelphia, USA, p.274.

CAPÍTULO **5**

Enteroanastomosis

5.1. Introducción

La cirugía del sistema digestivo y en particular la de intestino, en la clínica de pequeños animales suele realizarse con carácter de emergencia (López *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2008; Hernández, 2010; Murgia, 2013) producto de alteraciones por cuerpos extraños, vólvulos, intususcepción, neoplasias y traumatismos que ocasionan alteraciones vasculares que desencadenan necrosis y peritonitis (Jönsson *et al.*, 1983; Kirk y Bistener, 1985; Van den Boom y van der Velden, 2001; Gomaa *et al.*, 2012). Más del 60% de los equinos que requirieron enterectomía y enteroanastomosis de intestino delgado fue por obstrucciones (Latson *et al.*, 2005).

En esta sección se abordarán las técnicas de enterorrafia y enteroanastomosis término-terminal. Se realizará una revisión de las características de la cicatrización de intestino para establecer los criterios de selección de los patrones de sutura. También se expondrán patrones de sutura que se suman a las suturas para vísceras huecas expuestas en la sección correspondiente a los patrones de sutura. La sección culmina con la omentalización como principio de prevención de fugas y dehiscencia.

5.2. Cicatrización del intestino

A efectos de resolver el uso de un determinado patrón de sutura para enteronastomosis resulta conveniente hacer una breve revisión de las particularidades de la cicatrización del intestino.

De manera similar como sucede la cicatrización de la piel, el proceso se encuentra dividido en fases que suelen estar superpuestas o solapadas. La primera fase comienza con una vasoconstricción inicial seguida de vasodilatación y consecuente aumento de la permeabilidad de los vasos sanguíneos que permite que las células inflamatorias (leucocitos polimorfonucleares) se introduzcan en la herida. La diapédesis marca el comienzo de la fase inflamatoria, que también se caracteriza por la

formación de edema en la porción subepitelial de la mucosa y submucosa que puede persistir hasta 2 semanas (Kilicoglu *et al.*, 2008). Los neutrófilos predominan durante las primeras 24 horas y los macrófagos 48 horas, sintetizando y liberando los factores de crecimiento que comienzan y amplifican la respuesta de curación (Thompson *et al.*, 2006; Witte y Barbul, 2008). La formación de un sello de fibrina en la superficie de la capa serosa y la curación son esenciales para lograr rápido hermetismo. Las altas tasas de fracaso anastomótico observadas en órganos que carecen de serosa como el esófago y recto, subrayan la importancia de la respuesta que posee la serosa en los otros órganos gastrointestinales. La integridad temprana de la anastomosis también depende de la capacidad de sujeción de la sutura en la pared intestinal, en particular de la submucosa (Astiz *et al.*, 1986).

El inicio de la tercera fase, de proliferación, está marcado por la aparición de tejido de granulación en la herida anastomótica. En esta fase el colágeno es sintetizado por las células del músculo liso y por fibroblastos en la capa submucosa (Herrmann *et al.*, 1964). Las células del músculo liso son las que contribuyen en mayor grado en la síntesis absoluta de colágeno en relación a los fibroblastos (Witte y Barbul, 2003). La lisis del colágeno por actividad de la colagenasa contribuye al descenso de la fuerza anastomótica temprana observada después de la anastomosis (Herrmann *et al.*, 1964; Månsson *et al.*, 2002). Por lo tanto, la anastomosis corre el riesgo de fugas o dehiscencia durante los primeros 3 a 10 días. Poco a poco, los fibroblastos y las células musculares lisas comienzan a sintetizar colágeno, lo que gradualmente fortalece la anastomosis. Claramente, cualquier factor que conduzca a la lisis del colágeno o disminuya su síntesis da como resultado una anastomosis débil con mayor riesgo de fracaso.

5.2.1. Cicatrización de la mucosa

Las injurias que sufre la mucosa intestinal altera la barrera epitelial que conduce a la absorción de toxinas y factores inmunogénicos que ponen en riesgo a la homeostasis del paciente. Por este motivo la mucosa intestinal debe restablecer rápidamente la continuidad del epitelio (Feil *et al.*, 1987; Moore *et al.*, 1989; McCormack *et al.*, 1992; Nusrat *et al.*, 1992).

Ese restablecimiento se produce mediante tres mecanismos: a) por migración hacia la herida de las células adyacentes en un proceso denominado restitución epitelial. Es un proceso que demanda minutos u horas y no requiere de la proliferación celular. Las células se desdiferencian

generando estructuras similares a pseudópodos para migrar y se vuelven a diferenciar después del cierre del defecto (Taupin y Podolsky, 2003); b) a través de la proliferación de células epiteliales para reponer el conjunto celular disminuido; c) maduración y diferenciación de las células epiteliales no diferenciadas. Estos tres mecanismos pueden convivir y a la vez superponerse.

La preservación de esta barrera después de las injurias está regulada por un amplio espectro de factores que incluyen citoquinas, factores de crecimiento, moléculas de adhesión, neuropéptidos y fosfolípidos (Fiocchi, 1998; Dignass *et al.*, 1999; Okamoto y Watanabe, 2004). Las lesiones más profundas requieren mecanismos de reparación adicionales que involucran procesos inflamatorios y poblaciones de células no epiteliales.

5.3. Materiales de sutura e instrumental para enterorrafia

En cuanto a las condiciones que deben reunir los materiales de sutura, además de las ya expuestas en el Capítulo II, se pueden hacer las siguientes consideraciones: en el caso de los pacientes hipoalbuminémicos, como los pacientes que cursan peritonitis, se han indicado materiales que requieren mayor tiempo de absorción como la PDS y ácido poliglicólico y otros no-absorbibles como el nylon o el polipropileno. Por el contrario no se recomiendan la seda, el poliéster y en particular el catgut por la gran reactividad tisular que ocasionan (Bernis-Filho *et al.*, 2013; Fossum, 2009; Stanley, 2012). La PDS causó menos fibrosis que la poligalactina en las anastomosis intestinales de ratas. No hubo diferencia en los análisis histopatológicos como así tampoco resistencia a la tracción (dos Santos *et al.*, 2017). Respecto de la aguja, los autores coinciden en que la más indicada es la atraumática de punta cortante (Fossum, 2009; Murgia, 2013b).

Se emplea material mono o multifilamento absorbible, calibre 3-0 o 4-0 con aguja de punta cónica, de corte cónico o de corte inverso, dependiendo del espesor del intestino. Los materiales pueden ser la polidioxanona (PDS), el ácido poliglicólico (PGA) y la poliglactina 910, a pesar que los hilos multifilamento pueden tener mayor arrastre de tejido (Dean *et al.*, 1985; Layton, 1991). El catgut no es aconsejable debido a que aumento de la reacción tisular y la presencia de enzimas proteolíticas (Robertson, 1990). Las grapas de la piel son una alternativa útil a la

sutura manual en la anastomosis del intestino delgado, sin disminución de la resistencia a la presión de ruptura y del diámetro del intestino comparada con la anastomosis manual (Coolman *et al.*, 2000).

5.4. Enteroanastomosis

La enteroanastomosis es la maniobra quirúrgica por la cual se unen mediante técnicas de suturas dos extremos de intestino luego de haberse practicado una enterectomía.

La técnica de sutura debe evitar fugas de contenido intestinal y evitar adherencias, peritonitis, promover la cicatrización por primera intención con fibrosis mínima, no inducir isquemia de los bordes y producir un diámetro luminal adecuado teniendo en cuenta la retracción de la cicatriz que concluye en estenosis (Dean y Robertson, 1985).

La técnica de sutura garantizará la aposición de la submucosa para lograr cicatrización primaria (Jansen *et al.*, 1981). No obstante, este objetivo se puede tornar dificultoso cuando la mucosa se evierte a través de la incisión intestinal. La capa seromuscular sirve fundamentalmente como sostén y apoyo de la sutura, mientras que la submucosa es importante por su gran poder elástico (Astiz *et al.*, 1986).

La eversión de la mucosa, como así también las suturas que tienden a evertirla, aumenta la incidencia de adherencias y fibrosis mural (Daye *et al.*, 1999). Cuando hay mucha eversión de mucosa, se pueden considerar diversas opciones. Por un lado, es posible proceder a recortar a la mucosa sobresaliente o bien optar por patrones de sutura que favorezcan la aposición. Se pueden colocar tantas suturas como sean necesarias para controlar la posición de la mucosa. Luego, se puede completar con un patrón de sutura interrumpida simple, o toda la anastomosis completarla con un patrón continuo simple (Atila, 2017).

Las técnicas de sutura para enteroanastomosis provocan inversión y aproximación de los bordes de las enterectomías (Orsher y Rosin, 1993) y se pueden ejecutar manualmente o con grapadoras (Dean y Robertson, 1985; Freeman, 2008).

Las suturas en una sola capa que promueven cierres apositivos tienen ventajas comparativas sobre los patrones de inversión, pues la aposición de la submucosa promueve la curación primaria de la pared intestinal. Mientras que los cierres invertidos requieren una curación de segunda intención y pueden aumentar el riesgo de estenosis luminal o fuga del

sitio de anastomosis (Jansen *et al.*, 1981; Becker y Brummelkamp, 1981; Ballantyne, 1984; Thornton y Barbul, 1997; Weisman *et al.*, 1999).

En los grandes animales se describen varios patrones de sutura para la enteroanastomosis, pero se cree que las técnicas modificadas de Gambee, la técnica de aplastamiento o *crushing* y patrones de inversión de dos capas, son técnicas eficaces (Stoloff *et al.*, 1984; Robertson, 1990). En caballos, el patrón de inversión de dos capas es superior a las técnicas de una sola capa debido a la menor formación de adherencias y al mantenimiento del diámetro luminal (Dean *et al.*, 1985).

Las suturas apositivas (punto simple *no-crushing*) mostraron histológicamente menor interrupción de la vasculatura durante los primeros 7 días respecto a las suturas *crushing* (Elliso y Jokinen, 1982).

En estudios efectuados en caninos, la reparación del tracto digestivo en la anastomosis en un único plano es similar cuando se la compara a la técnica de Gambee con técnicas de puntos simples con anudamiento en la serosa o en el lumen del órgano. Por esa razón, la selección de un u otro patrón es indiferente y depende de la preferencia de la o el profesional (Moreira Coutinho Azevedo *et al.*, 2004).

Los patrones de sutura invertida (Connell y Cushing) en caballos provoca disminuciones del lumen del órgano que induce obstrucciones, mientras que suturas interrumpidas simples que provocan la eversión de los bordes de la herida predisponen a fugas y consecuente peritonitis (Reinertson, 1976). Anastomosis realizadas con la técnica de sutura interrumpida simple de Gambee tuvieron mayor formación de adherencias a los 30 días post-operatorio, que aquellas realizadas con sutura continua simple y continua de Lembert a los 30 días (Dean y Robertson, 1985). La sutura continua de Lembert genera menos adherencias que el patrón de Lembert discontinuo en doble capa (Dean *et al.*, 1985).

Estudios *in vitro* de enteroanastomosis en un plano empleando sutura de Lembert para la anastomosis yeyuno-yeyuno término-terminal, entre sus beneficios posee la reducción del tiempo que demanda su ejecución en un 25% y mayor lumen cuando es comparado con la misma técnica en doble capa. El mismo estudio señaló que quien realiza la cirugía pone mayor atención en la precisión cuando realiza la sutura en una capa que en dos capas, porque los errores técnicos en el primer caso ponen en riesgo a la integridad de la reparación (Nieto *et al.*, 2006).

En el perro, los patrones de aposición de una sola capa tienen las ventajas de una excelente aposición, el mantenimiento del diámetro luminal, la ejecución rápida y simple y la resistencia biomecánica suficiente para soportar las presiones fisiológicas (Ellison *et al.*, 1982; Bone *et al.*, 1983; Coolman *et al.*, 2000; Hedlund y Fossum 2008).

En el caballo, la exposición de los materiales de sutura en la superficie de la serosa aumenta el riesgo de adherencias en el sitio de la anastomosis que pueden conducir a una obstrucción intestinal (Dean y Robertson 1985; Ducharme 2002). El patrón de Lembert provoca exposición del material de sutura solo en los nudos en los bordes mesentérico y antimesentérico (Auleta *et al.*, 2011).

Los resultados de las entero anastomosis se pueden cuantificar mediante pruebas mecánicas como la presión de ruptura, que es la presión intraluminal a la cual se rompe la anastomosis. En los animales la presión intraluminal es baja durante los primeros 3 días y luego aumenta progresivamente hasta alcanzar el 100% de la resistencia a los 7 días (Månsson *et al.*, 2002). Thompson *et al.*, 2006).

Las complicaciones de la anastomosis intestinal son producto de la fuga en el sitio de la sutura, que suele ocurrir de 3 a 5 días después de la cirugía (Jönsson *et al.*, 1983). Las fugas generan estenosis y adherencias (Dean y Robertson, 1985; Auletta *et al.*, 2011; Ducharme, 2002; Nieto *et al.*, 2006; Close *et al.*, 2014) y resultan en la muerte con tasas de mortalidad en el perro y gato tan altas como 14 casos de 19 u 11 de 13 (Allen *et al.*, 1992; Ralphs *et al.*, 2003).

5.4.1. Patrones de sutura

5.4.1.1 Enteroanastomosis apositiva

Las suturas apositivas pueden ser a puntos interrumpidos simples, interrumpidas perforantes, aplastada o *crushing* y no aplastada o *no-crushing*. La diferencia entre ambos patrones responde donde se ubica el nudo en relación al espesor de la pared del intestino. En la sutura *no-crushing* el nudo se ubica en la superficie de la víscera, sobre la capa serosa. El punto *crushing* el nudo se introduce o “entierra” en el espesor de la pared a medida que la/el cirujana/o ciñe el nudo. El nudo queda tomando al órgano en la capa submucosa.

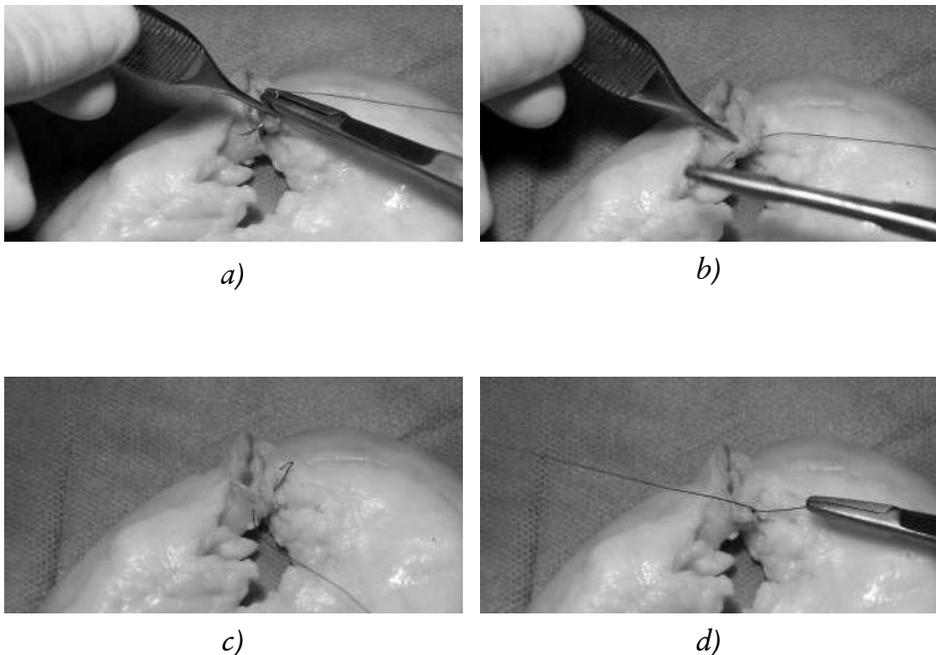
López *et al.* (2006) no hallaron diferencias significativas entre las técnicas interrumpidas de *crushing* y *no-crushing* en perros e informan cicatrices exuberantes en la capa serosa y la presencia de glándulas ectópicas de la mucosa en la túnica muscular. Estas observaciones las atribuyen a un afrontamiento aposicional inadecuado en la sutura *no-crushing*.

5.4.1.1.1. Puntos interrumpidos perforantes simples no aplastante o *no-crushing*

Las suturas en un plano empleando puntos simples presentan variantes respecto si el nudo se ubica en el interior de la víscera o en la superficie de la serosa. Estudios que evaluaron los resultados cicatrizales según la ubicación del nudo determinaron que el menor grado de adherencia fue en los nudos internos (Close *et al.*, 2014).

La enteronastomosis requiere de varios puntos que circundan a la enterotomía. Se inicia por el borde antimesentérico haciendo una puntada a unos 2-5 mm del borde de la incisión que involucra el espesor del órgano (Figura N°5.1a). Inmediatamente se pasa a la enterotomía opuesta donde se realiza otra puntada desde el lumen a la misma distancia que la puntada previa y se la hace emerger por la capa serosa (Figura N°5.1b), se pasa la hebra de hilo (Figura N°5.1c) y se anuda (Figura N°5.1.d) para lograr aposición de las enterotomías evitando que el nudo ingrese a la pared del órgano. (Video N°5.1).

Figura N°5.1. Punto interrumpido simple no aplastante para realizar enteroanastomosis termino terminal a) puntada desde la superficie del intestino al lumen, b) el mismo procedimiento efectuado desde el lumen, c) el material de sutura pasado por las paredes del órgano, e) el nudo realizado sin aplastamiento.



Video N°5.1. Ejecución de puntos apositivos interrumpidos perforantes para realizar enteroanastomosis término-terminal.



<https://youtu.be/9jz9d85vxro>

5.4.1.1.2. Puntos interrumpidos perforantes simples o crushing

Luego de identificar los bordes mesentéricos y antimesentéricos la técnica inicia con suturas en el borde mesentérico y luego optativamente se procede de igual forma con el borde antimesentérico.

El punto perforante aplastante se aplica de forma similar al punto interrumpido simple. Se realiza una puntada simple que atraviesa a la pared del órgano a unos 2-5 mm del borde de la enterotomía, para emerger por la luz del órgano. Seguidamente, se pasa al lado opuesto y en el mismo plano se realiza una puntada desde la mucosa para emerger por capa serosa. Luego de que el hilo quedó emplazado en ambos extremos de la enterotomía se procede a anudar provocando que el la tensión seccione las capas serosa, muscular y mucosa (Figura N°5.2).

Figura N°5.2. Punto simple interrumpido apositivo. *a)* primer puntada en proximidad al borde la enterotomía, *b)* la puntada atraviesa el espesor del órgano, *c,d)* se inicia la puntada en el lado opuesto insertando la aguja desde la mucosa a la capa serosa, *e)* el material de sutura quedó emplazado en ambos lados de la enterotomía, *f)* anudamiento por aplastamiento o *crushing*.



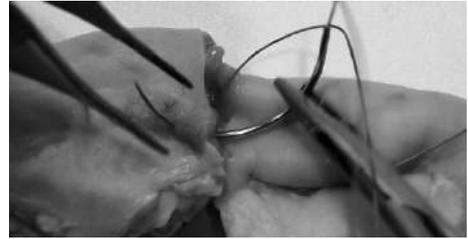
a)



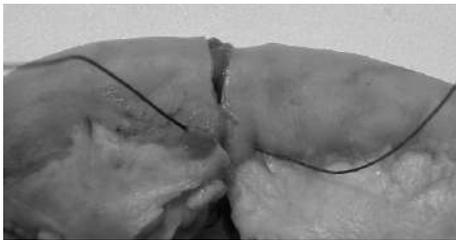
b)



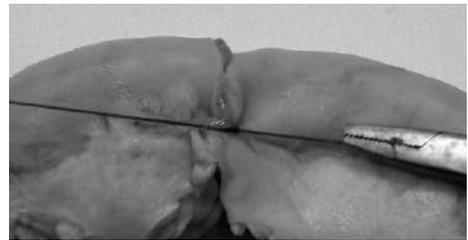
c)



d)



e)



f)

Video N°5.2. Ejecución de punto interrumpido simple perforante con nudo aplastante para enteroanastomosis termino-terminal.



https://www.youtube.com/watch?v=-r_4PQEhv9I&t=9s

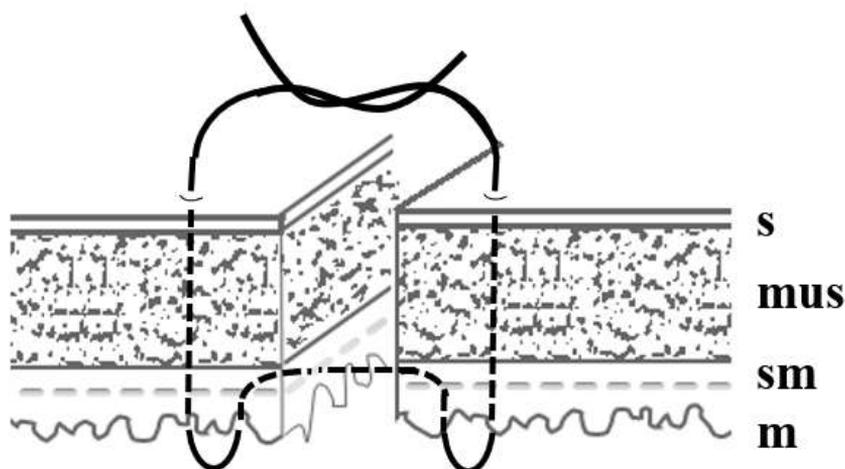
5.4.1.2. Sutura de Gambee

La sutura de Gambee es un método seguro y efectivo de anastomosis. Es un patrón discontinuo que invierte a la mucosa y genera aposición en las demás capas. Es superior a otras técnicas de sutura de una sola capa en las que la mucosa tiende a evertirse. Mantiene el lumen del órgano casi similar al anatómico (Dean y Robertson, 1985, Edwards, 1986).

La técnica de Gambee es una sumatoria de puntos perforantes. Los puntos de esta sutura se colocan en el plano vertical y comienza dándose una puntada perforante (desde la serosa a la mucosa) en la superficie de

la serosa a unos 4-5 mm del borde de la enterotomía. La aguja se retira hacia el lumen intestinal y vuelve a insertarse en la mucosa intestinal. A continuación, se pasa a la enterotomía opuesta haciendo introducir a la aguja en el espesor de la pared del órgano en la unión de submucosa y muscular extrayéndola por la mucosa, a unos 2 mm del borde de la incisión. En el mismo plano se hace una nueva puntada a unos 4-5 mm del borde de la enterotomía en dirección a la serosa y se procede a cerrar el punto con un nudo, que puede ser cirujano y 3-4 seminudos (Figura N°5.3). Los puntos subsiguientes se dan cada 3-4 mm entre ellos. El patrón de sutura de Gambee ayudará a afrontar a la submucosa mientras invierte la capa mucosa (Bennett y Zydeck, 1970; McPhail, 2013).

Figura N°5.3. Punto de sutura de Gambee. S: serosa, mus: muscular, sm: submucosa, m: mucosa.



5.5. Bibliografía

- Allen DA, Smeak DD, Schertel ER. 1992. Prevalence of small intestinal dehiscence and associated clinical factors: a retrospective study of 121 dogs. *Journal of American Animal Hospital Association*. 28:70-76.
- Astiz JM, Morbidelli PC, Demarco R, Deveaux G. 1986. Suturas y anastomosis digestivas monoplano mediante surjet con polipropileno. *Revista Argentina de Cirugía* 50: 258-265.
- Auletta L, Lamagna F, Uccello V, Lamagna B, Pasolini MP. 2011. In vitro comparison of three suture techniques for anastomosis of the equine small intestine. *Equine Veterinary Journal*. 43:46-50. DOI:10.1111/j.2042-3306.2011.00494.x

- Close K, Epstein KL, Sherlock CE. 2014. A Retrospective study comparing the outcome of horses undergoing small intestinal resection and anastomosis with a single layer (Lembert) or double layer (simple continuous and Cushing) Technique. *Veterinary Surgery*. 43(4):471-478. DOI:10.1111/j.1532-950x.2014.12143.x
- Coolman BR, Ehrhart N, Marretta SM. 2000. Use of skin staples for rapid closure of gastrointestinal incisions in the treatment of canine linear foreign bodies. *Journal of American Animal Hospital Association*. 36:542-547.
- Coolman BR, Ehrhart N, Pijanowski G, Ehrhart EJ, Coolman SL. 2000. Comparison of skin staples with sutures for anastomosis of the small intestine in dogs. *Veterinary Surgery*. 2000 29(4):293-302.
- Daye RM, Huber ML, Henderson RA. 1999. Interlocking box jejunostomy: a new technique for enteral feeding. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 35(2):129-134. DOI: 10.5326/15473317-35-2-129
- Dean PW, Robertson JT. 1985. Comparison of three suture techniques for anastomosis of the small intestine in the horse. *American Journal Veterinary Research*. 46:1282-1286.
- dos Santos CHM, dos Santos Filho KG, Cassino PC, Chiquetti CV, de Mello AP, Dourado DM. 2017. Differences between polydioxanone and poliglactin in intestinal anastomoses – a comparative study of intestinal anastomoses. *Journal of Coloproctology*, 37(4):263–267. DOI:10.1016/j.jcol.2017.05.004
- Edwards GB. 1986. Resection and anastomosis of small intestine: current methods applicable to the horse. *Equine Veterinary Surgery*. 18:322-330.
- Goldsmith HS, et al. 1967. Carotid artery protection via pedicled omental wrapping. *Annual Surgery*. 166:573.
- Dignass AU, Sturm A, Podolsky D. 1999. Epithelial injury and restitution. In: Domschke W, Stoll T, Brasitius TA, Kagnoff MF, eds *Intestinal Mucosa and its Diseases*. Kluwer Academic Publisher DordrechtBoston-London. UK, pp. 293-299.
- Ducharme NG. 2002. Enterotomy, resection, and anastomosis techniques. In: *Manual of Equine Gastroenterology*, Eds: Mair TS, Divers T, Ducharme NG., Saunders, Elsevier Limited, Philadelphia, USA, pp. 168-181.
- Ellison GW, Jokinen MP, Park RD. 1982 End-to-end approrimating intestinal anastomosis in the dog: a comparative fluorescein dye, angiographic and histopathologic evaluation. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 18:729-736.
- Feil W, Wenzl E, Vattay P, Starlinger M, Sogukoglu T, Schiessel R. 1987. Repair of rabbit duodenal mucosa after acid injury in vivo and in vitro. *Gastroenterology*. 92:1973-1986.
- Fiocchi C.1998. Inflammatory bowel disease: etiology and pathogenesis. *Gastroenterology*. 115(1):182-205. DOI: 10.1016/s0016-5085(98)70381-6
- Gandini M, Bertuglia A. 2006. In vitro evaluation of an inverted end-to-end equine jejunojejunal anastomosis using skin staples. *Veterinary Surgery*. 35: 678-682.
- Gandini M. Bertuglia A, Chiadò Cutin S. 2006. Description and in vitro evaluation of two new surgical techniques to perform small intestine end-to-end anastomosis in the horse. *Ippologia*. 17:5-9.
- Gomaa M, Kramer M, Samy MT, Ahmed Omar MS, Mekkawy NH. 2012. Ultrasonographic findings of most common surgical disorders of

- gastrointestinal tract in dogs and cats. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*. 7(1.2):23-36.
- Hernández C. 2010. Emergencias gastrointestinales en perros y gatos. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 5:69-85.
- Herrmann JB, Woodward SC, Pulaski EJ. 1964. Healing of colonic anastomoses in the rat. *Surgery Gynecology Obstetric*.119:269-75.
- Jansen, A, Becker, AE, Brummelkamp WH, Keeman JN, Klopper PJ. 1981. The importance of the apposition of the submucosal intestinal layers for primary wound healing of intestinal anastomosis. *Surgery, Gynecology, Obstetrics*. 152(1): 51-58.
- Jönsson K, Jiborn H, Zederfelt B. Breaking strength of intestinal anastomoses. *Am J Surg* 1983;145:800-803.
- Kilicoglu SS, Kilicoglu B, Erdemli E. 2008. Ultrastructural view of colon anastomosis under propolis effect by transmission electron microscopy. *World Journal Gastroenterology*.14(30):4763-4770. DOI: 10.3748/wjg.14.4763
- Kirk RW, Bistener SI. 1985. *Handbook of Veterinary Procedures and Emergency Treatment*, 2nd ed., Saunders, Philadelphia.
- Latson KM, Nieto JE, Beldomenico RM, et al. 2006. evaluation of peritoneal fluid lactate as a marker of intestinal ischaemia in equine colic. *Equine Veterinary Journal*. 37:342-346, 2005. DOI:10.1111/j.1532-950X.2006.00206.x
- Layton CE. 1991. Suture materials and techniques in intestinal surgery. *Veterinary Medicine*. 3:13-26.
- López JE, Guaimás Moya LE, Merlo WA, Rosciani AS, Baez, AD, Lockett MB. 2006. Comparación entre las técnicas de aproximación crushing y no-crushing para la sutura del intestino delgado del perro. *Revista Veterinaria*. 17(1):26-31.
- López J, Koscinczuk P, Guaimás L, Báez A, Merlo W, Rosciani A, Lockett M, Resoagli J, Ludueño S, Amarilla O Van Rey J, Schiavoni J, Colque S, Bataglia L, Moya S, Marrupe P. 2003. Suturas de aproximación Crushing vs no Crushing en intestino de caninos: informe final. In: *Sesión de Comunicaciones de Ciencia y Tecnología*. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. pp. 1-4.
- Månsson P, Zhang X, Jeppsson B, Thorlacius H. 2002. Anastomotic healing in the rat colon: comparison between a radiological method, breaking strength and bursting pressure. *International Journal of Colorectal Disease*. 17(6):420-425. DOI:10.1007/s00384-002-0392-9
- McCormack SA, Viar MJ, Johnson LR. 1992. Migration of IEC-6 cells: a model for mucosal healing. *American Journal Physiology*. 263:G426-G435. DOI: 10.1152/ajpgi.1992.263.3.G426
- Moreira Coutinho Azevedo JL, 2, Paulino da Silva CE, Cansação Azevedo O, de Jesus Simões M, Kobayashi LA, Kozonara M. 2004. Técnicas de sutura do tubo digestivo em plano único total, em jejuno de cães: pontos de Gambee com nós atados na serosa versus pontos totais atados no lume, sobre a mucosa. *Acta Cirúrgica Brasileira*. 19(2):103-109.
- Moore R, Carlson S, Madara JL. 1989. Rapid barrier restitution in an in vitro model of intestinal epithelial injury. *Laboratory Investigation*. 60(2):237-244.

- Murgia D. 2013. Surgery of the small intestine in dogs and cats. Part 1: surgical principles and surgical conditions. *Companion Animal*. 18:114-119.
- Nieto JE, Dechant JE, Snyder JR. 2006. Comparison of one-layer (continuous Lembert) versus two-layer (simple continuous/Cushing) hand-sewn end-to-end anastomosis in equine jejunum. *Veterinary Surgery*. 35:669–673. DOI: 10.1111/j.1532950X.2006.00206.x
- Nusrat A, Delp C, Madara JL. 1992. Intestinal epithelial restitution. Characterization of a cell culture model and mapping of cytoskeletal elements in migrating cells. *Journal of Clinical Investigation*. 89(5):1501-1511. DOI: <https://doi.org/10.1172/JCI115741>
- Okamoto R, Watanabe M. 2004. Molecular and clinical basis for the regeneration of human gastrointestinal epithelia. *Journal Gastroenterology*. 39(1):1-6. DOI: 10.1007/s00535-003-1259-8
- Orsher RJ, Rosin E. 1993. Small Intestine. In: Slatter DH, ed. Textbook of small animal surgery 2nd ed. Saunders, Philadelphia, USA, pp. 593-612.
- Polglase AL, Hughes ES, McDermott FT, Pihl E, Burke FR. 1981. A comparison of end-to-end staple and suture colorectal anastomosis in the dog. *Surgery Gynecology Obstetric*. 152(6):792-796.
- Ralphs SC, Jessen CR, Lipowitz AJ. 2003. Risk factors for leakage following intestinal anastomosis in dogs and cats: 115 cases (1991–2000). *Journal of American Veterinary Medicine Association*. 223:73–77.
- Reinertson EL. 1976. Comparison of three techniques for intestinal anastomosis in Equidae. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 169:208-212.
- Robertson JT. 1990. Intestinal enterotomy, resection and anastomosis. In: White NA, ed. The equine acute abdomen. Lea and Febiger, Philadelphia, USA. 251-276
- Sánchez I, Basilio A, Escobedo J, Cedillo O, Rivera J, Campos R, González J, Vásquez C. 2008. Anastomosis intestinal con técnica de la SSDF para el manejo de las lesiones traumáticas de intestino delgado. *Trauma*. 11:33-37.
- Stoloff D, Snider TG, Crawford MP, Taylor HW, Utah H. 1984. A comparison of techniques in normal dogs end-to-end colonic anastomosis. *Veterinary Surgery*. 13(2):76-82.
- Taupin D, Podolsky DK. 2003. Trefoil factors: initiators of mucosal healing. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 4(9):721-732. DOI:10.1038/nrm1203
- Thompson SK, Chang EY, Jobe BA. 2006. Clinical review: Healing in gastrointestinal anastomoses, part I. *Microsurgery*. 26(3):131-136. DOI: 10.1002/micr.20197
- van den Boom R, van der Velden MA. 2001. Surgery: Short- and long-term evaluation of surgical treatment of strangulating obstructions of the small intestine in horses: A review of 224 cases. *Veterinary Quarterly*. 23(3):109-115 DOI:10.1080/01652176.2001.9695095
- Ullman SL, Pavletic MM, Clark GN. Open intestinal anastomosis with surgical stapling equipment in 24 dogs and cats. *Veterinary Surgery*. 20:385-391.
- Weisman DL, Smeak DD, Birchard SJ, Zweigart SL. 1999. Comparison of a continuous suture pattern with a simple interrupted pattern for enteric closure in dogs and cats: 83 cases (1991–1997). *Journal American Veterinary Medicine Association*. 214(10):1507-1510.

- White RN. Modified functional end-to-end stapled intestinal anastomosis: technique and clinical results in 15 dogs. *J Small Anim Pract* 2008;49:274-281.
- Witte MB, Barbul A. 2003. Repair of full-thickness bowel injury. *Critical Care Medicine*. 31(8 Suppl):S538-46. DOI: 10.1097/01.CCM.0000081436.09826.A4

CAPÍTULO **6**

Tenorrafia

6.1. Introducción

El objetivo de la reparación quirúrgica de la lesión tendinosa en pequeños animales consiste en restaurar la resistencia a la tracción para soportar la carga de peso, mientras que la función de deslizamiento es un objetivo secundario pues los animales carecen de destreza digital.

Debido al suministro vascular relativamente escaso en los tendones, se indican precauciones para reducir el traumatismo tisular durante la cirugía y para evitar el sobrepeso post-operatorio. Los mecanismos de restauración de la resistencia del tendón no se encuentran esclarecidos completamente y son probablemente procesos multifactoriales complejos.

6.2. Características de los tendones

Los tendones están compuestos de tenocitos, que producen la matriz extracelular consistente en elastina, proteoglicanos, glucoproteínas y colágeno Tipo I, que generalmente se extienden paralelas al eje largo del tendón. La resistencia a la tracción del tendón es similar a la del hueso y generalmente es mayor que las demandas normales de actividad. La función de deslizamiento está facilitada por su disposición continua del epitendón, paratendón y endotendón. El epitendón es la vaina superficial de tejido conectivo, el paratendón es tejido areolar suelto dentro de la sustancia del tendón, y, el endotendón está compuesto de fibras de colágeno Tipo III que facilitan la inervación y el suministro vascular porque forman fascículos tendinosos separados más pequeños. Las vainas actúan reduciendo la fricción en sitios en los que hay un marcado cambio en la dirección del tendón. Tienen una capa visceral interna que está estrechamente unida al tendón por el tejido areolar y una capa parietal externa que está unida al tejido conectivo adyacente o al peritendón. Las dos capas están conectadas por el mesotendón, que también es

importante para la inervación y el suministro vascular de los tendones envainados (Harari, 1993).

6.2.1. Irrigación sanguínea de los tendones

El suministro vascular del tendón surge de tres áreas distintas: la unión musculotendinosa, la unión osoteotendinosa; y vasos de diversos tejidos conectivos circundantes, como el paratendón, el mesotendón y el vínculo (Chansky y Iannotti, 1991, Ahmed *et al.*, 1998). Los vasos están generalmente dispuestos longitudinalmente dentro del tendón, pasando alrededor de los haces de fibras de colágeno en el endotendón, una lámina de tejido conectivo laxo contiguo a la capa externa o epitendón (Schatzker y Brånemark, 1969).

6.2.2. Cicatrización del tendón

La cicatrización se realiza por vía intrínseca y extrínseca. La vía intrínseca se sustenta en la proliferación celular del epitendón y endotendón con suministro vascular intratendinoso sin formación de adherencias. La extrínseca se realiza por infiltración de células inflamatorias y fibroblastos con suministro vascular extratendinoso y formación de adherencias.

La cicatrización de la herida tendinosa ocurre en tres etapas que se superponen entre ellas (Butler *et al.*, 2004; Hope y Saxby, 2007; Voleti *et al.*, 2012). Para que la reparación se realice exitosamente es central minimizar los espacios entre los extremos tendinosos seccionados (Butler *et al.*, 2004). Un espacio grande produce incremento del tejido cicatrizal con preponderancia de colágeno tipo III, que es más elástico que el colágeno tipo I (Montgomery, 1989).

La primera etapa inflamatoria dura aproximadamente siete días. La herida se infiltra con glóbulos rojos, macrófagos y plaquetas que liberan factores de crecimiento y endoteliales. Mientras que se forma un coágulo de fibrina para proporcionar rigidez temporal, los macrófagos digieren los desechos necróticos, y los tenocitos se reclutan en el área herida y se estimula su proliferación, particularmente en el epitendón (Gelberman *et al.*, 1991). La segunda etapa es proliferativa o de reparación. Comienza dos días post lesión. Esta fase se caracteriza por una actividad de síntesis profusa dirigida por macrófagos y tenocitos. Los macrófagos, cuyo papel cambia su rol fagocitario por reparador unos días después de la lesión, liberan factores de crecimiento para el reclutamiento celular (Leadbetter,

1992; Massimino *et al.*, 1997). Simultáneamente, los tenocitos depositan una matriz temporal, mecánicamente inferior, compuesta principalmente de colágeno III. En la tercera y última etapa, conocida como fase de remodelación, la síntesis de colágeno I comienza a dominar y la matriz extracelular (MEC) se alinea. Además, la densidad celular y la actividad sintética general disminuyen gradualmente. Esta fase comienza de 1 a 2 meses después de la lesión y puede durar más de un año. El tejido reparado parece una cicatriz y nunca recupera por completo las propiedades biomecánicas que tenía antes de la lesión (Leadbetter, 1992).

La producción de colágeno en el interior de un tendón dañado alcanza su punto máximo entre 5 y 12 días post-lesión, disminuye de 12 a 21 días, y a los 60 días es notablemente más baja. En tanto la resistencia a la tracción aumenta 16 días después de la tenorrafia por maduración adaptativa de las fibras de colágeno (Harkness 1968).

La inmovilización postoperatoria transarticular durante más de 21 días reduce significativamente la vascularización en el sitio de la herida (Gelberman *et al.*, 1980). La movilización inmediata limitada en el postoperatorio resulta en una reparación más fuerte e histológicamente similar al tendón inmovilizado (Gelberman *et al.*, 1983).

6.3. Tenorrafia

La tenorrafia tiene como objetivo proporcionar una reparación que evite la formación de espacios en el sitio de anastomosis tendinosa y a la vez brinde resistencia al tendón durante la curación. Para ello, el patrón de sutura utilizado no debe interferir la irrigación sanguínea. Cuando la función de deslizamiento del tendón es importante, un objetivo adicional es evitar la formación de adherencias, aunque ésta no es una condición de peso en el perro (Berg y Egger, 1983; Bloomberg, 1993).

A pesar de la existencia de múltiples técnicas quirúrgicas para la reparación de tendones, no hay acuerdo general sobre cuál es la mejor (Chauhan *et al.*, 2014). En tanto hay acuerdo sobre las características ideales que debe tener cualquier sutura y que el mejor resultado requiere un tratamiento de movilización postquirúrgico precoz (Braga-Silva y Kuyven, 2005).

6.3.1. Materiales de sutura para tenorrafias

En los pequeños animales en tendones de pequeño calibre ha sido sugerido el uso de materiales absorbibles que brinden estabilidad

aproximadamente 4 semanas La polidioxanona sería el material de elección por ser el material absorbible que se absorbe de forma más lenta.

Para tenorrafias de tendones mayores se emplea material no absorbible como polipropileno, nylon, etc. Siempre aplicado de manera atraumática, utilizando agujas atraumáticas estampadas con material monofilamento.

6.3.2. Patrones de sutura

Las características comunes de las tenorrafias recaen en las características de las puntadas que se realizan. Las se colocan en planos ligeramente diferentes y transversales al eje de los tendones, el motivo responde a que las fibras de colágeno están orientadas en sentido longitudinal. De no considerarse este aspecto, las tracciones de la sutura provocan el deslizamiento del hilo provocando dehiscencia. Las puntadas transversales comprimen a las fibras longitudinales cuando la sutura se ajusta y previene el desgarro.

Antes de proceder a la tenorrafia se debe acondicionar al tendón eliminando las porciones deshilachadas y necróticas de los extremos seccionados del tendón.

Los patrones para tenorrafia que suelen emplearse con mayor frecuencia para la reparación de tendones caninos redondos o semicirculares, incluyen el patrón de sutura entrelazada o de asa bloqueada y la técnica de la triple polea o sutura de polea de 3 lazos (Berg y Egger, 1983; Bloomberg M. 1993). La sutura de triple polea demostró ser biomecánicamente superior cuando se lo comparó *in vitro* con el patrón de asa bloqueada.

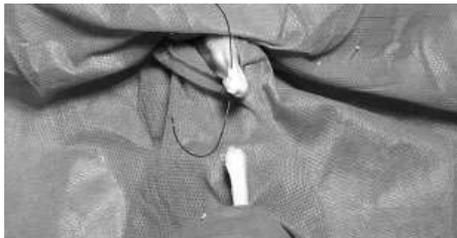
6.3.2.1. Técnica entrelazada o sutura de asa bloqueada

Las personas que realizan la cirugía suelen colocar más de una sutura de asa de bloqueo en un tendón para aumentar la fuerza de la sutura. De hecho, se ha sugerido que el uso de múltiples suturas sería más apropiado que una sola sutura. El uso de **múltiples** suturas de asas bloqueadas puede ser biomecánicamente superior que una sola sutura de polea de 3 lazos o triple polea (Roe, 2001; Moores *et al.*, 2004).

A continuación, se describe la ejecución del patrón, que como se mencionara, es conveniente complementarla con más patrones de esta naturaleza. La técnica comienza en la porción proximal insertando la aguja

desde la tenotomía haciendo pasar al hilo por el centro del tendón (Figura N°6.1*a*). Luego de hacer asomar a la aguja se realiza una puntada transversal de manera que se genera un asa transversal en contacto con la superficie tendinosa (Figura N°6.1*b*). Nuevamente redirecciona la aguja hacia la superficie de la tenotomía por espesor del tendón. El cambio de dirección genera un nueva asa que contribuye a trabar a la sutura (Figura N°6.1*c*). En el extremo opuesto se procede de forma similar (Figura N°6.1*d,e*) y se procede a cerrar y anudar el patrón de sutura (Figura N°6.1*f*).

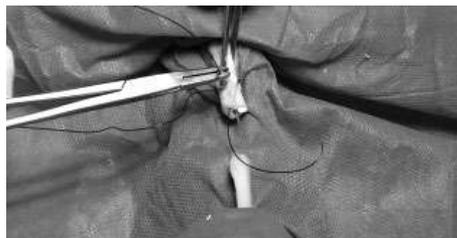
Figura N°6.1. Ejecución de la técnica de tenorrafia entrelazada, a) puntada que recorre el espesor del tendón en su eje axial, b) puntada transversal para conformar lazada de traba; c) confección de la segunda lazada dirigiendo la nueva puntada por el centro de tendón en dirección a la tenotomía, d) puntada de paso de hilo a través del segmento distal, e) confección de las lazadas transversales como en el segmento proximal, e) cierre por anudamiento.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Video N°6.1. Técnica de la tenorrafia según técnica entrelazada.

<https://www.youtube.com/watch?v=5pnAC2KUIDE>



6.3.2.2. Técnica de la triple polea o sutura de polea de 3 lazos

Una sutura de polea de 3 lazos intercala puntadas entre los extremos del tendón seccionado. Cuando la sutura queda concluida quedan 6 hebras dispuestas a lo largo de la tenorrafia. Esta técnica está indicada para la tenorrafia de tendones de sección redonda y grandes como el tendón de Aquiles. Posee mayor fuerza de tensión que la técnica entrelazada. Se realiza con tres lazadas orientadas aproximadamente a 120° entre sí. La primera lazada se coloca perpendicular al eje longitudinal tendinoso en forma cerca-lejos. La segunda lazada se coloca en un plano de 120° de la primera en un punto a mitad de camino entre las posiciones cerca-lejos. La lazada final se coloca en un patrón lejos cerca, a 120° de las dos primeras suturas.

Las puntadas se realizan atravesando al tendón en tres direcciones distintas (Figura N°6.2). El patrón de sutura genera 6 hebras del material de sutura que cruzan el sitio de anastomosis tendinosa que brindan resistencia a la tracción (Figura N°6.2) (Hatanaka y Manske, 2000).

La primer puntada comenzó por el la porción proximal del tendón con dirección desde las 2 a las 7, si se compara la sección del tendón con el cuadrante de un reloj (Figura N°6.3a). Esta es la puntada más cercana a la tenotomía proximal. De allí se pasa a la porción distal donde se hace ingresar a la aguja desde la cara ventrolateral del mismo lado de donde proviene el hilo desde el segmento proximal. El tendón es atravesado en sentido de las 7 a las 2 (Figura N°6.3b). La siguiente puntada se efectúa

por encima de la primer puntada desde la cara dorsal desde el segmento dorsal con orientación perpendicular para hacerla salir por la cara ventral (Figuras N°6.3*c,d*). De allí se retorna al fragmento distal donde se realiza la próxima puntada desde la cara ventral y por debajo de la puntada previamente dada (Figuras N°6.3*e, f*). Seguidamente, se vuelve a la porción superior, por encima de la última puntada, que se realiza del mismo lado por donde emergió en el extremo distal, con dirección de las 10 a las 5 (Figura N°6.3*g,h*). Para concluir el patrón, la/el cirujana/o retorna al fragmento inferior y realiza la puntada desde la cara ventral por encima de la última puntada y en proximidad a la tenotomía imprimiendo una dirección de las 5 a las 10 (Figura N°6.3*i,j*). El patrón concluye cerrando el patrón de sutura para reunir los extremos del tendón y proceder a anudar (Figura N°6.3*k,l*).

Figura N°6.2. a) Patrón de sutura de la triple polea, b) representación gráfica de la sección del tendón mostrando la dirección de del pasaje del hilo por el espesor.

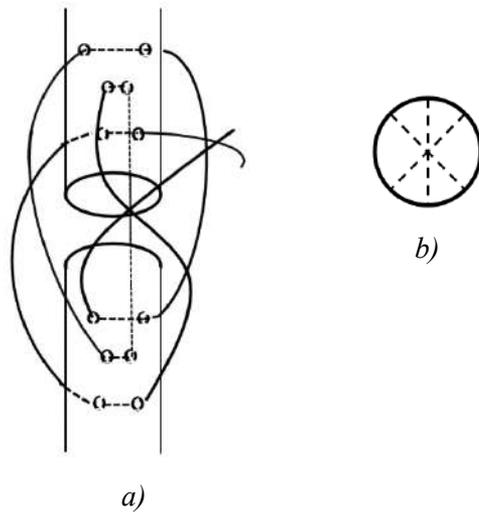
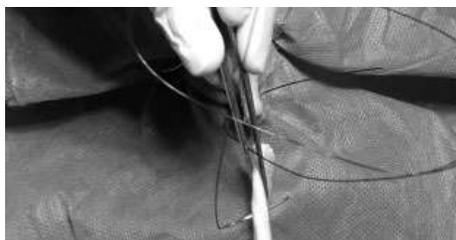


Figura N°6.3. Técnica de tenorrafia de las tres poleas. *a)* primer puntada en el extremo proximal, *b)* puntada en el extremo inferior, es la puntada más alejada a la tenotomía, *c,d)* puntada en el extremo proximal por encima de la primera puntada, *e,f)* puntada en el segmento inferior por debajo de la primer puntada de este segmento, *g,h)* intercalamiento de puntada en la porción superior del tendón, *i,j)* Conclusión del patrón de sutura haciendo pasar el hilo en sitio cercano a la tenotomía inferior, *k,l)* cierre del patrón y anudamiento.



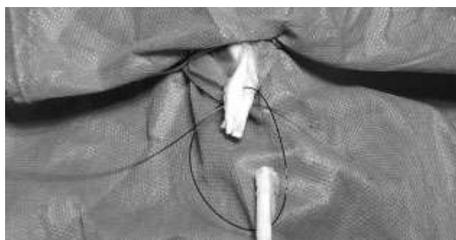
a)



b)



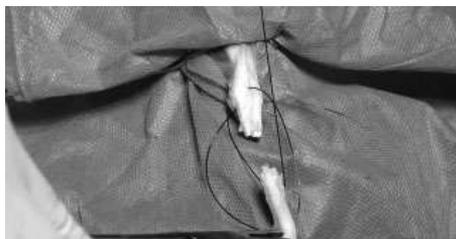
c)



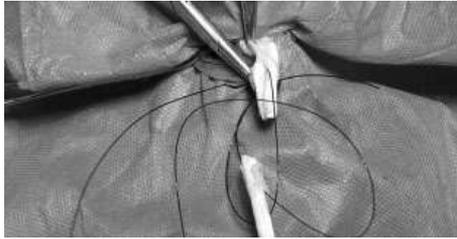
d)



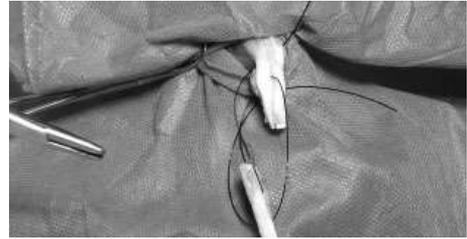
e)



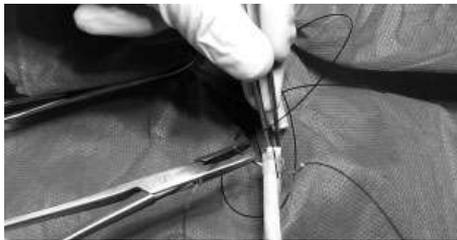
f)



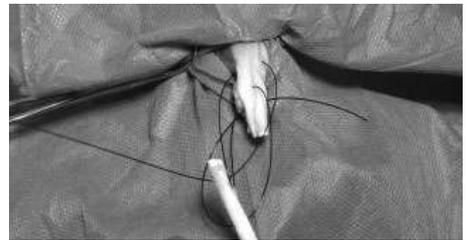
g)



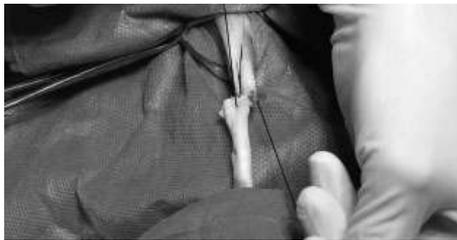
h)



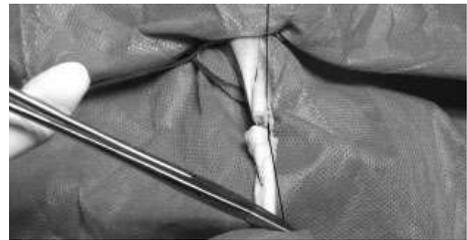
i)



j)



k)



l)

Video N°6.2. Técnica de tenorrafia de la triple polea o de tres lazos.



<https://www.youtube.com/watch?v=cV63BcmX0gM&t=16s>

Las técnicas de sutura expuestas en ocasiones requieren la aplicación de más de un patrón para garantizar la resistencia. Para contribuir con la cicatrización, todas las técnicas requieren la sutura del epitendón que contribuye a la vascularización de la cicatrización (Fahie, 2005).

6.4. Bibliografía

- Ahmed IM, Lagopoulos M, McConnell P, Soames RW, Sefton GK. 1998. Blood supply of the Achilles tendon *Journal Orthopaedic Research*. 16(5):591-596. DOI: 10.1002/jor.1100160511
- Berg RJ, Egger EL. 1983. In vitro comparison of the three loop pulley and locking loop suture patterns for repair of canine weight-bearing tendons and collateral ligaments. *Veterinary Surgery*. 15:107-110.
- Bloomberg M. 1993. Muscles and tendons. In: Slatter D (ed): *Textbook of small animal surgery*. WB Saunders, Philadelphia, PA, USA. pp 1996-2020.
- Braga-Silva J, Kuyven CRM. 2005. Early active mobilization after flexor tendon repairs in zone two. *Chirurgie de la Main*. 24(3-4):165-168.
- Chansky HA, Iannotti JP. 1991. The vascularity of the rotator cuff. *Clinics Sports Medicine*. 10(4):807-822.
- Chauhan A, Palmer BA, Merrell GA. 2014. Flexor tendon repairs: Techniques, eponyms, and evidence. *Journal of Hand Surgery*. 39(9):1846-1853. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.06.025.
- Fahie MA. 2005. Healing, diagnosis, repair, and rehabilitation of tendon conditions. *Veterinary Clinics Small Animal*. 5:1195-1211. DOI:10.1016/j.cvsm.2005.05.008
- Gelberman RH, Menon J, Gonsalves M, Akeson WH. 1980. The effects of mobilization on the vascularization of healing flexor tendons in dogs. *Clinics Orthopaedic Related Research*. 153:283-289.
- Gelberman RH, Vande Berg JS, Lundborg GN, Akeson WH. 1983. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. An ultrastructural study in dogs *Journal Bone Joint Surgery*. 65(1):70-80.
- Gelberman RH, Steinberg D, Amiel D, Akeson W. 1991. Fibroblast chemotaxis after tendon repair. *Journal Hand Surgery*. 16(4):686-693. DOI: 10.1016/0363-5023(91)90195-h
- Hatanaka H, Manske PR. 2000. Effect of suture size on locking and grasping flexor tendon repair techniques. *Clinical Orthopaedic*. 375:267-274. Doi: 10.1097/00003086-200006000-00032
- Harari J. 1993. Tendon injuries. In: *Surgical complications and wound healing in small animal practice*. WB Saunders, Philadelphia, USA. p. 186-195.
- Hope M, Saxby TS. 2007. Tendon healing. *Foot Ankle Clinic*. 12:553-567.
- Leadbetter WB. 1992. Cell-matrix response in tendon injury. *Clinics Sports Medicine*. 11:533-578.
- Massimino ML, Rapizzi E, Cantini M, Libera LD, Mazzoleni F, Arslan P, Carraro U. 1997. ED2+ macrophages increase selectively myoblast proliferation

- in muscle cultures. *Biochemical Biophysical Research. Communication.* 235(3):754–759. DOI: 10.1006/bbrc.1997.6823
- Montgomery RD. 1989. Healing of muscle, ligaments, and tendons. *Seminars in Veterinary Medicine Surgery.* 4(4):304-311.
- Moore AP, Comerford EJ, Tarlton JF, Owen MR. 2004. Biomechanical and clinical evaluation of a modified 3-loop pulley suture pattern for reattachment of canine tendons to bone. *Veterinary Surgery.* 33(4):391–397. DOI:10.1111/j.1532-950x.2004.04057.x
- Roe SC. 2001. Letter to the editor. *Veterinary Compendium Orthopaedic Traumatology.* 14:VI.
- Schatzker J, Brånemark PI 1969. Intravital observations on the microvascular anatomy and microcirculation of the tendon. *Acta Orthopadica Scandinavica.* Suppl. 126:1-23.
- Voleti PB, Buckley MR, Soslowsky LJ. 2012. Tendon healing: repair and regeneration. *Annual Review Biomedical Engineering.* 14:47-71. DOI: 10.1146/annurev-bioeng-071811-150122.



UNLPam
Universidad Nacional de La Pampa

Imprimen 1000 ejemplares en la Imprenta de la Universidad Nacional de La Pampa, dependiente de la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria:
Danilo Hernandez y Diego Mospruker.

Santa Rosa, La Pampa, marzo de 2021

