

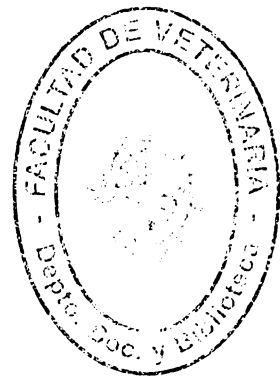
**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**AMPUTACIÓN DE UN DÍGITO EN UN EQUINO Y REALIZACIÓN DE UNA  
PRÓTESIS**

“por”

**Cecilia HERNÁNDEZ PONTE  
Melanie WIJMA CABRERA**



TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Estudio de caso.

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2009**

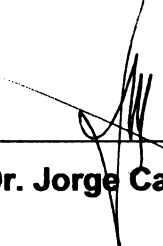
TG 160  
Amputación



FV/28453

**TESIS DE GRADO aprobada por**

**Primer miembro (presidente):** \_\_\_\_\_

  
**Dr. Jorge Carluccio**

**Segundo miembro (tutor):** \_\_\_\_\_

  
**Dr. Gabriel Semiglia**

**Tercer miembro:** \_\_\_\_\_

  
**Dra. Adriana Medero**


**Fecha:**

**30 de noviembre de 2009**

**Autores:**

  
\_\_\_\_\_  
**Cecilia Hernández Ponte.**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

Aprobado con 10 (diez) 

  
\_\_\_\_\_  
**Melanie Wijma Cabrera**

## **AGRADECIMENTOS**

Especialmente al Dr. José Verocay por ser nuestro tutor de la profesión, por sus enseñanzas y su apoyo incondicional.

A Guillermo Perfecto por haber trabajado junto con nosotras en este caso.

Al señor José Mariño, técnico en la realización de prótesis y ortésis del Instituto de Traumatología del MSP, sin él esto no hubiese sido posible.

Al Dr. Gabriel Semiglia por aceptar ser nuestro tutor.

Al Dr. Andrés Hernández por su ayuda en el armado del trabajo escrito.

A nuestra familia y amigos de esta casa de estudios por apoyarnos, acompañarnos siempre y confiar en nosotras.

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro I:</b> Antibióticos indicados como primera línea de defensa en equinos.	Pág. 18
<b>Cuadro II:</b> Complicaciones asociadas a las amputaciones distales en equinos.	Pág. 20
<b>Cuadro III:</b> Resultado del hemograma.	Pág. 36
<b>Cuadro IV:</b> Hemograma de control.	Pág. 37
<b>Cuadro V:</b> Nuevo hemograma de control.	Pág. 38
<b>Cuadro VI:</b> Resultado del hemograma.	Pág. 39
<b>Cuadro VII:</b> Resultado del cultivo y antibiograma.	Pág. 40
<b>Fig. 1:</b> Prótesis realizada a una hembra por una fractura de Mtt-III (Koger, 1963).	Pág. 3
<b>Fig. 2:</b> Evolución de los primeros dispositivo protésicos (Koger, 1970).	Pág. 3
<b>Fig. 3:</b> R. Redden en el Equine Podiatric Center mostrando uno de sus diseños más simples (Redden, 2004).	Pág. 3
<b>Fig. 4:</b> Niveles de amputación en miembros anteriores.	Pág. 9
<b>Fig. 5:</b> Niveles de amputación en miembros posteriores.	Pág. 9
<b>Fig. 6:</b> Colocación de clavos con rosca central en Mtt-III para realizar un yeso de transfijión. (Kenneth, 2002).	Pág. 13
<b>Fig. 7:</b> Amputación en bovino a nivel de la articulación radio-carpiana usando un gran colgajo craneal y uno pequeño caudal (Orsini, 1985).	Pág. 14
<b>Fig. 8:</b> Técnica del gran colgajo caudal usado en medicina humana en una amputación distal a la rodilla (Shea, 1972).	Pág. 14
<b>Fig. 9:</b> Técnica de colgajo dorso palmar-plantar usada en equinos.	Pág. 14
<b>Fig. 10:</b> extracción del injerto de ranilla previo a la amputación del miembro (Kenneth, 2002).	Pág. 16
<b>Fig. 11:</b> Incorporación de almohadilla digital y corion a la sutura (Vlahos y Redden, 2005).	Pág. 16
<b>Fig. 12:</b> Injerto de ranilla luego de varios meses (Vlahos y Redden 2005).	Pág. 16
<b>Fig. 13 y 14:</b> Colocación de un yeso de transficción y una prótesis provisoria en el post operatorio inmediato (Vlahos y Redden, 2005).	Pág. 16
<b>Fig. 15:</b> Equino en el postoperatorio de una cirugía de amputación. Es mantenido por una cincha y el muñón esta protegido por un yeso de fibra (Kelmer y col, 2004)	Pág. 20
<b>Fig. 16:</b> La cincha juega un rol crítico, proporcionado soporte en el postoperatorio inmediato (Kelmer y col, 2004).	Pág. 20
<b>Fig. 17:</b> Equino en el postoperatorio mostrando su adaptación a la prótesis transitoria, permaneciendo en decúbito (Kelmer y col, 2004).	Pág. 21



<b>Fig. 18, 19 y 20:</b> Prótesis para equinos realizadas con un diseño exoesquelético. Obsérvese la sencillez y rusticidad que caracteriza los mismos (Redden, 2004).	Pág. 29
<b>Fig. 21, 22 y 23:</b> Prótesis con diseño endoesquelético. Todos poseen un pilar de acero unido al encastre y un pie reforzado en goma. ( <a href="http://www.WillametteValleyEquine.com">www.WillametteValleyEquine.com</a> , <a href="http://www.theHorse.com">www.theHorse.com</a> ).	Pág. 29
<b>Fig. 24, 25 y 26:</b> Aspecto del miembro cuando llegó a la consulta, presentando una amputación traumática de parte del dígito con necrosis distal y gran contaminación.	Pág. 32
<b>Fig. 27:</b> Colgajo plantar formado por los tendones flexores junto con fascia superficial y colgajo dorsal formado por la capsula articular y los tendones extensores.	Pág. 34
<b>Fig. 28:</b> Indicación del lugar de ingreso a la vaina digital para realizar el lavado con suero y el depósito de antibiótico en la misma.	Pág. 34
<b>Fig. 29:</b> Aspecto del muñón suturado luego de finalizada la cirugía.	Pág. 35
<b>Fig. 30:</b> Vendaje de muñón realizado con gasa, venda de algodón y venda elástica autoadherente.	Pág. 35
<b>Fig. 31 y 32</b> Curaciones diarias con agua oxigenada y yodóforo diluido. Nótese el desarrollo de tejido de granulación en la herida la cual sufrió dehiscencia.	Pág. 35
<b>Fig. 33 y 34</b> Curaciones diarias con agua oxigenada y yodóforo diluido. Nótese el desarrollo de tejido de granulación en la herida la cual sufrió dehiscencia.	Pág. 36
<b>Fig. 35</b> Desarrollo de tejido de granulación, disminución de la inflamación y el exudado.	Pág. 36
<b>Fig. 36:</b> Punción del absceso.	Pág. 37
<b>Fig. 37:</b> Aspecto del miembro residual a los 60 días de la cirugía.	Pág. 38
<b>Fig. 38:</b> Paciente realizando sus paseos diarios sin dificultad.	Pág. 38
<b>Fig. 39:</b> Reducción del tejido de granulación hasta el nivel de la piel.	Pág. 38
<b>Fig. 40, 41 y 42:</b> Apariencia del miembro residual luego de colocado el vendaje acolchado, la prótesis de PVC y el vendaje externo protector. Nótese el correcto alineamiento del miembro amputado.	Pág. 39
<b>Fig. 43 y 44:</b> Vista dorsal y medial del miembro amputado. Obsérvese la deformación pantaromedial.	Pág. 40
<b>Fig. 45:</b> Realización del yeso como negativo del miembro.	Pág. 41
<b>Fig. 46:</b> Molde positivo del miembro, pronto para comenzar a realizar la prótesis sobre él.	Pág. 41
<b>Fig. 47:</b> Interfase realizada en goma EVA y polyfom.	Pág. 42
<b>Fig. 48:</b> Encastre realizado con mallas y fibra de vidrio.	Pág. 42
<b>Fig. 49 y 50:</b> encastre y dispositivo distal terminado.	Pág. 42
<b>Fig. 51:</b> Vista medial de la prótesis. Se observa el interior de la misma.	Pág. 42
<b>Fig. 52:</b> Nótese el normal desplazamiento del animal con la misma.	Pág. 42
<b>Fig. 53:</b> Vista posterior del dispositivo.	Pág. 42
<b>Fig. 54:</b> Trotando libremente en la pastura. Obsérvese la simetría del paso.	Pág. 43

## TABLA DE CONTENIDO

Página

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>AGRADEIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE CUADROS Y FIGURAS</b>	<b>IV</b>
<b>1. <u>RESUMEN</u></b>	<b>1</b>
<b>2. <u>SUMMARY</u></b>	<b>1</b>
<b>3. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>2</b>
<b>4. <u>OBJETIVO</u></b>	<b>4</b>
<b>5. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u></b>	<b>5</b>
<b>5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PACIENTE</b>	<b>6</b>
<b>5.2 CIRUGÍA DE AMPUTACION</b>	<b>8</b>
<b>5.2.1 <u>Estabilización prequirúrgica</u></b>	<b>10</b>
<b>5.2.2 <u>Técnica quirúrgica</u></b>	<b>12</b>
<b>5.2.3 <u>Cuidados postquirúrgicos</u></b>	<b>17</b>
<b>5.3 COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS</b>	<b>19</b>
<b>5.4 DISEÑO DE DISPOSITIVOS PROSTESICOS</b>	<b>25</b>
<b>5.4.1 <u>Diseño</u></b>	<b>28</b>
<b>5.4.2 <u>Complicaciones postprostéticas</u></b>	<b>30</b>
<b>6. <u>DESARROLLO, MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>32</b>
<b>6.1 PRESENTACIÓN DEL CASO</b>	<b>32</b>
<b>6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CASO</b>	<b>33</b>
<b>6.3 PRE-QUIRÚRGICO</b>	<b>33</b>
<b>6.4 PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO</b>	<b>34</b>
<b>6.5 TRATAMIENTO POST-QUIRURGICO Y DISEÑO DE LA PRÓTESIS</b>	<b>35</b>
<b>7. <u>RESULTADOS</u></b>	<b>43</b>
<b>8. <u>DISCUSIÓN</u></b>	<b>43</b>
<b>9. <u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>44</b>
<b>10. <u>BIBLIOGRAFIA</u></b>	<b>45</b>



## 1. RESUMEN

Determinadas lesiones en los equinos superan las capacidades técnicas de reconstrucción anatómica. La amputación de las porciones distales es un recurso posible. El objetivo es presentar el tratamiento quirúrgico y la evolución postoperatoria de un caso de amputación de un dígito. Un equino de 2 años se presentó en el hospital de la Facultad de Veterinaria con amputación traumática del miembro posterior derecho, con una evolución de 24 horas, durante los cuales no hubo ningún tratamiento. Se decidió la amputación a nivel de la articulación metatarso-falangiana (A.Mtt-F). Se realizaron colgajos cutáneos dorsal y plantar, ligadura de vasos digitales y disección de tejidos blandos. Posteriormente se desarticuló la A.Mtt-F. Se lavó la vaina digital con suero fisiológico y gentamicina, se suturaron tendones extensores y flexores sobre el extremo del tercer metatarsiano y el muñón por planos. Finalizada la cirugía se realizó un vendaje acolchado, recuperándose de la anestesia sin complicaciones. El postoperatorio consistió en antibioticoterapia parenteral: Gentamicina, Penicilina-estreptomina, Enrofloxacin; analgesia parenteral y oral: Fenilbutazona y Vedaprofeno (según las diferentes etapas de evolución). El vendaje se mantuvo 60 días con curaciones diarias, posteriormente se diseñó una prótesis transitoria de tubo PVC, hasta que se diseñó una prótesis definitiva de fibra de vidrio a los 120 días de la cirugía. La yegua se desplaza con normalidad, trota e incluso realiza cortos tramos de galope. Las amputaciones pueden ser exitosas con una correcta elección del caso, personal con compromiso y dedicación, así como también el apoyo financiero de los propietarios. Es una técnica viable en lesiones graves como laminitis, necrosis avascular, fracturas o artritis sépticas.

## 1. SUMMARY

Some injuries in horses exceed the technical capacities for an anatomic reconstruction. The amputation of the distal portions is a resource. The objective is to present the surgical treatment and the post-operative evolution of a clinical case of an amputation of a digit. A two year old mare attends the hospital at the Facultad de Veterinaria with a traumatic amputation of her right hind limb, with a 24 hour evolution, in which there was no treatment at all. The decision was to amputate at the level of the metatarso-phalangean joint (Mtt-PJ). Skin flaps were performed, dorsal and plantar, the digital vessels were sutured and soft tissues were dissected. Afterwards the Mtt-PJ was disarticulated. The digital sheath was washed with saline solution and gentamicine, the extensor and flexor tendons were sutured on the distal portion of the third metatarsian bone, and the stump was sutured by layers. At the end of the surgery a cushioned bandage was made, and the recovery from anaesthesia has no complications. The post operative treatment consists in parenteral antibiotic therapy: Gentamicin, Penicillin-Estreptomycin, Enrofloxacin; parenteral and oral analgesia: Phenylbutazone and Vedaprofen (according to the different stages of evolution). The bandage was maintained for 60 days with daily healing. Afterwards a temporal prosthesis was designed with a PVC pipe, until a definite fibre glass prosthesis was designed 120 days after surgery. The mare walks normally, trots and even canters short distances. Amputations may be successful when selecting the right clinical case, having committed personnel as well as the financial support of the owners. It is a viable technique in severe lesions such as laminitis, avascular necrosis, fractures or septic arthritis.

### **3. INTRODUCCIÓN**

***“If a horse needs an amputation or he`s not going to live, that`s not much of a choice”*** (Redden, 2003).

En las pasadas tres décadas la cirugía ortopédica equina ha tenido un marcado progreso por la mejora de las técnicas quirúrgicas y el equipamiento. Esto junto con el avance de la terapia médica ha permitido salvar la vida de determinados equinos, que con severas injurias en sus miembros hubiesen requerido eutanasia debido a que superaban las capacidades técnicas de reconstrucción.

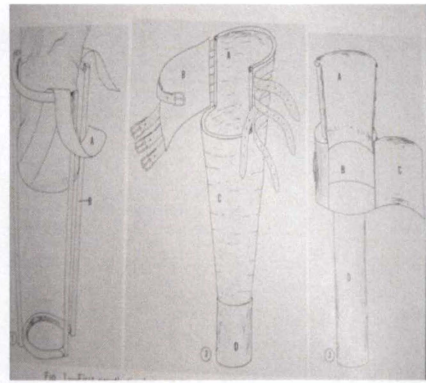
La amputación de las porciones distales y la realización de prótesis es una alternativa posible, pese a ello, es una técnica que a lo largo del tiempo ha ido ganando poca aceptación como método de salvataje de la vida del animal. (Koger, 1963; Crawley y col, 1989; Grant, 1998). Es considerada una terapia drástica que solo debe ser llevada a cabo como último recurso en el tratamiento de severas injurias a nivel de los miembros. A pesar de que la cirugía es en sí una técnica sencilla, el manejo diario del muñón, la realización de una prótesis y el lograr la adaptación del animal a la misma, son procedimientos difíciles que consumen tiempo y dinero (Guy, 1996).

Luego de sufrir injurias catastróficas la mayoría de los equinos son eutanasiados, solamente un pequeño número de ellos son salvados por medio de este procedimiento, no tan inusual en medicina humana pero raro cuando se habla de amputaciones en equinos. Existen varias razones por las cuales esto es así, entre ellas se destacan: su alto costo y el problema del temperamento de estos animales. Desafortunadamente, los caballos de carreras no son los únicos involucrados, sino que también animales de salto, prueba completa, paso o cualquier otro deporte en el que se requiera una alta performance pueden sufrir dichas injurias. También y no menos importante, existe el problema de los alambrados en los que los equinos a campo pueden enredar sus miembros, produciéndose graves lesiones (Grant, 1996).

Los primeros reportes de amputaciones y diseño de dispositivos protésicos datan de mediados del siglo XX. Kersjes en 1959 fue el primero en realizar una amputación de un miembro posterior a un pony a causa de una fractura de metatarso. Pocos años después, en 1963, Koger publica su primera realización de una prótesis (Fig. 1) y a continuación, en una publicación de 1970, muestra como fue modificando y tecnificando los diferentes dispositivos protésicos (Fig. 2). Evans, en 1978, propone la amputación de las porciones distales como opción a la eutanasia ante un caso de un equino con extensas injurias en los tejidos blandos. En 1982, luego de tratar varios animales por medio de este procedimiento, Koger, comienza a hablar de la importancia de la elección del caso y las posibles complicaciones postoperatorias. En la actualidad, la realización de amputaciones y el diseño de prótesis que se adapten a cada caso en particular, es un procedimiento bien establecido (Fig. 3).



**Fig.1:** Prótesis realizada a una hembra por una fractura de Mtt-III (Koger, 1963)



**Fig. 2:** Evolución de los primeros dispositivo protésicos (Koger, 1970).



**Fig. 3:** R. Redden en el Equine Podiatric Center mostrando uno de sus diseños más simples (Redden, 2004).

Para obtener resultados positivos es indispensable la selección del candidato apropiado, teniendo en cuenta: las características de la lesión, miembro a ser amputado, el nivel de amputación, la conformación y el peso corporal del animal, el carácter del mismo, su actitud frente a la falta del miembro, el compromiso y disponibilidad financiera del propietario. Este procedimiento requiere de intensos cuidados postoperatorios, inversión de tiempo y dinero por el resto de la vida del animal (Krpan y col, 1985; Grant, 1998).

Dos categorías de pacientes pueden ser seleccionados como candidatos para amputación: aquellos con severas injurias en las cuales la reparación quirúrgica no es posible (sepsis, necrosis avascular y conformación de la fractura) y aquellos con dolor crónico que no les permite llevar una buena calidad de vida. (Koger, 1963; Crawley y col, 1989; Grant 1998). El procedimiento quirúrgico es técnicamente sencillo, no requiere de instrumental ortopédico especial y puede ser realizado en cualquier centro destinado a la realización de cirugías, por cualquier cirujano calificado.

Una de las mayores limitantes para su uso en equinos son las complicaciones postoperatorias como: fracturas en la recuperación de la anestesia, dehiscencia de la sutura, osteomielitis del muñón, úlceras por presión de la prótesis y fallas en el miembro contralateral, especialmente infosura. (Crawley y col, 1989; Redden, 2003). Por ello, el uso de un sistema de cabrestillo/cincha durante la recuperación de la anestesia, así como también un yeso de transficción y prótesis temporaria mejora

sensiblemente el nivel de comodidad del paciente y reduce los riesgos en el período postoperatorio (Vlahos y Redden, 2005).

Consideramos que no debería ser tomada únicamente como una técnica para salvar la vida del animal cuando todos los otros métodos fallan o como una alternativa a la eutanasia, sino como una modalidad de tratamiento aceptable que en muchas ocasiones le permite al animal llevar una vida productiva. Con la amputación se aspira a que el equino pueda lograr una vida confortable, en un medio ambiente controlado y protegido, sirviendo ya sea como yegua de cría, padrillo o simplemente como un animal de compañía. Con el avance de las técnicas de reproducción asistida, como lo es la transferencia embrionaria y el hecho de que en los últimos años el valor de algunos equinos ha incrementado dramáticamente, la amputación y diseño de una prótesis se ha convertido en una alternativa económicamente viable.

Existen pocas referencias a nivel internacional de amputaciones en equinos. Esto es debido entre otras cosas a que no es fácil encontrar al paciente que cumpla con los requisitos anteriormente mencionados, así como tampoco con la dedicación emocional y financiera de los propietarios. La documentación o el reporte de más casos en un futuro, será fundamental para poder llegar a conclusiones más certeras respecto al pronóstico, expectativa y calidad de vida de los pacientes, así como también para la adquisición mayor conocimiento y experiencia práctica por parte de los veterinarios.

#### **4. OBJETIVOS**

- ❖ Presentar el tratamiento quirúrgico, la evolución postoperatoria y la realización de una prótesis de un caso de amputación de un dígito de un miembro posterior en un equino.
- ❖ Evaluar los criterios de selección del caso y las posibles complicaciones del procedimiento.



## **5. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

La palabra amputación deriva del latín “*amputare*” que significa extirpar o eliminar. Es una técnica quirúrgica por medio de la cual se extrae una parte del cuerpo o de un miembro, con el objetivo de eliminar un proceso patológico, tejidos dañados o aliviar el dolor (Torres, 1988; Krupski, 1994).

La función primaria de los miembros es hacer posible el movimiento y mantener la postura estable. Se deduce por lo tanto, que una de las metas de la cirugía de amputación y la realización de una prótesis, deberá ser restaurar esa función normal del miembro.

En el pasado, la cirugía de amputación era considerada como un último recurso, un procedimiento terminal, cuyo objetivo principal era salvar la vida del paciente. Posteriormente fue adquiriendo características de cirugía moderna reconstructiva, cuyo objetivo era el de crear un muñón dinámico y funcional, lo más largo posible para mantener las capacidades propioceptivas, con un cierre de la herida por primera intención, buscando recuperar la funcionalidad del miembro (Hampton, 1972; Orsini y col, 1985). Actualmente la amputación de los miembros y la realización de prótesis es un procedimiento bien establecido en medicina humana. Generalmente es llevado a cabo para mejorar la calidad de vida, raramente toma valor como método de salvataje de la vida. El paciente amputado es capaz de llevar adelante una vida relativamente normal, con mínimas complicaciones. A diferencia de los médicos veterinarios, los que tratan con personas son afortunados ya que no deben cuestionarse el hecho de la performance deportiva, el uso que se le dará o el valor económico del paciente (Colles, 2004).

En medicina veterinaria la cirugía de amputación se realiza desde hace mucho tiempo en los pequeños animales, con muy buena aceptación tanto por parte de los clínicos como de los propietarios, existiendo solamente un pequeño porcentaje que se niega a someter a su mascota a dicho procedimiento. Estos pacientes pueden ser capaces de llevar una vida sin mayores cambios, pese a que la amputación raramente se ve acompañada de la realización de una prótesis (Colles, 2004; Weigel, 2006). Sin embargo los equinos siguen siendo sometidos a eutanasia luego de sufrir severas injurias, debido al pobre pronóstico a largo plazo, el costo del procedimiento y por el hecho de ser considerado únicamente como un método que logra salvar la vida de algunos animales y no como una opción terapéutica más que en muchas ocasiones le permite al equino llevar una vida productiva. El veterinario debe recomendar la amputación cuando esta es médica y humanamente factible, pero demostrando también interés por los deseos del propietario. La decisión de amputar o de realizar una eutanasia debe ser respetada por el médico veterinario y manejadas con sensibilidad y compromiso. Aunque la decisión final es derecho del propietario, es responsabilidad del veterinario proveer una información completa para asistir al dueño a tomar una decisión que posteriormente no deba lamentar (Weigel, 2006).

La amputación de las porciones distales y la realización de prótesis es una alternativa posible a la eutanasia. Pese a ello, es considerada una terapia drástica que solo debe ser llevada a cabo como último recurso en el tratamiento de severas injurias a nivel de los miembros. A pesar de que la cirugía es en sí una técnica sencilla, el manejo diario del muñón, la realización de una prótesis y el lograr la

adaptación del animal a la misma, son procedimientos difíciles que consumen tiempo y dinero (Koger, 1963; Crawley y col, 1989; Guy, 1996, Grant, 1998).

## 5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PACIENTE

La selección del paciente es uno de los aspectos más importantes a la hora de decidir una cirugía de amputación. Para obtener resultados positivos es indispensable elegir el candidato apropiado, teniendo en cuenta: la causa por la que se va a amputar, el tiempo de ocurrida la lesión, el miembro a ser amputado, el nivel de amputación, la conformación del animal, la raza, la edad, el estado de salud y el peso corporal. También el carácter del mismo, su posible actitud frente a la falta del miembro y la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, así como también el compromiso y disponibilidad financiera por parte del propietario (Krpan y col, 1985; Grant, 1998).

Dos categorías de pacientes pueden ser seleccionados como candidatos para amputación: aquellos con severas injurias en las que el tratamiento médico o la reparación quirúrgica no son posibles por sepsis, necrosis avascular, osteomielitis, artritis séptica, fracturas complicadas y todos aquellos con patologías que cursan con dolor crónico que no permiten llevar una buena calidad de vida, como es el caso de la infosura o la artritis séptica (Koger 1963, Koger y col, 1970; Zehr, 1977; Evans, 1978; Orsini, 1985; Crawley y col, 1989; Guy, 1996; Grant, 1998; Kelmer y col, 2004).

En un reporte sobre el seguimiento al largo plazo de trece casos de amputaciones distales en equinos, realizado por Crawley y col. (1989), el motivo para amputar fue osteomielitis en un 46%, fractura conminuta del tercer metacarpiano-metatarsiano imposible de estabilizar en un 31%, artritis séptica en un 15% y necrosis avascular en un 8%. Posteriormente, en un artículo publicado por Vlahos y Redden (2005) sobre 26 casos de amputaciones distales a la articulación metacarpo-falangiana (A.Mtc-F) y articulación metatarso-falangiana (A. Mtt-F) en equinos, la causa mas común de amputación fue: infosura en un 57,7% (de los cuales la mitad tenía infosura con artritis séptica), artritis séptica en un 23%, necrosis avascular en un 15,4% y osteoartritis en 3,9%.

Los equinos con injurias agudas son los mejores candidatos dado que se encuentran en buen estado físico, aún no se produjeron lesiones por sobrecarga del miembro contralateral y el miembro afectado no presenta osteopenia, reduciéndose la probabilidad de sufrir fracturas durante la recuperación de la anestesia. La decisión de si se sigue o no adelante con la amputación debe ser tomada antes de que los cambios patológicos por sobrecarga de peso ocurran en los tejidos blandos del miembro contralateral sano (Crawley y col, 1989; Guy, 1996; Redden, 2004). Aquellos animales con lesiones de más de cuatro semanas de duración como ser: artritis sépticas crónicas, injurias que provoquen un dolor crónico o enfermedades sistémicas, así como también lesiones de otra índole en el miembro contralateral, como infosura, no son buenos candidatos para someterse a este procedimiento. Los atletas que sufren de forma inesperada una injuria catastrófica en uno de sus miembros son los candidatos ideales, ya que ellos están en un muy buen estado de salud y poseen otros tres miembros en buenas condiciones. En contraste, un caballo



que sufrió durante dos o tres meses una infosura o una artritis séptica no está en su mejor condición y posee una sobrecarga de los restantes miembros. Por tal razón es fundamental tomar la decisión de amputar lo antes posible en el curso de estos casos crónicos, antes que sea demasiado tarde (Redden, 2003; Redden, 2004; Vlahos y Redden, 2005).

Es de mejor pronóstico una amputación en un miembro posterior que en uno anterior, debido a que por un tema de distribución del peso corporal los miembros anteriores soportan más peso que los posteriores. Una excepción a esto son los padrillos, en los cuales la integridad de sus miembros posteriores es fundamental al momento de realizar la monta (Koger, 1978; Crawley y col, 1989; Redden, 2003).

El nivel al que se debe realizar la amputación es clave. Cuanto más distal es el lugar de la injuria y por consiguiente el lugar seleccionado para realizar la amputación, mayores van a ser las probabilidades de obtener éxito, no recomendándose amputaciones proximales a carpo o tarso. Según Crawley y Grant, el nivel considerado óptimo para realizar la cirugía es a través de la diáfisis del metacarpiano-metatarsiano principal, 10 a 15 cm por debajo de la articulación carpo-metacarpiana o tarso-metatarsiana respectivamente (Crawley y col, 1989). También se puede amputar en la articulación proximal al lugar de la injuria, dejando un muñón lo más largo posible, para conservar una mayor capacidad propioceptiva y lograr una mejor adaptación a la prótesis (Guy, 1996; Vlahos y Redden, 2005).

Los mejores candidatos son aquellos jóvenes, sanos, con buena conformación esquelética, de razas pequeñas y livianos (350 Kg.), ya que en ellos la redistribución del peso corporal afecta menos al resto de los miembros. Es difícil poder determinar cual paciente será el adecuado pero aquel que rápidamente aprende a pararse, acostarse, caminar con los tres miembros sanos, pasa varias horas en decúbito, no pierde el apetito, demuestra que disfruta del contacto humano y es tolerante a los tratamientos médicos, debería ser seleccionado como un posible candidato ya que se adaptará sin mayores problemas. La amputación solo debería ser intentada en aquellos animales que son capaces de mantenerse parados y moverse sin dificultad en tres de sus miembros (Guy, 1996).

El temperamento del paciente es un aspecto muy importante a tener en cuenta; el mismo debe ser tranquilo, gentil, cooperativo e inteligente (Koger, 1978; Crawley y col, 1989; Guy, 1996). Se asume que esto le permitirá adaptarse a situaciones nuevas como ser el uso de un cabestrillo / cincha durante la recuperación de la anestesia con el miembro afectado en posición rígida, así como también acostumbrarse al uso de una prótesis en el futuro (Koger, 1978; Krpan y col, 1985; Grant, 1998). Está en duda si los padrillos son buenos candidatos para este procedimiento dado su temperamento. Esto queda demostrado por el alto número de fracasos en los mismos, no siendo así en las hembras destinadas a la reproducción ni en los machos castrados salvados como mascotas, los cuales, por su tranquilidad y disposición son los candidatos ideales (Crawley y col. ,1989).

El procedimiento requiere de intensos cuidados postoperatorios, inversión de tiempo y dinero por parte de los propietarios, por el resto de la vida del animal. Por lo cual los propietarios deben considerar el valor del mismo, desde el punto de vista sentimental y económico, así como también el uso que intentarán darle en e futuro

(Guy, 1996; Grant, 1998). Se los debe educar, ya que estos animales no podrán ser montados, deberán ser mantenidos en un lugar donde se los pueda proteger de condiciones climáticas extremas y van a requerir cuidados diarios como ser cambio de prótesis, limpieza del muñón, así como evaluación ante posibles lesiones en el miembro amputado o su contralateral sano.

Un correcto asesoramiento del personal que maneja al caballo, conseguir su compromiso y constante dedicación, aunque sean difícil de lograr, son la clave del éxito en la cirugía de amputación (Grant, 1996).

## **5.2 CIRUGIA DE AMPUTACIÓN**

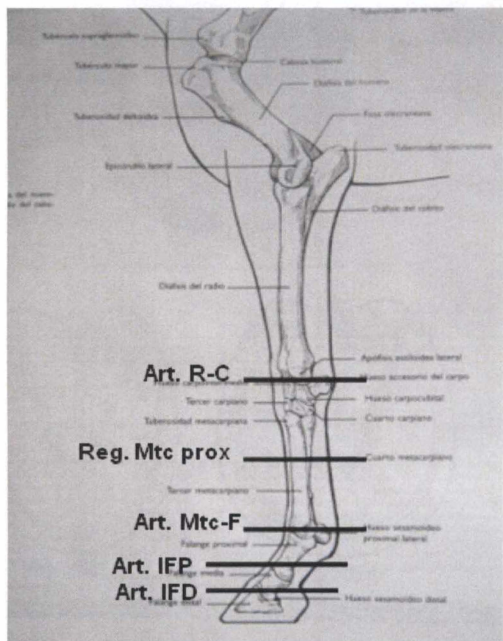
En medicina humana las amputaciones son calificadas como uno de los procedimientos más dolorosos. Sin embargo, en los equinos el grado de incomodidad y dolor por la amputación es mucho menor que el motivo por el que se indica la cirugía. La misma no debe ser considerada como una falla en el tratamiento ni como una cirugía destructiva, sino como un procedimiento que permite mantener una buena funcionalidad y calidad de vida. El procedimiento quirúrgico es técnicamente sencillo, no requiere de instrumental ortopédico especial y puede ser realizado en cualquier centro destinado a la realización de cirugías, por cualquier cirujano calificado (Redden, 2003).

Las indicaciones para amputar una parte de un miembro incluyen: traumatismo tan extenso que impide la reparación por medio de la cirugía reconstructiva, procesos patológicos muy dolorosos que no permiten llevar una buena calidad de vida, infección extensa que no responde a los tratamientos médicos o que pueden conducir a una septicemia, procesos tumorales en músculo, hueso, vasos sanguíneos o nervios y alteraciones vasculares que produzcan necrosis isquémica (Koger, 1963; Koger, 1970; Zehr, 1977; Evans, 1978; Orsini y col, 1985; Crawley y col, 1989; Schwartz y col, 1994; Guy, 1996; Grant, 1998; Kelmer y col, 2004).

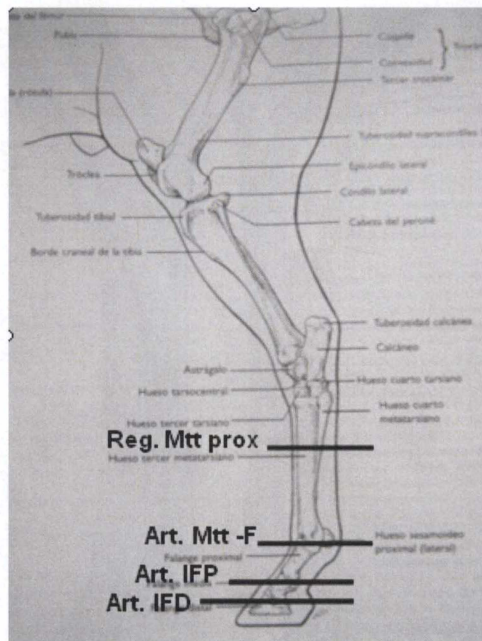
El primer punto a tener en cuenta luego de que se decide amputar es determinar el nivel de amputación. La determinación del mismo depende de varios factores, entre los que se destacan: el lugar de localización y el tipo de injuria, el grado de contaminación, el tiempo de ocurrida la lesión, la potencial capacidad de cicatrización de la herida en esa región, el largo del muñón que se desea obtener y el tipo de prótesis que se pretende diseñar, así como también las capacidades de rehabilitación y el estado general de cada paciente. Siempre se debe tener como objetivo lograr la cicatrización primaria del muñón, darle la funcionalidad del miembro residual y obtener un buen aspecto cosmético (Harker, 2006; Hendrickson, 2005; Schwartz y col, 1994).

La misma puede ser realizada a diferentes niveles, siendo considerado óptimo aquel que proporciona una máxima funcionalidad del miembro con la ayuda de una prótesis. Los niveles más comunes de amputación en los miembros distales de los equinos son los siguientes (Fig. 4 y 5):

- Miembros anteriores: Articulación interfalángiana distal (Art. IFD)  
Articulación interfalángiana proximal (Art. IFP)  
Articulación metacarpo-falángiana (Art. Mtc-F)  
Región metacarpiana proximal (Reg. Mtc prox)  
Articulación radiocarpiana (Art. R-C)
- Miembros posteriores: Articulación interfalángiana distal (Art. IFD)  
Articulación interfalángiana proximal (Art. IFP)  
Articulación metatarso-falángiana (Art. Mtt-F)  
Región metatarsiana proximal (Reg. Mtt prox)



**Fig. 4:** Niveles de amputación en miembros anteriores.



**Fig. 5:** Niveles de amputación en miembros posteriores.

En todas las cirugías la capacidad de cicatrización está determinada por un buen aporte sanguíneo a la región, por lo que es fundamental la determinación del mismo al momento de decidir el lugar de amputación. Para ello, un buen examen clínico, radiografías simples y angiografías del miembro (venografía o arteriografía) aportan información sobre el aporte vascular del sitio seleccionado para amputar (Orsini y col, 1985). También pueden usarse otras técnicas rutinarias en medicina humana, como son: la determinación de la presión arterial sistólica en los miembros por medio de la ultrasonografía doppler y la pletismografía; una presión sanguínea en el lugar de amputación mayor a 70 mmHg se correlaciona con una buena cicatrización en el 97% de los pacientes. También se utiliza la medición del Oxígeno transcutáneo, ya que, valores altos indican una buena capacidad de cicatrización (Schwartz, 1994; Krupski y col, 1994).

El lugar considerado óptimo para amputar los miembros de los equinos, según Crawley y Grant, es a nivel de la región metacarpiana o metatarsiana proximal, 5 a 10 cm distal a la articulación carpometacarpiana o tarsometatarsiana respectivamente.

La amputación a este nivel provee un largo suficiente de muñón como para el diseño de una prótesis. No se recomienda realizar amputaciones proximales al carpo o tarso por el alto número de fracasos, dados por la pobre adaptación del paciente a las mismas y la dificultad en el diseño de la prótesis (Crawley y col, 1989; Grant, 1998).

Existen controversias respecto a amputar a través de la articulación versus aquella a través del hueso. Amputación se denomina a la ablación de la extremidad por medio de la transección del hueso y se denomina desarticulación a la remoción del miembro a través de la articulación; para simplificar a ambas las denominaremos amputación (Torres, 1994). En general se aconseja amputar a través de la diáfisis de los huesos largos ya que permite que el extremo óseo del muñón se atrofie, logrando una buena cobertura por parte de los tejidos blandos, sin embargo el muñón es mucho más susceptible a la osteomielitis. Por otra parte, al amputar a nivel articular, los tejidos blandos del muñón se atrofian y el hueso subcondral permanece sin cambios, lográndose un muñón grande con inadecuada cobertura del mismo por tejidos blandos, lo que retarda la cicatrización y lo vuelve más susceptible a los traumas (Weigel, 2006).

Otra opción, generalmente la más usada, tiene como objetivo obtener un muñón lo más largo posible y es la de seleccionar el nivel de amputación en base a la localización y la extensión de la injuria, realizándola a nivel de la articulación sana proximal a la lesión o a través de la diáfisis ósea proximal al lugar de la injuria, donde los tejidos blandos y duros son sanos y poseen buena irrigación (Vlahos y Redden, 2005). Siempre que el objetivo sea el de realizar una prótesis, un muñón largo es preferible a uno corto ya que aporta un brazo de palanca más largo, mayores capacidades propioceptivas, un área mayor de distribución del peso corporal y de las fuerzas de contrarreacción que se producen dentro del dispositivo protésico al apoyarlo sobre el suelo. O sea, cuanto más largo es el muñón o miembro residual, más funcional es el miembro en su totalidad y se logra un mejor control de la prótesis por parte del paciente (Guy, 1996; Schwartz, 1994).

En animales jóvenes en crecimiento siempre se debe optar por realizar desarticulación, para así conservar las epífisis en crecimiento y reducir al mínimo las probabilidades de crecimiento óseo desigual. Siempre se les debe colocar una prótesis, ya que fácilmente desarrollan deformaciones angulares en el miembro contralateral por sobrecarga de peso. En algunos casos particulares, en los que el objetivo no sea el de colocar una prótesis, se recomienda que el muñón sea lo más corto posible, evitando un miembro péndulo sin función alguna. Las ventajas son un menor contacto con el suelo que provoca erosiones, una menor exposición a los traumas y una disminución del edema en el extremo del miembro (Guy, 1996).

En los grandes animales, tanto bovinos como equinos, no es de buen pronóstico la realización de amputaciones sin la posterior colocación de una prótesis por las complicaciones al largo plazo en el miembro contralateral por la sobrecarga de peso.

### **5.2.1 Estabilización prequirúrgica**

Lo primero que se debe realizar es una estabilización prequirúrgica al paciente, debido a que en muchas ocasiones son animales que se presentan con grandes

traumas, hemorragias o signos de shock. Preservar la vida debe ser el objetivo primario del veterinario que se enfrenta a un paciente con una injuria de tal grado que amerite una amputación. Lo indicado es proporcionarle al animal unos días de cuidados prequirúrgicos, mientras se analiza y decide como se va a proceder (Wilson, 2005).

Los cuidados prequirúrgicos deben consistir en: tratamiento para shock y hemorragias en caso de severos traumas o grandes pérdidas sanguíneas. Se debe realizar un chequeo rápido para determinar las pérdidas de volumen y sangre, consistiendo básicamente en: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, mucosas, tiempo de llenado capilar (Tllc), hematocrito y proteínas plasmáticas. La hipovolemia o el shock hipovolémico conducen a vasoconstricción periférica e hipoxia tisular, predisponiendo a infecciones y retraso en la cicatrización de la herida quirúrgica. También las proteínas plasmáticas juegan un rol fundamental en los procesos de cicatrización. La cantidad de leucocitos nos va a indicar si estamos en presencia de un animal inmunodeprimido o si tendrá la capacidad de responder ante un posible proceso infeccioso (Wilson, 2005).

Otros estudios complementarios que pueden realizarse dependen de cada caso en particular; pudiendo ser: radiografías del miembro involucrado, arteriografías o venografías para determinar en que estado se encuentra la circulación del miembro, termografías, ultrasonografía doppler para medir la presión arterial y el flujo sanguíneo distal, así como también medición de la tensión de oxígeno en la piel, etc. (Krupski, 1994).

El manejo de heridas, en caso de necesidad, es otro punto clave en el prequirúrgico y tiene el objetivo de reducir la contaminación y obtener un campo limpio. Básicamente consiste en: cubrir la herida con un lubricante estéril o gasas humedecidas en suero, depilación de toda la zona, limpieza de la misma con jabón antiséptico a base de clorhexidina o iodopovidona y enjuagues con solución salina isotónica. Las zonas contaminadas o necróticas deben ser desbridadas, tratando de conservar la mayor cantidad de tejido sano, limpiando posteriormente con esponjas con antiséptico y enjuagando con solución salina isotónica. Esta limpieza ayuda en el desbridamiento mecánico y la reducción de la concentración bacteriana en la superficie de la herida (Wilson, 2005; Stashak, 1991).

Se debe instaurar una terapia antibiótica en base a cultivo y antibiograma debido a que el equino no vive en un medioambiente estéril, lo que determina que las heridas se contaminen con los microorganismos ambientales frecuentes. El objetivo del mismo en las primeras horas va a ser disminuir la contaminación y prevenir la infección; si se instaura algunas horas o días después será para controlar la infección y prevenir la invasión sistémica (Brumbaugh, 2005). El manejo del dolor con antiinflamatorios no esteroideos y profilaxis antitetánica también son puntos importantes. Es fundamental la estabilización del miembro en cuestión con vendajes, ferulados o yesos según el caso, la adaptación del animal al uso de una cincha o cabestrillo y el soporte al miembro contralateral sano usando herraduras que den apoyo desde la ranilla (Schwartz, 1994; Vlahos y Redden, 2005; Wilson, 2005).

Puede utilizarse la refrigeración del miembro antes de ser amputado con el fin de disminuir la producción de los productos metabólicos tóxicos de la inflamación y la



necrosis, que podrían absorberse al resto del organismo; también ayuda a disminuir el dolor. Este método consiste en colocar bolsas con hielo debajo del nivel propuesto para amputar por períodos de 20 minutos desde doce horas antes e la cirugía (Schwartz, 1994).

### **5.2.2 Técnica quirúrgica**

Los objetivos de la cirugía son obtener un muñón sano, con una adecuada cobertura del hueso por parte de los tejidos blandos y lograr que la herida quirúrgica cicatrice por primera intención. Los detalles de la cirugía están determinados por la naturaleza de la lesión y la localización de la misma, así como también por el grado de injuria a los tejidos blandos y duros (Koger, 1987; Guy, 1996).

A pesar de que cada cirugía es realizada de una manera estandarizada, con una técnica quirúrgica específica para cada nivel de amputación, existen ciertos principios básicos que deben ser tenidos en cuenta si se quiere obtener un muñón aceptable. Para ello se debe tener un conocimiento muy profundo de la anatomía quirúrgica de la región distal de los miembros, especialmente de vasos sanguíneos y nervios. Los principios de Halsted deben ser respetados; realizando una correcta hemostasia, un manejo delicado de los tejidos, evitando la formación de espacios muertos (utilizando drenajes en caso de ser necesario) y realizando apropiadas técnicas de sutura (Shea, 1972; Koger, 1987; Weigel, 2006).

Se describen tres clases generales de amputaciones: la estándar o convencional, la osteomioplástica y la abierta.

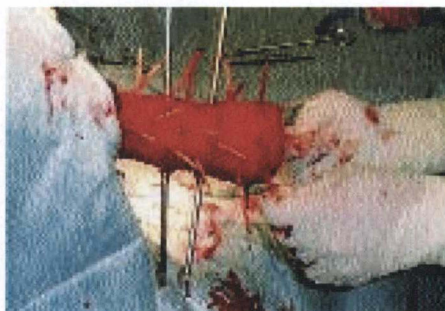
- A. La convencional consiste en elaborar colgajos de piel y fascia con base a su nivel, colgajos de músculos con arterias y venas y el hueso al mismo nivel. Los nervios se estiran levemente y se cortan para que se retraigan en la profundidad de los tejidos. A los colgajos formados por músculo y/o tendones se les da forma de huso para que no quede una gran masa muscular sobre el muñón y se los sutura sobre el extremo del mismo, posteriormente se sutura la fascia y la piel de manera laxa.
- B. La amputación osteomioplástica es una técnica que cada vez se usa más en medicina humana, a medida que se realiza con mayor frecuencia prótesis provisionarias en el postoperatorio inmediato. La misma consiste en cortar los colgajos musculares 5 cm distal al lugar de la transección ósea y realizar colgajos osteo-periosticos que se suturan en el extremo del hueso para cubrir la cavidad medular. A continuación se suturan los músculos con su antagonista a través de los extremos óseos. El cierre de fascia y piel es similar al anterior. En equinos tiene poco uso debido a que la mayoría de las amputaciones son distales y por lo tanto no se cuenta con colgajos musculares.
- C. La amputación abierta es aquellas en la cual todos los tejidos se cortan circularmente, seccionando el hueso proximalmente a la fascia, que a su vez se deja más corta que la piel, favoreciendo la posterior retracción de los

tejidos que cicatrizan por segunda intención sobre el extremo óseo. Esta última es una técnica histórica (Schwartz, 1994).

En nuestro estudio profundizaremos la técnica convencional, ya que es la que se utiliza comúnmente en equinos.

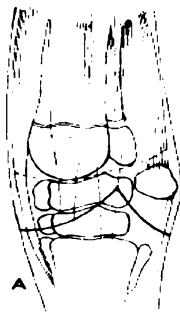
Luego de la inducción anestésica el caballo es colocado en decúbito lateral o dorsal, según las preferencias del cirujano. En todos los casos, excepto en las necrosis avascular se realiza una ligadura de Esmarch proximal al lugar seleccionado para amputar, asegurando la limpieza el campo operatorio y minimizando la pérdida de sangre. Posteriormente se procede a realizar la antisepsia del campo quirúrgico.

Si se decide realizar un yeso de transfección en el miembro amputado, los clavos deben ser colocados antes de comenzar con la cirugía. Dos clavos con rosca central de 6,3mm son colocados a través de la diáfisis ósea proximal al nivel de amputación (Fig. 6 y Fig. 13). En el caso de amputaciones digitales los mismos son colocados en el tercio distal del metacarpiano–metatarsiano principal, uno perpendicular al eje óseo y otro con 30° de angulación (Redden, 2004; Vlahos y Redden, 2005). Otra técnica descrita por Nixon (1996) en la que ambos clavos eran colocados en forma paralela a la línea del suelo fue modificada por la descrita anteriormente, ya que se producían fracturas óseas a través de los clavos durante la recuperación de la anestesia.



**Fig. 6:** Colocación de clavos con rosca central en Mtt-III para realizar un yeso de transfección (Kenneth, 2002).

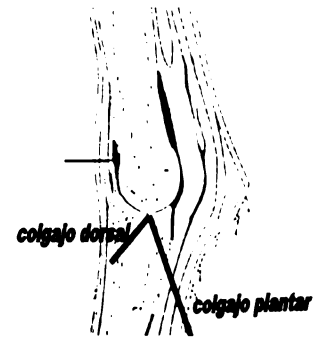
Se realizan dos incisiones de piel semielípticas: una en dorsal del miembro y otra en palmar-plantar, comenzando en medial o lateral, a tres centímetros distal al nivel óseo seleccionado para realizar la amputación. Con esto se logran dos colgajos, uno dorsal y otro palmar-plantar, técnica usada más comúnmente en equinos (Vlahos y Redden, 2005). Estos colgajos deben incluir piel y tejido subcutáneo extendiéndose hasta la fascia superficial. También se describe el uso de un único colgajo caudal, ya que el mismo posee buena irrigación (Krupan, 1985; Grant, 1998). En el ganado vacuno se describe como técnica de elección el uso de un gran colgajo craneal y uno pequeño caudal, por medio de la cual se obtienen resultados satisfactorios (Orsini, 1985; Guy, 1996). En medicina humana la técnica usada más comúnmente es realizar un único colgajo caudal, debido a que la parte posterior de los miembros posee buen aporte vascular (Shea, 1972; Krupski y col, 1994) (Fig. 7,8 y 9).



**Fig. 7:** Amputación en bovino a nivel de la articulación radio-carpiana usando un gran colgajo craneal y uno pequeño caudal (Orsini, 1985).



**Fig. 8:** técnica del gran colgajo caudal usada en medicina humana en una amputación distal a la rodilla (Shea, 1972).



**Fig. 9:** técnica de colgajo dorso palmar-plantar usada en equinos.

A continuación se deben identificar músculos o tendones, tanto flexores como extensores, disecarlos para poder individualizarlos y desinsertarlos o cortarlos según corresponda. Posteriormente se deben aislar los vasos sanguíneos para realizarle la correspondiente ligadura. Las arterias son doblemente ligadas con material sintético absorbible; las venas son ligadas con ligadura simple y material sintético absorbible. En general arterias y venas se ligan por separado, para evitar la formación de fístulas arteriovenosas. Primero se ligan arterias y luego las venas, permitiendo así el drenaje de la sangre desde el miembro hacia las venas aún funcionales, ayudando a preservar volumen vascular (Weigel, 2006). Se debe prestar especial atención al lugar donde se seccionan las arterias para evitar la necrosis de la parte distal del muñón.

Los troncos nerviosos deben ser identificados, aislados y transectados, pudiendo realizar la sutura de la vaina en el extremo del mismo. También se puede realizar anestesia local del mismo previo a la incisión, lo que reduce el dolor en el post-operatorio, pero incrementa las probabilidades de que se formen neuromas. De lo contrario se puede recurrir a la criocirugía, congelando el extremo del mismo. Posteriormente se deja que se retraigan entre los planos tisulares. Lo más importante es evitar la excesiva tracción de los nervios, ya que se podrían provocar daños en regiones proximales del miembro. El manejo agresivo de los nervios sensitivos superficiales o su incorporación a la sutura del muñón, puede ser causa de molestias durante el periodo de rehabilitación o al momento de usar la prótesis (Shea, 1972; Orsini y col, 1985; Redden, 2004).

Músculos, ligamentos y tendones se inciden totalmente a la altura del extremo del muñón, levemente más proximal que los colgajos de piel. Los músculos se cortan a poca distancia distal a donde se planificó realizar el corte óseo, de manera tal que al retraerse queden a su nivel. Tanto las incisiones de piel como de los músculos y tendones deben ser planificadas como para proveer una adecuada cobertura del extremo óseo con músculo y piel sin excesiva tensión. Se debe evitar que los colgajos queden demasiado cortos ya que podrían necrosarse al estar sometidos a mucha tensión, así como también se debe evitar que queden demasiado largos, voluminosos y flojos porque van a dificultar el uso de la prótesis (Torres, 1988).



Posteriormente se procede a desarticular o cortar el hueso a través de la diáfisis ósea, según corresponda. En el caso de desarticular se desinsertan tendones y ligamentos, que van a formar parte del extremo del muñón, unidos con la cápsula articular y la membrana sinovial, las cuales se conservan. En el caso de que se ampute a través del hueso, la diáfisis se corta con una sierra o un embriótomo, distal al foramen nutricio. El hueso se divide transversal a su eje longitudinal, salvo en amputaciones muy distales en las cuales el corte se realiza paralelo a la superficie de apoyo. Desde la zona de transección ósea levemente hacia la proximal se debe elevar el periostio, disminuyendo así la probabilidad de formación de callos óseos excesivos o secuestros óseos (Shea, 1972; Evans, 1978). Según Torres, no se debe desperiostar ya que se le quita irrigación al extremo óseo, sino que se deben regularizar los bordes con una raspa. Posteriormente se lava la herida con solución salina isotónica para retirar las pequeñas partículas óseas (Torres, 1988). El colgajo craneal y el caudal, formado por músculos y/o tendones flexores y extensores, son suturados juntos en el extremo del muñón con material sintético absorbible en un patrón de sutura continua simple, formando una masa de tejidos blandos que recubre el extremo óseo.

Se pueden usar drenajes cuando se realizan amputaciones proximales con una gran disección muscular, cuando quedan espacios muertos o cuando se sospecha que se formarán tractos de drenaje. Los mismos deben ser mantenidos en un ambiente estéril para disminuir las probabilidades de una infección ascendente. Nunca deben salir directamente a través de la herida quirúrgica, sino por una incisión separada. Los mismos pueden ser activos o pasivos; los primeros extraen los fluidos al ejercerse una presión negativa por medio de succión y en los segundos los fluidos salen por diferencia de presión (Wilson, 2005).

En la piel se realiza una sutura continua simple o a puntos separados simple con nylon monofilamento, sin someterla a demasiada tensión ni dejándola muy laxa. La sutura se debe realizar en el lugar de menor tensión, evitando realizarla en la zona de apoyo del muñón, para prevenir que la misma sufra dehiscencia. En general se prefieren las cicatrices posteriores o anteriores, evitando cuando sean posibles las terminales (Orsini y col, 1985; Torres, 1988; Schwartz y col, 1994).

Una técnica muy innovadora en la cirugía de amputaciones distales en equinos, descrita por Vlahos y Redden (2005), incluye la incorporación de tejido de la ranilla en la sutura del muñón. Consiste en obtener tejido sano de la ranilla del paciente e injertarlo en el extremo del mismo (Fig.10, 11 y 12).

Existen tres técnicas, cada una de las cuales se utiliza según el tipo de cierre de cada paciente en particular. Cuando la amputación es distal, el aporte vascular al extremo del miembro se mantiene intacto y la posibilidad de infección es mínima, el colgajo palmar-plantar se extiende hasta el bulbo de los talones. Un pedículo de bulbo de los talones, almohadilla digital y corión cuneano son disecados y usados como un colgajo local. Posteriormente esto es suturado al colgajo de piel dorsal. Como alternativa se puede realizar una disección de corión cuneano y almohadilla digital de 5x50 mm e incorporarlo al cierre primario de la piel con una sutura nº 2-0 sintética absorbible en un patrón interrumpido simple. En el caso de que el extremo

del miembro se encuentre desvitalizado o séptico, el colgajo caudal se aproxima al craneal pero no se cierra completamente. Perlas de polimetilmetacrilato impregnadas en antibiótico son colocadas en la herida abierta y en el momento que se desarrolla un buen colchón de tejido de granulación, aproximadamente dos semanas luego de la cirugía, se realiza el injerto de corión cuneano y almohadilla digital, obteniéndolo del miembro contralateral.



**Fig.10:** Extracción del injerto de ranilla previo a la amputación del miembro (Kenneth, 2002).

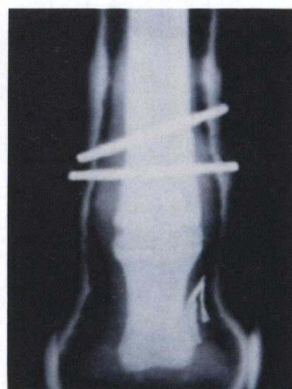


**Fig. 11:** Incorporación de almohadilla digital y corion a la sutura (Vlahos y Redden, 2005).



**Fig. 12:** injerto de ranilla luego de varios meses (Vlahos y Redden 2005).

En el caso de utilizar la técnica del yeso de transficción, se debe realizar el mismo con fibra de vidrio. Primero se coloca una fina capa de vendaje acolchado estéril, luego una capa de yeso redonda sobre el extremo del muñón y posteriormente se continúa colocando el mismo hacia proximal (Fig. 13 y 14). Este tipo de vendaje rígido tiene la ventaja de controlar el edema postoperatorio, disminuir las presiones y el dolor en el extremo del muñón, proteger la herida y funcionar como prótesis transitoria que el animal comienza a usar en el postoperatorio inmediato. No interfiere en la cicatrización ni aumenta el intervalo entre la cirugía y el uso de la prótesis, sino que lo disminuye. Como desventaja no permite un seguimiento de la herida quirúrgica y del miembro residual, pudiendo producirse necrosis por presión en el mismo. Mientras el yeso fragua, se puede aplicar una prótesis provisoria incorporándola al mismo por medio de rollos adicionales de fibra (Torres, 1988; Vlahos y Redden, 2005).



**Fig. 13 y 14:** colocación de un yeso de transficción y una prótesis provisoria en el postoperatorio inmediato (Vlahos y Redden, 2005).

### **5.2.3 Cuidados postquirúrgicos**

Una buena técnica quirúrgica, un correcto manejo del paciente y de la herida quirúrgica en el postoperatorio, el adecuado diseño de la prótesis, así como también el entrenamiento del paciente y de su cuidador para el uso de la misma en sus actividades diarias, son los factores fundamentales que permiten el éxito en la rehabilitación del equino amputado.

Debido a que el punto más crítico de toda la cirugía es la recuperación de la anestesia, momento en el que se espera que el paciente mantenga el equilibrio en tres de sus miembros, se lo debe colocar en una cincha / cabestrillo hasta la total recuperación de la misma (Koger, 1987). Posteriormente deberá permanecer en reposo absoluto en un box con cama limpia y acolchada.

En el caso de no realizar yeso de transficción, se debe cubrir la herida con un vendaje. El mismo va a consistir en tres capas. La primera es la que está en contacto con la herida quirúrgica, debe ser estéril, no adherente, no irritante, permitir el pasaje de exudado y generalmente es en la que se coloca algún tipo de antiséptico o antibiótico local, siendo en la mayoría de los casos gasa. La segunda capa o intermedia, tiene como objetivo absorber los exudados y actuar como acolchado para prevenir la excesiva compresión y amortiguar los traumas; realizándose con cualquier material absorbible y acolchado, como ser venda de algodón. La tercer capa es la que asegura las otras dos a la herida, protege la misma de la contaminación ambiental y le da rigidez al vendaje; se la realiza con una venda cohesiva, adhesiva y elástica. Este vendaje deberá ser cambiado diariamente hasta la extracción de los puntos. El mismo no controla tan bien el edema postoperatorio, ni protege al muñón ante un posible trauma, como si lo hace un yeso y concentra las presiones del apoyo en el extremo del muñón; pero permite realizar un control diario de la herida quirúrgica (Lindsay, 1989; Stashak, 1991).

El animal debe permanecer con el miembro amputado sobre un colchón que lo mantenga en semiflexión, no se debe permitir que coloque el miembro extendido y en abducción, ya que, pese a que resulta más cómodo, favorece el desarrollo de futuras contracturas musculares y articulares. Es fundamental el reposo en box durante los primeros 15 días, realizando únicamente masajes y movimientos pasivos del miembro para disminuir el dolor, favorecer el drenaje linfático y evitar las contracturas musculares y de articulaciones proximales. Al mismo tiempo se deben evitar reposos prolongados en decúbito ya que incrementan el dolor en el extremo del muñón y provocan pérdida de tono y fuerza muscular, ambos factores muy importantes para el futuro uso de una prótesis. En el caso de realizar yeso de transficción y prótesis provisoria, se debe alentar al paciente a que realice cortos desplazamientos diarios a partir de las 24 horas de la cirugía (Schwartz y col, 1994; González y col, 2005).

La antibioticoterapia de amplio espectro debe ser considerada como un complemento en lo que se refiere a cuidados generales del postoperatorio, no como un sustituto de la higiene diaria de la herida. Ya que el equino no puede ser mantenido en un ambiente estéril, las heridas quirúrgicas, especialmente aquellas en la parte distal de los miembros, fácilmente se contaminan. Los microorganismos que más comunes son: aerobios Gram positivos, Gram negativos entéricos y

anaerobios Gram positivos; siendo los más frecuentes: *Stafilococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *E. coli*, *Pseudomona auriuginosa*, *Clostridio spp.*

### **Cuadro I: Antibióticos indicados como primera línea de defensa en equinos.**

- ▲ Ampicilina sódica 25-100 mg/kg IV c/6 hs.
- ▲ Amoxicilina sódica 22 mg/kg IM c/6 hs
- ▲ Penicilina G potásica-sódica 12500 a 100000 UI/Kg IV o IM c/ 6 hs.
- ▲ Penicilina G procaínica 20000-50000 UI/kg IM c/ 12 hs.
- ▲ Gentamicina 6,6 mg/kg IV c/24 hs.
- ▲ Amikacina sulfato 7 mg/kg IM c/12 hs.
- ▲ Sulfadiazina-trimetoprim 15 mg/kg IV c/12 hs.
- ▲ Metronidazol 15 a 25 mg/kg PO o IV c/12 hs.
- ▲ Cloranfenicol 50 mg/kg IV c/8 hs.

Abreviaturas: hs=horas, IM= intramuscular, IV= intravenoso, PO= vía oral, c= cada.  
(Brumbaugh, 2005).

Las características de la herida quirúrgica, incluyendo: aspecto, color, olor, dolor, presencia de tractos de drenaje, inflamación, así como también el comportamiento del paciente son los indicadores iniciales de posibles complicaciones en la antibioticoterapia, ante las que las medidas a seguir son realizar un cultivo y antibiograma. En el caso de que no se presenten inconvenientes el tratamiento se debe mantener por un mínimo 15 días (Brumbaugh, 2005).

En el caso de colocar drenajes en el muñón durante la cirugía, los mismos deben ser extraídos a los tres días de la misma. Los puntos se extraen a los 14 días. Posteriormente a la extracción de los puntos, se realizan repetidos vendajes elásticos con el fin de disminuir el edema postquirúrgico.

Si se utilizar un yeso de transición, el primer cambio se realiza a los 14 días bajo anestesia general, momento en el que se sacan los puntos. Si el muñón cicatriza normalmente los posteriores cambios se realizan cada un mes, hasta que el mismo se encuentre apto para el uso de una prótesis. En el caso de dehiscencia los cambios se realizan con mayor frecuencia. Si el animal experimenta un gran dolor de comienzo agudo, con el no apoyo del yeso, fiebre o leucocitosis, el muñón deberá ser inspeccionado lo antes posible para descartar la presencia de heridas por compresión del yeso u osteomielitis. Los clavos son extraídos a las 12 semanas, aquellos clavos que se aflojan antes de las 8 semanas deben ser reemplazados. Posteriormente el animal debe continuar enyesado o con la prótesis provisoria hasta que la inflamación y el edema desaparezcan y el muñón se encuentre totalmente remodelado, momento en el que se diseña la prótesis definitiva (Vlahos y Redden, 2005).

En la mayoría de los casos, la prótesis definitiva se realiza a los tres meses después de que se extraen los clavos, momento en el que el muñón madura y se remodela, o sea, 6 meses luego de la cirugía de amputación (Redden, 2004).

Cuanto mayor es el intervalo entre la cirugía de amputación y el comienzo del proceso de la rehabilitación con la prótesis, menores son las probabilidades de obtener éxito. Por tal motivo se recomienda el uso de una prótesis provisoria en el postoperatorio inmediato, debido a que reduce dicho intervalo (Krupski, 1994).

### 5.3 COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

Una de las mayores limitantes en el desarrollo de la cirugía de amputación en equinos son las complicaciones postoperatorias, porque determinan un pobre pronóstico a largo plazo (Kelmer y col, 2004). Estas dependen de cada caso en particular. Con el actual desarrollo de las técnicas quirúrgicas de amputación también se han desarrollado mejores técnicas de rehabilitación, con apropiados cuidados postquirúrgicos y preprotésicos, tecnificación en el diseño de prótesis más anatómicas y funcionales, que se adaptan mejor a cada caso en particular, incorporación de programas de entrenamiento, así como también mayor interés en el seguimiento del paciente (Thomson, 1972).

En el hombre las complicaciones reportadas como más comunes son: cierre demorado del muñón o por segunda intención debido a necrosis o infecciones, trayectos fistulosos por el desarrollo de secuestros óseos u osteomielitis, edemas (complicación mas común y frustrante), formación de neuromas, sensación de miembro fantasma y dolor del miembro fantasma, artrosis en articulaciones proximales y varios problemas dermatológicos como: necrosis en zonas de compresión de la prótesis, dermatitis por contacto, piodermias superficiales, quistes epidermoides, hiperplasias verrugosas, etc. (González y col, 2005; Thomson, 1972; Engstrom y Van De Ven, 1999; Smith, 2003; Harker, 2006).

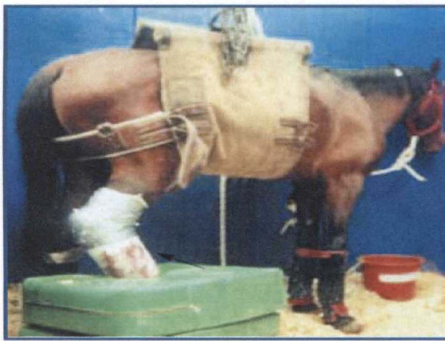
En los equinos las complicaciones más comunes son otras. En un reporte sobre el seguimiento de trece casos de amputaciones distales en equinos realizado por Crawley y col (1989), se describen las complicaciones postquirúrgicas, entre las que se destacan: violenta recuperación de la anestesia e intolerancia a la prótesis motivo de eutanasia en el postoperatorio inmediato en uno de los equinos y falla del miembro contralateral (infosura y avulsión de casco) en tres pacientes, lo que motivó la eutanasia entre los 10 y 21 días del postquirúrgico. Dos equinos sobrevivieron un período de 18 meses luego del cual fueron sometidos a eutanasia, uno a causa de fractura de pelvis y otro por ruptura de ligamento de la cabeza femoral, el resto sobrevivieron por un período de 110 meses. Posteriormente, en un artículo donde se describen 26 casos de amputaciones distales en equinos realizado por Vlahos y Redden (2005) las complicaciones más comunes en el postoperatorio fueron: fractura catastrófica del tercer metatarsiano durante la recuperación de la anestesia en cuatro pacientes lo que fue motivo de eutanasia; fractura de radio al incorporarse en el box lo que también fue motivo de eutanasia; osteomielitis del muñón en dos de ellos lo que llevo a una nueva cirugía de amputación más proximal y falla del miembro contralateral (infosura) que fue causa de eutanasia en uno de ellos. También se describen: neumonía y cólico como causa de la muerte en otros dos pacientes, muerte durante la anestesia en un cambio de yeso en uno de ellos y eutanasia en otro equino a causa de un dolor incontrolable del muñón al retornar a la pastura (Crawley y col, 1989; Vlahos y Redden, 2005).



## **Cuadro II: Complicaciones asociadas a las amputaciones distales en equinos:**

- ↻ Fracturas durante la recuperación de la anestesia
- ↻ Infosura
- ↻ Asociadas a la herida quirúrgica:
  - ↻ Dehiscencia
  - ↻ Necrosis
  - ↻ Infección
  - ↻ Seromas
  - ↻ Hematomas
- ↻ Edemas
- ↻ Dolor
- ↻ Osteomielitis
- ↻ Desmineralización
- ↻ Secuestros óseos
- ↻ Neuromas

La primera y más importante complicación del postoperatorio inmediato de la cirugía de amputación en equinos, es la fractura del tercer metacarpiano-metatarsiano que se da durante la recuperación de la anestesia. Este es el momento más crítico en todo el procedimiento, siendo la principal causa de eutanasia en el paciente recién amputado. Debido a que algunos caballos sufren episodios de pánico al recuperarse de la cirugía sin el soporte en sus cuatro miembros, es fundamental el uso de una cincha/cabrestillo hasta la total recuperación, así como también un yeso de transición en el miembro amputado para darle soporte (Fig. 15 y 16) (Evans, 1978; Koger, 1987; Redden, 2004; Vlahos y Redden, 2005).



**Fig. 15:** Equino en el postoperatorio de una cirugía de amputación. Es mantenido por una cincha y el muñón está protegido por un yeso de fibra. (Kelmer y col, 2004).



**Fig. 16:** La cincha juega un rol crítico, proporcionando soporte en el postoperatorio inmediato (Kelmer y col, 2004).



El recargar el peso corporal en el miembro contralateral luego de la cirugía puede culminar en una falla del mismo, especialmente infosura. Aquellos animales con problemas crónicos previos a la misma, como ser artritis sépticas u osteomielitis y aquellos que luego de la cirugía no se adaptan a pasar varias horas en decúbito o a descansar el miembro contralateral son más predispuestos a sufrir rotación y/o hundimiento de la tercera falange. Por ello, previo a la cirugía es fundamental el darle soporte al pie del miembro contralateral con herraduras que distribuyan y absorban mejor las presiones, dando apoyo desde la ranilla (Kelmer y col, 2004; Vlahos y Redden, 2005). También es fundamental el proporcionarle una buena cama. La colocación de clavos de transficción para fijar una fibra de vidrio como prótesis transitoria en el momento de la cirugía, es un procedimiento bien establecido y que no solo mejora la recuperación del muñón, sino que también reduce la sobrecarga del peso en el miembro contralateral en el período postoperatorio inmediato (Fig.17) (Vlahos y Redden, 2005).



**Fig. 17:** equino en el postoperatorio mostrando su adaptación a la prótesis transitoria, permaneciendo en decúbito (Kelmer y col, 2004).

Otras complicaciones comunes en el postoperatorio son aquellas relacionadas a la herida quirúrgica: dehiscencia, infección, necrosis, formación de hematomas, seromas, etc. Las mismas son muy importantes ya que en algunos casos van a determinar la posterior habilidad del paciente para caminar con una prótesis. Estas se dan más comúnmente en las amputaciones distales que en las proximales y existen varios factores inherentes a cada paciente que predisponen al desarrollo o no de las mismas. Son los mismos factores que retrasan la cicatrización de las heridas: edad y estado físico, nivel nutricional, inmunocompetencia y presencia de enfermedades concomitantes como: anemia, hemorragias, diabetes o falla renal, carencia de vitaminas minerales y proteínas, administración de antiinflamatorios, etc. (Stashak, 1991).

La dehiscencia de la sutura de piel se produce generalmente en los primeros diez días del postoperatorio y se observa como una descarga de exudado serosanguinolento por la línea de sutura. Provoca un retraso en la cicatrización del muñón a causa de que se produce un cierre por segunda intención, lo que lleva a un aumento en los días de hospitalización. Las causas de la misma son: traumas directos en el muñón, inflamación, aumento de tensión en los bordes de la herida, mala irrigación de los tejidos circundantes, entre otras. El principal motivo por el cual se produce es porque actualmente se tiende a amputar lo más distal posible, obteniendo un muñón largo que logra una mejor adaptación a la prótesis, pero que al mismo tiempo logra una pobre cobertura del mismo por parte de tejidos blandos, con mala irrigación y exceso de tensión sobre los bordes de la herida quirúrgica. El

cierre demorado es un hecho que atrasa notoriamente el comienzo el diseño y uso de una prótesis definitiva. Con cuidados persistentes, el uso de vendajes absorbentes y evitando recargar el peso en el extremo del muñón, este tipo de cierre es satisfactorio culminado con la epitelización (Thomson, 1972; Koger, 1978; Grant, 1998; Harker, 2006). En el caso de que la piel remanente no sea suficiente para cubrir el extremo del muñón, se puede recurrir a la realización de injertos de piel. Como las recomendaciones de la cirugía moderna son las de conservar un muñón lo más largo posible, la realización de los mismos se ha visto ampliamente difundida. El hecho de soportar peso directamente en el extremo del muñón ha sido asociado con alta morbilidad y falla de la sutura. Por tal motivo se diseñan los yesos de transfixión: para optimizar la salud del muñón y evitar la sobrecarga de peso el extremo del mismo durante el período postoperatorio inmediato. (Vlahos y Redden, 2005).

Algunas veces la causa de la amputación es un problema de necrosis avascular distal, lo que de por sí determina una mala irrigación en el extremo del muñón, pudiendo producirse necrosis en los bordes de la herida. Esta es una complicación común en medicina humana, en la que el 75% de las amputaciones son a causa de enfermedad vascular periférica, en su mayoría diabetes (Harker, 2006). En medicina veterinaria, especialmente en equinos, no es tan común la presencia de necrosis. El tejido no viable se observa clínicamente con un color púrpura, con bordes oscuros, secos, que se desprenden, tractos de drenaje y mal olor. Generalmente se produce una dehiscencia de la herida poco después de la cirugía, con un muñón frío y doloroso al tacto. Esta necrosis isquémica es responsable de un cierre demorado ya que prolonga la respuesta inflamatoria, impidiendo la contracción y epitelización de la herida, volviéndose un foco para el desarrollo de infección. En aquellos casos en los que no es muy extensa, se realiza un desbridamiento quirúrgico con tijeras o bisturí quitando todo el tejido desvitalizado y necrótico, cerrando por segunda intención sin ningún tipo de complicación. De lo contrario se debe reintervenir quirúrgicamente para realizar un desbridamiento más profundo (Thomson, 1972; Harker, 2006)

La infección es considerada como uno de los problemas de mayor significancia en la cirugía de amputación, tanto en medicina humana como en veterinaria. La misma puede plantear serios problemas: desde un enlentecimiento en el tiempo de cicatrización, un aumento en los días de permanencia en el hospital, retraso en el diseño de la prótesis, hasta una mayor morbilidad y mortalidad a causa de celulitis, osteomielitis y sepsis. Por dicho motivo la mayoría de los cirujanos recomienda el uso profiláctico de antibióticos. La incidencia de infección postoperatoria es alta en aquellos pacientes a los que se les realizan amputaciones distales, también los inmunocomprometidos o con tratamientos previos con corticoides, aquellos a los que se les realizó la amputación cerca de un foco infeccioso o los que permanecieron más días en el hospital por otros motivos (Harker, 2006). La presencia de celulitis se caracteriza por dolor, calor, edema y eritema local, formación de pus, necrosis y dehiscencia de la línea de sutura, acompañada de fiebre. Esta en casos severos culmina en sepsis. Si el foco de infección se localiza cerca del hueso es necesario realizar RX para descartar la presencia de una osteomielitis, ya que la misma requiere de un agresivo tratamiento antes de continuar con el manejo de la herida. Es recomendable realizar un monitoreo diario del muñón como rutina en todos los pacientes, buscando cualquier



signo premonitorio de infección, sin confundirlos con aquellos propios de la fase inflamatoria de la reparación. El uso de antibióticos sistémicos y locales en base a cultivos y antibiogramas, el desbridamiento y antisepsia de la herida, sumado al aumento en la frecuencia de los cambios de vendaje son pasos fundamentales en el manejo de la infección del muñón (Thomson, 1972; Koger, 1978; Harker, 2006).

La formación de un seroma puede ser una secuela común luego de una cirugía de amputación. Cuando el tejido subcutáneo es sometido a una gran disección respecto a la piel en las maniobras iniciales se crea un espacio muerto que culmina con la formación del seroma. En casos de amputaciones altas, en las que los músculos no son bien cubiertos por la fascia, el exudado producido por los mismos es volcado a ese espacio muerto formando un seroma. Una buena hemostasia, síntesis apropiada por planos eliminando espacios muertos, el uso de drenajes y el delicado manejo de los tejidos, especialmente el subcutáneo, son las claves para evitar la formación de los mismos (Weigel, 2006). Por las mismas causas también puede producirse la formación de un hematoma. Los mismos son coelectas localizadas de sangre que pueden formarse en un órgano, espacio muerto o tejido. Son una fuente de dolor en el extremo del muñón, infección ya que la sangre es el medio de cultivo ideal y también causan dehiscencia de la herida quirúrgica porque aumentan la tensión en los bordes de la misma. Se evitan con la colocación de un drenaje tubular debajo de la línea de sutura que se extrae a los tres días del postoperatorio (Harker, 2006).

Los edemas en el miembro amputado son frecuentes. La causa más común por la que se forman es la alteración del normal drenaje venoso del miembro a consecuencia de la cirugía, la que produce una trombosis venosa profunda. Los edemas generalmente son transitorios, debido a que al comenzar con el apoyo del muñón por medio de una prótesis se mejora la circulación del miembro, se restablece una circulación colateral y los mismos disminuyen o desaparecen. Los edemas puede ser una complicación a largo plazo en aquellos animales a los que no se les desea colocar una prótesis. Durante el período preprotésico se deben realizar movimientos pasivos de elevación, duchas y masajes del miembro amputado, así como también repetidos vendajes elásticos, diariamente, desde distal hacia proximal para ayudar al retorno venoso. En estos pacientes la higiene del muñón es fundamental debido a que poseen un compromiso en la función del sistema linfático, lo que los vuelve más susceptibles a las infecciones, especialmente linfangitis y celulitis. Los vendajes compresivos no solo ayudan a disminuir el edema y evitar su nueva formación, sino que también protegen la herida de los traumas, mantienen la higiene y moldean al miembro residual para el futuro diseño de una prótesis (Thomson, 1972; Harker, 2006).

En el contexto de cualquier amputación distal el manejo del dolor es clave ya que es una importante complicación. Un correcto manejo del mismo es un deber ético del médico veterinario. En el hombre se describen varios tipos de dolores en el postquirúrgico: aquel proveniente de la incisión quirúrgica y el del miembro fantasma. El primero se limita al extremo del muñón sobre los tejidos circundantes a la herida quirúrgica y consiste en una sensación de calor intenso como una quemadura. El segundo es un dolor que se siente en la parte amputada del miembro en el período postoperatorio inmediato, pudiendo persistir por años. El mismo consiste en una sensación que algunos describen como un prurito intenso y

otros como un desgarro (Thomson, 1972; Harker, 2006). El tipo de dolor que comúnmente experimentan los equinos es aquel que se produce en el extremo del muñón cuando el mismo sufre una dehiscencia, infección, isquemia, necrosis, osteomielitis, abscesos o hematomas. En los mismos no se ha podido demostrar si realmente existe el dolor del miembro fantasma, aunque se sospecha en aquellos animales en los que pese a un evolución satisfactoria del muñón, sin ningún tipo de complicación, el animal demuestra un intenso dolor del muñón rehusándose al uso de la prótesis y al apoyo del miembro (Redden, 2003). Generalmente se logra un control exitoso del mismo con el uso de antiinflamatorios no esteroideos, opioides y anestésicos locales, así como también mediante un delicado manejo de la herida: seleccionando el vendaje apropiado para cada tipo en particular, manteniendo levemente húmedo para evitar la fricción, usando materiales no adherentes para disminuir el trauma, el sangrado y el dolor al retirar los apósitos. (Harker, 2006).

La osteomielitis es una complicación no tan común en medicina veterinaria, como si lo es en medicina humana. En un reporte de 26 casos de amputaciones distales en equinos por Vlahos y Redden (2005) solamente un 7,8% sufrieron osteomielitis del muñón y necesitaron una segunda amputación a un nivel más proximal. Cuando se produce la dehiscencia de la sutura, el músculo y/o hueso pueden quedar expuestos, sufriendo erosión y osteomielitis. Esta situación requiere de un detenido examen del muñón para evaluar el grado de exposición ósea, determinar si la misma podrá ser cubierta por el tejido de granulación o si requerirá de una nueva amputación más proximal en el caso de que el mismo se encuentre desvitalizado. Aquellos animales amputados a través del hueso están más predispuestos a sufrirla que aquellos amputados a nivel articular, más aun si se produce una dehiscencia de la herida quirúrgica y la misma no es manejada de la manera adecuada. También puede producirse en forma iatrogénica durante la colocación de los clavos de transfixión en el momento de la cirugía. Se puede sospechar de osteomielitis si se observan tractos de drenaje de pus que vienen desde la profundidad, dolor en el muñón, no apoyo del mismo, fiebre, etc. La misma se diagnostica por medio de los RX y debe ser tratada en forma agresiva con antibióticos sistémicos, antibióticos locales (Antibioticoterapia regional intravenosa) y antiinflamatorios (Thomson, 1972; Vlahos y Redden, 2005; Harker, 2006).

La desmineralización ósea es una complicación que puede darse en los pacientes que permanecen en decúbito prolongado, con un miembro inmovilizado o sin apoyo, como puede ser el caso de los amputados. La mineralización ósea esta directamente relacionada con las cargas que recibe el hueso; se hipertrofia en áreas que soporta más peso y se atrofia perdiendo masa y tamaño en zonas que no sufren compresión. Esta ausencia de carga va acompañada de una pérdida significativa del contenido mineral, lo que aumenta el riesgo de sufrir fracturas en el postoperatorio por una disminución en el hueso de la resistencia a la fatiga. Pese a la desmineralización sufrida por los amputados a causa de la inmovilización del miembro residual, la matriz ósea permanece inalterada con lo que en un período de 30- 70 días luego de retomar la actividad física el contenido mineral se recupera (González, 2005).

Otra complicación que puede producirse a nivel óseo es el desarrollo de exostosis en el extremo del muñón. La mayoría de las veces no son palpadas clínicamente pero al realizar una radiografía de control en el postoperatorio se

observan. Están causados por la retención de trozos de periostio en el muñón. Esto se previene realizando una adecuada transección ósea cortando la diáfisis ósea al mismo nivel que el periostio y elevando levemente los bordes del mismo. Al mismo tiempo se evita la formación de secuestros óseos causantes de tractos de drenaje que retrasan la cicatrización de la herida y provocan dolor en el extremo del muñón (Thomson, 1972).

En las más modernas técnicas de amputación de los miembros se recomienda proceder a la transección de los nervios unos centímetros proximal al lugar de amputación y realizar la misma con un bisturí filoso evitando hacerlo con tijeras y sin realizar mucha tracción sobre los mismos. Todo esto con el fin de evitar la formación de neuromas. Los mismos se producen cuando los axones de las células nerviosas en un esfuerzo por reunirse con su extremo amputado, crecen y se entrelazan en sí mismos, formando una pequeña bola de tejido nervioso en los tejidos blandos del extremo del muñón. La formación de pequeños neuromas es común y si están a más de 5cm del extremo del muñón no provocan síntomas clínicos. Solamente aquellos que quedan adheridos a la cicatriz quirúrgica o al extremo óseo deben ser escindidos quirúrgicamente ya que producirán un intenso dolor (Thomson, 1972; Schwartz y col, 1994).

Una complicación poco frecuente en amputaciones en equinos es la contractura y osteoartrosis de las articulaciones proximales del miembro amputado. Las mismas se dan en animales con amputaciones proximales a los cuales no se les realiza una prótesis, como es el caso de los pequeños animales. No son muy comunes en los equinos pero pueden darse (Koger, 1970). Frecuentemente se observa en los pacientes humanos a los que se les amputa a nivel de la rodilla y no realizan movimientos pasivos de flexión, extensión, aducción y abducción (Thomson, 1972; Schwartz y col, 1994). Dado que tanto las amputaciones proximales como la no colocación de una prótesis son de muy mal pronóstico en equinos, no se realizan, presentándose con muy poca frecuencia esta complicación. La misma se previene con la colocación de un yeso de fibra en el postoperatorio inmediato, el uso temprano de una prótesis, así como también de una almohada que mantenga al miembro en semiflexión durante la estancia, junto con la realización de movimientos pasivos del miembro. Amputaciones proximales sin realización de prótesis dan como resultado atrofas de los músculos proximales del miembro, deformaciones angulares en el miembro contralateral en los animales jóvenes y contracturas o artrosis de articulaciones proximales (Thomson, 1972; Schwartz y col 1994; Guy, 1996; González, 2005).

## 5.4 DISEÑO DE DISPOSITIVOS PROSTÉTICOS

“Una **prótesis** es un dispositivo artificial diseñado para reemplazar, lo mejor posible, la función o la apariencia de una parte del cuerpo perdida o defectuosa” (Kelly, 2009). Las mismas pueden ser internas como en el caso de una prótesis articular o externas como un miembro artificial. En otras palabras, un miembro artificial es un tipo de prótesis que reemplaza una extremidad perdida o parte de ella, ya sea un miembro anterior o uno posterior. A diferencia de una prótesis, una ortésis es un dispositivo que se aplica en la parte exterior del miembro, para

controlar o complementar el movimiento del mismo dando soporte y alineamiento al sistema musculoesquelético, previniendo o corrigiendo deformaciones y mejorando la funcionalidad de las partes móviles de los miembros (Kelly, 2009).

La prótesis ideal es aquella que proporciona una buena función mecánica, soportando el peso corporal y manteniendo firmemente al miembro residual, realizando el mínimo gasto de energía en la marcha, siendo confortable al uso, cosméticamente aceptable, fácil de colocar y de remover sin necesidad de sedación y requiriendo solamente un mínimo mantenimiento (Guy, 1996; Kelly, 2009).

Existen varios puntos que se deben considerar previo a la realización de la prótesis: nivel de amputación, forma y funcionalidad que se lograron en el miembro residual, las características físicas y fisiológicas del animal amputado, el uso que se le dará en el futuro y los recursos financieros de los propietarios, entre otros.

Todas estas características son las que determinan los requerimientos individuales de construcción de la prótesis. La misma debe tener una forma externa, tamaño y peso adecuado para facilitar la fase de elevación y vasculación del miembro, logrando una marcha simétrica con el mínimo consumo de energía. Internamente debe tener la forma, diámetro y textura adecuada sin comprimir ni dejar zonas holgadas entre el muñón y el dispositivo para evitar las fricciones, lograr un correcto alineamiento y altura para proporcionar un adecuado soporte del peso y distribución de las presiones a través del esqueleto del dispositivo durante la marcha y poseer un sistema de suspensión adecuada para proporcione la seguridad al uso (Hampton, 1972; Kelly, 2009; Koger, 1987; Schwartz y col, 1994).

Las prótesis típicas son construidas a base de metal (aluminio, grafito o titanio) y polietileno de alta densidad. Otros materiales pueden ser fibra de vidrio, fibra de carbono, madera, etc. El polietileno es ampliamente difundido ya que es muy resistente y liviano, siendo capaz de soportar las continuas fuerzas del uso sin desgastarse (Schuch, 1998).

El peso óptimo de la prótesis es un tema de discusión, depende de varios factores entre los que se destacan: los materiales usados en la fabricación y los requerimientos del animal que la va a usar. La mayoría de las prótesis pesan entre uno y dos kilogramos, lo que se considera liviano para un equino. Las prótesis livianas tienen las ventajas de requerir menos energía para mover el miembro y por ende menos gasto muscular, pero al poseer un peso desigual entre el miembro amputado y su contralateral se produce una marcha asimétrica, requiriéndose también un mayor control durante la fase de elevación y balanceo. Por otro lado, una prótesis pesada aumenta mucho el esfuerzo muscular del miembro amputado, pudiendo producirse un retardo en la marcha si la misma es muy pesada, ya que es arrastrada. Un mayor esfuerzo debe ser realizado por las articulaciones proximales (coxo-femoral en miembros posteriores y por la articulación humero-radial y escápulo-humeral en miembros anteriores) de la extremidad amputada ya que para iniciar el paso no existe la ayuda de las restantes articulaciones. Aun no se ha estudiado el movimiento del miembro con una prótesis, pero la mayoría demuestran algunas alteraciones en el mismo: aumento del tiempo de elevación y balanceo, aumento del largo del paso del miembro contralateral y disminución del apoyo del miembro con la prótesis.

Se describen tres tipos de prótesis en el proceso de diseño de la misma: una prótesis temporaria, una preparatoria y una definitiva o permanente.

- A) La prótesis temporaria es aquella que se realiza poco después de la amputación, una vez que se extraen los puntos de sutura (entre dos y seis semanas). La misma tiene el objetivo de reducir la inflamación y el edema, endurecer el extremo del muñón y desensibilizarlo, preparándolo para el uso de una prótesis definitiva. Esto se produce por la acción de “bombeo” que se genera en la parte distal de la extremidad al caminar. También ayuda a recuperar el equilibrio del movimiento y fortalece los músculos, evitando la atrofia muscular y las contracturas articulares. Para lograr la remodelación y maduración del muñón la misma debe ser usada por un período de 3 a 4 meses aproximadamente. Se debe diseñar de tal manera que sea fácilmente ajustable, segura y confortable al uso, pese a que no parezca un miembro natural.
- B) La prótesis preparatoria, como su nombre lo dice, prepara a miembro residual para el uso de la prótesis definitiva. Se utiliza en aquellos casos en los que a pesar del uso de la prótesis temporaria por un período de 4 a 6 meses, se siguen dando cambios de remodelación en el muñón. La misma se realiza con un encastre transparente, que permite detectar lugares de compresión o fricción, así como también fallas de alineación, permitiendo ajustar los mismos con la máxima precisión. De esta manera se previenen los problemas de montaje, ya que dicha prótesis será el molde para realizar la definitiva.
- C) La prótesis permanente es la final, aquella que se realiza una vez que se cuenta con un muñón sano, con la forma y el tamaño adecuados. Típicamente se necesitará una prótesis nueva cada 2 a 4 años, debido a que los cambios continúan ocurriendo durante toda la vida pero de manera más lenta (Kelly, 2009).

Las prótesis de las extremidades constan de cuatro partes: una interfase con el miembro residual, un encastre, un sistema de suspensión que mantiene unidos la prótesis y el muñón y un dispositivo distal que reemplaza la parte perdida del miembro (Kelly, 2009).

La interfase es la barrera protectora que debe existir entre el muñón y el encastre. Esta se realiza de un material que absorba las fuerzas de compresión y cizalla que se producen durante el movimiento, debiendo ser suave y absorbente, como por ejemplo: espuma de poliuretano, goma EVA (Etileno acetato de vinilo), silicona, polifón de alta densidad, etc.

El encastre es la parte de la prótesis en la que se coloca el miembro residual. Su diseño varía mucho según el nivel de amputación, las necesidades del amputado y de los materiales con lo que se cuenta para su construcción. Es el aspecto más crítico de toda la prótesis, ya que a través del mismo se transmiten todas las presiones del apoyo. Se construye con un material plástico resistente a partir de un molde en yeso del muñón. Debe ser fuerte, cómodo y poseer el ajuste y la alineación adecuados. En general, cuanto más largo es el muñón y por ende el encastre de la prótesis, mayor será el área de superficie sobre la cual pueden

transmitirse las fuerzas, para así reducir al mínimo las presiones excesivas en el extremo del mismo. El diseño debe realizarse para maximizar el área total de contacto. La distribución de las presiones debe ser la siguiente: aumentar las cargas en las zonas donde hay tejidos blandos y reducirlas al mínimo en zonas sensibles. El mismo debe ajustarse al muñón tanto en la fase de elevación como en la de apoyo. Una vez que se logra un encastramiento con todas estas características, se le realiza un laminado exterior cosmético para lograr que se parezca al miembro contralateral sano (Hampton, 1972; Kelly, 2009; Schuch, 1998; Schwartz, 1994).

El sistema de suspensión es aquel que permite mantener la prótesis unida al muñón de manera estable durante la fase de elevación, maximizando el control de la prótesis, disminuyendo las abrasiones y el discomfort. Esto se logra de diferentes maneras. En el caso de muñones largos y con buena musculatura se utiliza solamente con un dispositivo de contacto total cuadrilateral, que comprime el encastramiento a determinados puntos estratégicos del miembro residual que lo permiten por la presencia de tejidos blandos, evitando de esta manera los movimientos de rotación y manteniendo la prótesis unida al muñón en todo momento. Con muñones más cortos con pocos tejidos blandos, como en la mayoría de los casos de amputaciones distales en equinos, se requiere una suspensión auxiliar como un vendaje especial con neopreno, velcros, un cinturón o correas de agarre ya sea al olécranon, calcáneo o una faja que pase por el tórax en caso de amputaciones más proximales. La suspensión de la prótesis debe ser la adecuada para proveer de seguridad al uso, previniendo la fricción durante el mismo que es la causante de abrasiones en el muñón. Por tales motivos los muñones largos son superiores a los cortos (Engstrom, 1999; Hampton, 1972; Kelly, 2009; Schuch, 1998; Schwartz, 1994).

El dispositivo distal o pie constituye la parte de la prótesis que reemplaza la región perdida del miembro, estando unida al encastramiento (Engstrom y Van de Ven, 1999; Hampton, 1972; Kelly, 2009; Schuch, 1998; Schwartz, 1994).

#### **5.4.1 Diseño**

Existen dos tipos distintos de diseño de prótesis: el exoesquelético y el endoesquelético. A pesar de que cumplen básicamente las mismas funciones se realizan de manera diferente (Engstrom y Van de Ven, 1999; Schuch, 1998).

El diseño exoesquelético está compuesto por una dura cubierta externa realizada con un laminado de acrílico y reforzado en fibra de vidrio o fibra de carbono. Este tipo de prótesis es rígida y tiene una forma similar al miembro (Engstrom, 1999; Schuch, 1998). Posee la ventaja de su durabilidad y la capacidad de transferir las fuerzas del apoyo a través del dispositivo y no por el extremo del muñón. Esta característica se la da el acrílico, que crea una gran superficie de impacto y capacidad de carga. Tiene como desventaja que no es fácilmente ajustable o moldeable luego que está terminada. Este tipo de prótesis está indicada cuando se necesita durabilidad y rusticidad como es el caso de animales que van a permanecer a campo, o aquellos que son pesados o deben cargar mucho peso en el miembro amputado (padrillos o yeguas reproductoras) (Engstrom y Van de Ven, 1999; Schuch, 1998).





**Fig.18, 19 y 20:** prótesis para equinos realizadas con un diseño exoesquelético. Obsérvese la sencillez y rusticidad que caracteriza los mismos (Redden, 2004).

El diseño endoesquelético posee una forma más anatómica y funcional. Este tipo de prótesis son más livianas, adaptables, pero menos cosméticas, resistentes y más caras. Poseen un encastre con cubierta interna de espuma suave, que se puede remover o modificar cuando sea necesario. El mismo se une a la parte distal correspondiente al casco por medio de un pilar de aluminio, grafito o titanio, lo que lo vuelve más liviano, funcional y ajustable que el anterior. Tiene la desventaja de ser más frágil y de requerir chequeos frecuentes para prevenir daños (Engstrom y Van de Ven, 1999; Schuch, 1998).



**Fig. 21, 22 y 23:** prótesis con diseño endoesquelético. Todos poseen un pilar de acero unido al encastre y un pie reforzado en goma. ([www.WillametteValleyEquine.com](http://www.WillametteValleyEquine.com), [www.theHorse.com](http://www.theHorse.com)).

La mayoría de los autores recomiendan asesorarse con técnicos en la realización de prótesis y ortésis de medicina humana para el diseño de las mismas (Orsini, 1985; Guy, 1996; Vlahos y Redden, 2005).

Como primer paso cuando el muñón está completamente sano, moldeado y remodelado, se debe tomar un molde en yeso. Se cubre el miembro residual con un stokinette hasta su parte proximal. Se colocan tres capas de venda de yeso y se las deja hasta que endurezca pero sin llegar a fraguar; en ese momento se corta el yeso por su lateral para poder extraerlo. Así se obtiene un negativo del muñón, que

se rellena de yeso para obtener un molde positivo del mismo sobre el cual trabajar (Guy, 1996).

Sobre esta replica del miembro residual se comienza a rellenar con yeso aquellos puntos de prominencias óseas, en los que se pretende restar el apoyo, logrando en el dispositivo terminado que en esos puntos se eviten las presiones, ya que se logra formar una pequeña cámara de aire entre la interfase y el muñón. De manera opuesta se concentran mas presiones en aquellos puntos en los cuales el muñón está cubierto por tejidos blandos, lijando el molde en dichas zonas. De esta manera se logran puntos sobre los cuales la prótesis puede comprimir sin lastimar, evitando la rotación de la misma sobre el muñón y asegurando su permanencia durante la fase de elevación (Guy, 1996).

En el extremo distal del molde se coloca una almohadilla de goma, silicona o polifón de alta densidad, que es fabricada especialmente para rellenar el extremo del dispositivo y su función va a ser absorber las presiones que se generen en el extremo del muñón. A continuación se comienzan a trabajar sobre el molde y la almohadilla colocando por capas los diferentes materiales que van a formar la prótesis, comenzando por la más interna, la interfase, que generalmente es de un material blando y suave como la goma EVA, hasta las más externas, generalmente de resina poliéster que es muy rígida. Los materiales se deben seleccionar tratando de maximizar la rigidez y resistencia del dispositivo, disminuyendo el peso del mismo. Por ello, los más usados son: resinas, fibra de vidrio, fibra de carbono, acero inoxidable y goma (Koger, 1970; Guy, 1996; Valhos y Redden, 2005).

Luego que las diferentes capas se endurecen, el molde de yeso se rompe permaneciendo únicamente el laminado negativo del miembro residual y la almohadilla, los que constituyen la interfase con el miembro residual y el encastre de la prótesis. A continuación se le debe realizar una ventana que permita la colocación de la prótesis. Esta se realiza cortando todo el laminado de la región medial o lateral, obteniendo una tapa, que se extrae para colocar el muñón y luego se mantiene unida al dispositivo por correas o citas autoadherentes (velcro).

Cuando el encastre está terminado se une a la parte distal de la prótesis. La misma se debe realizar con el ángulo y largo correctos, obtenido en base a la medición del largo del miembro contralateral. Los materiales para su fabricación pueden ser: las mismas resinas usadas para el encastre rellenas en su interior de madera o poliuretano, o también un pilar tubular de acero inoxidable, grafito o titanio. El extremo distal de la prótesis debe ser reforzado con un material liviano, resistente y antideslizante que proporcione seguridad al uso, como ser goma de neumático o de zapatos (Schuch, 1998).

#### **5.4.2 Complicaciones postprostésicas**

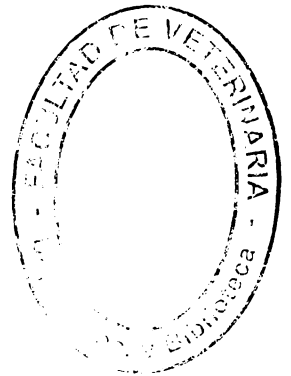
Luego que el equino comienza con el uso de una prótesis los problemas en la piel del muñón constituyen una de las mayores complicaciones.

Para comenzar con el uso de una prótesis definitiva se debe contar con un muñón sano, con una cicatriz en buenas condiciones. Pese a ello muchas veces se producen vesículas, erosiones o soluciones de continuidad profundas. La causa de



las mismas puede ser: por roces en aquellas zonas en las cuales la prótesis queda floja, por presión en los puntos en que se soporta la mayor parte del peso o por hipersensibilidad a los materiales de la prótesis o del vendaje.

El tratamiento para estas heridas producidas por la prótesis consiste en suspender su uso por algunos días hasta lograr la nueva cicatrización, y al mismo tiempo realizar un vendaje no adherente hasta lograr la completa cicatrización del muñón. En aquellos casos en los que estas heridas se producen de manera repetida, sería necesario realizar una nueva revisión de la misma. Siempre es prudente evaluar si la prótesis no está comprimiendo o ejerciendo mucha presión, en ciertos lugares del muñón con poca cobertura por parte de los tejidos blandos, para así poder ir modificándolos en el transcurso del proceso de adaptación (Thomson, 1972).



## **6. DESARROLLO, MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 PRESENTACIÓN DEL CASO**

#### **RESEÑA Y ANAMNESIS**

Un equino hembra, raza árabe de 2 años de edad, llamada Zaharat, se presentó a consulta en el hospital de la Facultad de Veterinaria (UdelaR) el día 14 de junio del año 2006, con amputación traumática del miembro posterior derecho a causa de un accidente con un alambrado. La evolución era de 24 horas durante las cuales no hubo ningún tipo de tratamiento ni protección de la herida (Fig. 24 a 26).



**Fig. 24, 25 y 26:** aspecto del miembro cuando llegó a la consulta, presentando una amputación traumática de parte del dígito con necrosis distal y gran contaminación.

#### **E.O.G.**

El animal presentaba sensorio alerta, buen estado corporal y correcta conformación, se desplazaba sin dificultad y realizaba las grandes funciones orgánicas con normalidad. Las mucosas presentaban color rosado pálido con Tllc 2 seg., FC 44, FR 36 y T 38,4 °C.

#### **E.O.P. de MPI**

La evaluación del miembro reveló la presencia una herida abierta de tipo avulsiva a nivel de la cuartilla, que incluía en su extremo la parte proximal de la segunda falange y los tejidos circundantes.

Se procedió a evaluar determinados puntos considerados determinantes en el manejo de la herida, ellos son: el tiempo de producida, aporte vascular, grado de contaminación y viabilidad de los tejidos circundantes. Al haber sufrido una avulsión de la porción distal del miembro, no se produjo gran hemorragia pero el aporte sanguíneo a los tejidos no era bueno, por consiguiente, los colgajos de piel estaban necróticos, el extremo óseo expuesto correspondiente a la segunda falange se encontraba desvitalizado y tanto tendones flexores como extensores presentaban contaminación masiva.

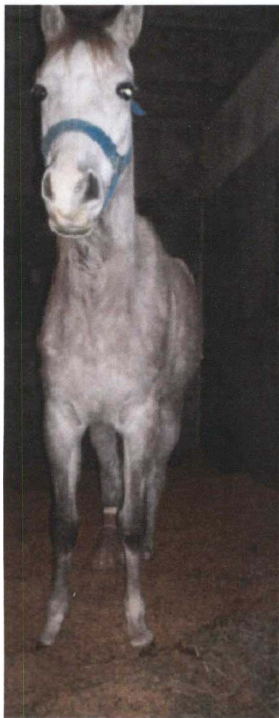


## 6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CASO

Para los propietarios la eutanasia no era una opción debido al valor afectivo y reproductivo del animal, que por su alto valor genético, podría ser usado como donante de embriones en un futuro plan de transferencia embrionaria. Por ello fue que se planteó como una opción la realización de una cirugía de amputación.

Como primer medida se realizó una evaluación para determinar si se reunían las condiciones necesarias para llevar adelante dicho procedimiento. La paciente rápidamente demostró su actitud de adaptación frente a la falta del miembro: caminando, echándose, parándose sin dificultad y pasando más tiempo en decúbito. La misma tenía un buen estado de salud, era joven, liviana, ágil y dócil en su manejo. Había sufrido una amputación traumática en la parte distal del miembro, por lo cual la cirugía consistiría únicamente en amputar en la articulación proximal a la injuria. Sumado a esto, los propietarios contaban con los medios económicos para solventar el tratamiento y la Facultad de Veterinaria con un equipo de trabajo multidisciplinario con mucha dedicación e interés en el tema. Se optó por la amputación como el tratamiento a seguir.

## 6.3 PREQUIRURGICO



El mismo tuvo como objetivo la estabilización general del paciente y la preparación de la herida para llegar en las mejores condiciones posibles al acto quirúrgico. Su duración fue de dos días y consistió en un tratamiento médico a base de antibióticos y antiinflamatorios: Penicilina- Estreptomina 20000 UI/kg IM cada 12 hs, Gentamicina 6,6 mg/kg IV cada 24 hs y Fenilbutazona 4,4mg/kg IV cada 24 hs. El motivo para dicha elección fue que estos antibióticos están indicados como primera línea de defensa ante los microorganismos que más comúnmente contaminan las heridas en las porciones distales de los miembros. También se administró un booster de la vacuna antitetánica, debido a que contaba con todas las vacunas al día.

Se procedió a realizar el manejo de la herida. El mismo consistió en depilación todo alrededor del borde de la herida hasta la mitad del metatarso, lavados con esponja y yodoforo detergente y enjuagues con solución salina isotónica al 0,9% para lograr disminuir la contaminación bacteriana y eliminar cuerpos extraños. Se realizó un desbridamiento quirúrgico de la herida por capas, eliminando todo el tejido desvitalizado y necrótico y posterior desinfección con yodóforo al 0,1%. Por último se colocó un vendaje de sostén utilizando gasa estéril cubriendo la herida, venda de algodón, sobre ésta un stokinette y venda elástica autoadherente. Las curaciones se repitieron cada 12 hs hasta el momento de la cirugía.



## 6.4 PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

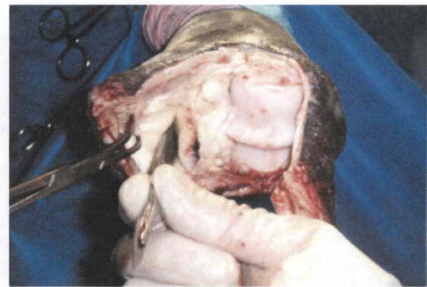
El día 16 de junio se decidió realizar la cirugía de amputación convencional a nivel de la articulación Mtt-F.

El protocolo anestésico fue el siguiente: como preanestésico se administró 0,5 mg/Kg. de xilacina al 10% IV. Para la inducción se utilizó Eter Gliceril Guayacolato al 5% IV a efecto y 1 gr. de tiopental al 10% IV. Se intubó y el mantenimiento se realizó con halotano en circuito semicerrado. Se colocó al equino en decúbito lateral izquierdo, realizando una ligadura de Esmarch en la región metatarsiana proximal y se procedió a la antisepsia del campo quirúrgico.

Se eliminaron todos los tejidos desvitalizados y necróticos. A continuación se realizaron colgajos plantar y dorsal, el dorsal a 3 cm y el plantar a 5 cm distal a la articulación Mtt-F. Se realizó ligadura los vasos digitales con material sintético absorbible (Poligalactin 910 n° 0), neurectomía de los nervios digitales y disección de tejidos blandos. Posteriormente se desarticuló la articulación Mtt-F, conservando parte de la capsula articular y la membrana sinovial como constituyente del colgajo dorsal (Fig. 27).



**Fig. 27:** Colgajo plantar formado por los tendones flexores junto con fascia superficial y colgajo plantar formado por la capsula articular y los tendones extensores.



**Fig. 28:** Indicación del lugar de ingreso a la vaina digital para realizar el lavado con suero y el depósito de antibiótico en la misma.

Se lavó la vaina digital con solución salina isotónica dejando en ella 40 ml de dicha solución con 1 gr. de gentamicina (Fig. 28). Los tendones flexores y extensores se suturaron sobre el extremo del tercer metatarsiano con un patrón de sutura a puntos separados en "U" horizontal con material sintético absorbible (Poliglactin 910 n° 2) Se suturó el muñón por planos: fascia y subcutáneo en un patrón de sutura continua simple con Poligalactin 910 n° 2-0 y piel con un patrón de puntos simples con nylon monofilamento n° 0 (Fig. 29).

Se le realizó un vendaje acolchado del muñón a base de gasa estéril, venda de algodón y venda elástica autoadherente (Fig. 30). Posteriormente fue llevada al box de derribo, donde se recuperó de la anestesia sin complicaciones con mínima ayuda al reincorporarse.





**Fig. 29:** aspecto del muñón suturado luego de finalizada la cirugía.



**Fig. 30:** Vendaje del muñón realizado con gasa, venda de algodón y venda elástica autoadherente.

## 6.5 TRATAMIENTO POSTQUIRÚRGICO Y DISEÑO DE LA PRÓTESIS

La paciente volvió al box por sus propios medios cuando la recuperación de la anestesia fue total. Durante la primera semana postoperatoria fue mantenida en reposo absoluto. Al examen objetivo general diario no se observaron anomalías, manteniendo la T°, FC, FR, mucosas, y grandes funciones dentro de los parámetros normales. La misma caminaba, se incorporaba y echaba sin dificultades, apoyando el miembro amputado en todo momento, no presentando actitudes anómalas.

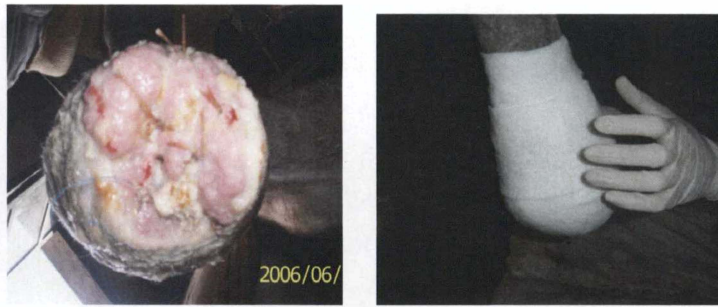
Se realizaron curaciones y cambios de vendajes diarios de la herida quirúrgica, prestando especial atención a la presencia de posibles complicaciones. Las mismas se realizaban con yodóforo al 0,1%. El vendaje durante dicho periodo consistió en gasa estéril, venda de algodón y stokinette cubierto por venda autoadherente. El miembro contralateral fue vendado con una venda de descanso.

El tratamiento médico consistió en 7 días de antibióticos y analgésicos: penicilina-estreptomicina 15000 UI/kg IM cada 12 hs, gentamicina 6,6 mg/kg IV cada 24 hs y como analgésico fenilbutazona 4,4 mg/kg IV cada 24 hs.

Al quinto día se produjo a dehiscencia de la herida quirúrgica. Por tal motivo se extrajeron los puntos, intensificándose las curaciones y los cambios de vendaje, tratando de estimular la formación de tejido de granulación para rellenar el defecto (Fig. 31 a 34).







**Fig. 31 a 34:** Curaciones diarias durante la primer semana con agua oxigenada y yodóforo diluido. Nótese el desarrollo de tejido de granulación en la herida la cual sufrió dehiscencia.

A partir de la segunda semana postoperatoria comenzó a inflamarse la región metatarsiana plantar con dolor y calor, observándose un menor apoyo del miembro. Se produjeron algunos picos de temperatura y la herida aumentó la exudación. Se extrajo sangre para realizar un hemograma. El mismo reveló la presencia de una anemia microcítica, hipocrómica con anisocitosis y leucocitosis con neutrofilia, indicativos de un proceso inflamatorio-infeccioso. Por tales motivos se decidió un cambio en el tratamiento médico, comenzando con enrofloxacin 5mg/Kg. IV cada 24 hs y fenilbutazona 2 grs. oral cada 24 hs. También se suplementó con un hematinico vía oral (Hemovera). La antisepsia de la herida se comenzó a realizar dos veces al día, utilizando únicamente yodóforo al 01% y realizando los vendajes de la misma manera.

#### **Cuadro III: Resultado del Hemograma**

- ✓ **Hematocrito:** 16%
- ✓ **Hemoglobina:** 5,5 gr/dl
- ✓ **Leucocitos:** 21200/mm<sup>3</sup>
  - Neutrófilos: 75% (15900/mm<sup>3</sup>)
  - Linfocitos: 22% (4664/mm<sup>3</sup>)
  - Monocitos: 2% (424/mm<sup>3</sup>)
  - Eosinófilos: 1% (212/mm<sup>3</sup>)
- ✓ **Frotis sanguíneo:** Eritrocitos microcíticos, hipocrómicos y con anisocitosis.

*Fuente: Facultad de veterinaria, Centro Hospital Veterinario Laboratorio de análisis clínicos (22/6//06).*

Luego de 11 días de tratamiento se produjo una mejoría notoria, disminuyendo el exudado, dolor e inflamación y aumentando el desarrollo de tejido de granulación (Fig. 35). Se extrae sangre para un nuevo hemograma de control. El mismo mostró una mejoría.



**Fig. 35:** desarrollo de tejido de granulación, disminución de la inflamación y el exudado.



#### **Cuadro IV:** Hemograma de control.

✓	<b>Hematocrito:</b> 27%
✓	<b>Hemoglobina:</b> 8 gr/dl
✓	<b>Leucocitos:</b> 12500/mm <sup>3</sup> Neutrófilos: 68%(8500 mm <sup>3</sup> ) Linfocitos: 28%(3500mm <sup>3</sup> ) Monocitos: 4%(500mm <sup>3</sup> )
✓	<b>Frotis sanguíneo:</b> Eritrocitos con marcada anisocitosis.

*Fuente: Facultad de veterinaria, Centro Hospital Veterinario Laboratorio de análisis clínicos (5/7/06).*

Se suspende el tratamiento con antibióticos y a los tres días se saca una muestra para cultivo y antibiograma del exudado que drenaba por un orificio en el centro de la granulación no obteniendo crecimiento de colonias. Por tal motivo se continúa únicamente con la administración oral de 300 mg de vedaprofeno según criterio, los cambios diarios de vendaje y masajes con thermafex gel (Mentol 4,0%, metilsulfonilmetano, extracto de plantas caléndula y romero, aceite de melaleuca leucadendron, alcohol y bencil nicotinato) para estimular la circulación sanguínea y así disminuir el edema en el miembro.

Luego de diez días el orificio por el cual drenaba comienza a cerrarse por la disminución del exudado, de la misma manera que comienza a epitelizar. Se nota una deformación fluctuante caliente y dolorosa al tacto en la región metatarsofalangiana del miembro amputado en distal y lateral, que se drena por una incisión, drenando un líquido sanguino-purulento (Fig. 36). Se continúa durante 20 días con las curaciones diarias con iodóforo al 0,1% y los cambios diarios de vendaje, hasta el cierre del absceso. El muñón continúa epitelizando, el orificio de drenaje cierra totalmente y el edema disminuye consecutivamente con los masajes.



**Fig. 36:** Punción del absceso.

Se extrae nuevamente sangre para un hemograma de control, notándose una mejoría con respecto al anterior.



**Cuadro V:** Nuevo hemograma de control

- ✓ **Hematocrito:** 38%
- ✓ **Hemoglobina:** 14,2gr/dl
- ✓ **Leucocitos:** 9800/mm<sup>3</sup>
  - Neutrófilos: 64% (6272/mm<sup>3</sup>)
  - Linfocitos: 33% (3234/mm<sup>3</sup>)
  - Monocitos: 4% (392/mm<sup>3</sup>)
  
- ✓ **Frotis sanguíneo:** s/p

*Fuente: Facultad de veterinaria, Centro Hospital Veterinario Laboratorio de análisis clínicos (21/7/06).*

A los dos meses de la cirugía se comienza a sacar diariamente durante 30 minutos a caminar con un vendaje acolchado del muñón, notándose un franco apoyo del mismo y disminución del edema del miembro residual, así como también un continuo crecimiento del epitelio sobre el tejido de granulación (Fig. 37, 38 y 39).



**Fig. 37:** Aspecto del miembro residual a los 60 días de la cirugía.



**Fig. 38:** Paciente realizando sus paseos diarios sin dificultad.



**Fig. 39:** Reducción del tejido de granulación hasta el nivel de la piel.

En dicho momento se comienza con el diseño de la prótesis provisoria. La misma consistió en un tubo de PVC abierto y moldeado con calor como encastre, con una plancha de polyfom de alta densidad en su extremo sobre el cual apoya al muñón y un pie formado por la continuación del mismo PVC al cual se le agregó una goma dispuesta de manera convexa y en sentido antero-posterior en su extremo para facilitar el movimiento y evitar el deslizamiento excesivo. La misma se mantenía unida al miembro por medio de velcros o cintas. Antes de colocarla se realizaba vendaje acolchado con algodón, stokinette y neopreno para proteger el muñón de posibles erosiones o contusiones. Esta prótesis se colocaba y extraía diariamente (Fig. 40, 41 y 42).

Se la comenzó a sacar a caminar con la prótesis por un período de una a dos horas diarias, permaneciendo el resto del día en el box. Posteriormente se le permitió permanecer toda la mañana en un corral amplio al aire libre en el cual podía caminar y trotar, realizándolo sin dificultades. Por la tarde se extraía la prótesis, se limpiaba el muñón prestando especial atención a la presencia de erosiones, se le colocaba un vendaje de protección del muñón y se la dejaba a box toda la noche.





**Fig. 40, 41 y 42:** apariencia del miembro residual luego de colocado el vendaje acolchado, la prótesis de PVC y el vendaje externo protector. Nótese el correcto alineamiento del miembro amputado.

Luego de 15 días de uso de la prótesis de PVC comienza con una claudicación y no apoyo del miembro amputado al colocarle el dispositivo. Al examen del miembro se notó la presencia de una deformación fluctuante y dolorosa al tacto a lo largo de la cara plantaromedial del metatarsiano principal, correspondiente con una tenosinovitis de la vaina de los flexores (Fig. 43 y 44). Se extrae sangre para un hemograma, el cual nos aproxima hacia un cuadro inflamatorio infeccioso.

**Cuadro VI:** Resultado del hemograma

- ✓ **Hematocrito:** 41%
- ✓ **Hemoglobina:** 14,4gr/dl
- ✓ **Leucocitos:** 20200/mm<sup>3</sup>
  - Neutrófilos: 40% (8080/mm<sup>3</sup>)
  - Linfocitos: 54% (10908/mm<sup>3</sup>)
  - Monocitos: 2% (404/mm<sup>3</sup>)
  - Eosinófilos: 4% (808/mm<sup>3</sup>)
- ✓ **Frotis sanguíneo:** s/p

*Fuente: Facultad de veterinaria, Centro Hospital Veterinario Laboratorio de análisis clínicos (13/9/06).*

Por tal motivo se indicó: enrofloxacina 2,5 mg/Kg. cada 12 hs IV, cambios de vendaje diarios y se suspende la colocación de la prótesis. Dicho tratamiento se mantuvo una semana, luego del cual se nota una gran mejoría: disminución de la claudicación, ausencia de dolor y reducción total del edema. Al finalizar el mismo se volvió a colocar la prótesis sin problemas.



**Fig. 43 y 44:** vista dorsal y medial del miembro amputado. Obsérvese la deformación pantaromedial.

A los 40 días de finalizado el tratamiento médico comienza nuevamente con una claudicación, aumento de la temperatura corporal, inflamación y edema del miembro, con calor y dolor al tacto, observándose un orificio en el pequeño tejido de granulación de la parte distal y lateral del muñón por el cual comenzó a drenar un líquido sanguino-purulento. Se suspende la colocación de la prótesis, se comienza a suministrarle vedaprofeno oral 300 mg y se extrae una muestra para cultivo y antibiograma.

**Cuadro VII:** Resultado del cultivo y antibiograma

<p><b><u>Bacteriología:</u></b>          Tipo de muestra: Exudado de muñón de MPD          Recolección: Hisopo estéril</p> <p><b><u>Cultivo y antibiograma:</u></b></p> <p><i>Streptococo beta hemolítico no grupo A.</i> Sensible a: Penicilina, Ampicilina, Eritromicina, Clindamicina, Amoxicilina-ac. Clavulánico, Cefuroxime, Cefadina.</p> <p><i>Klebsiella spp.</i> Sensible a: Cefuroxime, Gentamicina, Amikacina, Enrofloxacina, Ciprofloxacina. Resistente a: Ampicilina, Amoxicilina, Tetraciclina, Trimetoprim-sulfametoxazol, Cefradina.</p>
---

Fuente: LACLIVET. Laboratorio clínico veterinario. 6/11/06.

Por tal motivo se comenzó con un tratamiento a base de antibióticos por un período de 10 días: gentamicina 6,6 mg/kg IV cada 24 hs y penicilina estreptomina 20000 IU/kg cada 12 hs IM. Al finalizarlo la paciente no presentaba edema en el miembro, ni signos de inflamación, reduciéndose completamente el exudado.



Luego de 5 meses de la cirugía de amputación al contar con un miembro residual en perfectas condiciones, se decide realizar la prótesis definitiva. Para ello se contó con el asesoramiento de un técnico en el diseño de prótesis y ortésis del Instituto de Traumatología del MSP.

Para esta yegua se optó por un diseño exoesquelético, rústico y liviano, en base a resinas poliéster y mallas de alta resistencia, reforzadas con fibra de vidrio. Como primer paso se le realizó un yeso del miembro residual, extrayéndolo antes de que el mismo frague, para así obtener un negativo del muñón (Fig. 45). El mismo se rellenó con yeso, obteniéndose una copia positiva del miembro sobre la cual trabajar.

En este molde se escofinaron las zonas que pueden recibir presión por parte de la prótesis porque cuentan con tejidos blandos y se rellenaron aquellas en las que no se puede comprimir porque son prominencias óseas (Fig. 46). De esta manera se logra que el encastre pueda comprimir en determinadas zonas del miembro actuando como sistema de suspensión durante la fase de elevación y evitando la rotación del dispositivo.



**Fig. 45:** realización del yeso como negativo del miembro.



**Fig. 46:** molde positivo del miembro, pronto para comenzar a realizar la prótesis sobre él.

Como primer paso se realizó la interfase. La misma se hizo con goma EVA en toda la superficie de contacto y polyfom de alta densidad en el extremo de la prótesis, donde el muñón es más susceptible a las abrasiones. La misma se coloca sobre el molde en yeso, se calienta y moldea, adaptándose rápidamente (Fig. 47).

Posteriormente se realizó el encastre. Para ello se colocaron varias capas de mallas y fibra de vidrio, mezclándolas con la resina poliéster sobre el molde de yeso con la interfase ya pronta, realizándolo dos veces para darle mayor resistencia. Previo a la colocación de la resina se le agregó un pie de acero en el extremo, que va a constituir el pilar de la parte distal de la prótesis (Fig. 48). Luego del secado del encastre se le realizó una ventana sobre el lado medial por la cual colocar el miembro, dado que la forma del muñón no era tubular, sino que en su extremo el diámetro era mayor (Fig. 49).



El dispositivo distal o pie de la prótesis se realizó a partir del pilar de acero fijado al encastre. El mismo se reforzó con poliuretano de alta densidad y madera en su extremo, ambos materiales livianos y de gran resistencia (Fig. 50).



**Fig. 47:** Interfase realizada en goma EVA y polyfom.



**Fig. 48:** Encastre realizado con mallas y fibra de vidrio.



**Fig. 49 y 50:** encastre y dispositivo distal terminado.



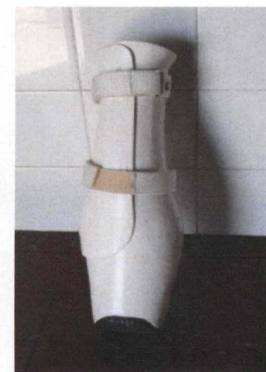
Posteriormente se procedió a medir correctamente el largo y la angulación del pie de la prótesis, buscando el alineamiento correcto del miembro amputado con respecto al contralateral sano. También se tuvo en cuenta aspecto estético buscando imitar el color del pelo, la forma y funcionalidad de la prótesis con respecto al miembro sano. En base a esto se realizó el laminado exterior estético de la misma con resina poliéster color gris. Por último se colocaron las correas con velcro para mantener la tapa unida a la prótesis, se escofinó el extremo de la prótesis de manera convexa en sentido dorso-plantar y se pegó en el mismo una goma antideslizante (Fig. 51 a 53).



**Fig. 51:** Vista medial de la prótesis. Se observa el interior de la misma.



**Fig. 52:** Nótese el normal desplazamiento del animal con la misma.



**Fig. 53:** Vista posterior del dispositivo.



## 6. RESULTADOS

12/1

Luego de 6 meses del procedimiento quirúrgico, la yegua fue dada de alta del hospital de la Facultad de Veterinaria. Fue llevada al Haras "Las Rosas", donde se la sometió a un programa de transferencia de embriones sin obtener éxitos. La misma permanece todo el día en un corral, en el que se desplaza con facilidad, trota y realiza cortos galopes (Fig. 54).



**Fig. 54:** Trotando libremente en la pastura. Obsérvese la simetría del paso en el momento previo al apoyo del miembro amputado.

## 7. DISCUSIÓN

La cirugía de amputación y la posterior realización de un dispositivo protésico deben ser consideradas solamente en aquellos equinos que de otra manera serían sometidos a eutanasia. El principal objetivo del procedimiento debe de ser el restaurar la funcionalidad del miembro lo más parecido a lo normal.

En este caso se decidió la realización del procedimiento ya que se reunían prácticamente las condiciones ideales de selección del caso. El paciente era joven con buen estado corporal, buena conformación, dócil en su manejo y se adaptó rápidamente a la falta del miembro. La causa era una injuria aguda irreparable, en la región distal del miembro, que aun no había repercutido en el resto del organismo. Por otro lado los propietarios contaban con los medios económicos y el personal con la disponibilidad y capacidad necesarias.

De las diferentes opciones para la amputación se eligió la convencional porque se consideró la más apropiada para este caso, por la disponibilidad de materiales y las condiciones de manejo. La amputación osteomioplástica no es opción en las amputaciones distales en el caballo por carecer de músculos en estas regiones. La amputación abierta no se consideró apropiada por las condiciones en que se manejan los caballos y la alta incidencia de formación de tejido de granulación exuberante en regiones distales. La desarticulación de la articulación Mtt-F se eligió sobre la osteotomía del metatarsiano por ser el procedimiento quirúrgico más simple, tener menos probabilidad de osteomielitis del muñón y proveer un muñón más largo para la colocación y sujeción de la prótesis. La adaptación a la prótesis y manejo de los pacientes con ella es más fácil cuanto más largo es miembro residual. Se consideró la posibilidad de realizar injerto de ranilla pero esta técnica es más

apropiada cuando se hace la amputación a nivel de la Art. IFP o IFD. En estos casos el largo del miembro se acorta poco y los caballos caminan con mínima dificultad. En nuestro caso el acortamiento del miembro era considerable. Podría haberse hecho de todas maneras para dar una superficie de apoyo córnea al muñón en la prótesis que podría disminuir los problemas de lesiones por presión. Este es otro punto a considerar en casos similares.

En este caso no se utilizó ningún dispositivo de sostén para la recuperación de la anestesia, por no contarse con ellos y porque las instalaciones no lo permitían. El yeso de transfixión hubiese sido ideal para evitar el trauma del muñón pero se descartó en principio por trabajar sobre un muñón con probabilidad de infección post operatoria, porque requiere de anestésicos generales para su manejo ulterior y no está exento de complicaciones propias.

Las complicaciones del muñón (dehiscencia de la herida e infección) estaban dentro de lo esperado para nuestra elección del método de amputación y manejo postoperatorio pero se consideró que eran riesgos aceptables y manejables. Un factor que pudo incidir en la dehiscencia de la herida, además de la infección, pudo haber sido que si bien se realizó el colgajo caudal más largo para no dejar la sutura en la zona de apoyo de hecho quedó corto. Esta es una consideración importante a tener en cuenta en casos ulteriores.

El factor más importante de todo el procedimiento es obtener un muñón saludable y fuerte para el uso de un dispositivo. Por eso el uso de una prótesis temporaria ayudó al paciente a minimizar las fuerzas en el extremo del muñón y prepara al mismo para el uso de una prótesis definitiva. La misma fue construida por técnicos en el diseño de prótesis y ortésis, optándose por un diseño exoesquelético; tratando de darle forma, alineación y funcionalidad al miembro amputado con respecto a su contralateral, confort al uso, rusticidad, facilidad de limpieza y mantenimiento.

El carácter del equino, el control y trabajo continuo con el paciente durante 6 meses fueron factores determinantes en el éxito de esta cirugía.

## **8. CONCLUSIONES**

Las amputaciones distales y la realización de prótesis es un método que permite salvar la vida de determinados equinos de gran valor genético con fines reproductivos o aquellos con valor sentimental. Las mismas pueden ser exitosas si se realiza una correcta selección del caso.

Es un procedimiento quirúrgico es sencillo y viable ante lesiones graves como: fracturas o injurias irreparables, infosura con pérdida del casco, artritis séptica incontrolable o necrosis avascular.

Las amputaciones de un dígito total o parcial son más fáciles de manejar y de mejor pronóstico que aquellas proximales, por el mayor confort del equino y la mejor adaptación a la prótesis.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. BRUMBAUGH, GW. (2005) Use of Antimicrobials in Wound Management. Veterinary Clinics of North America. Equine Practice; 21(1): 63-75.
2. COLLES, CM. (2004) Amputation and prosthesis in the horse. Equine Veterinary Education; 16: 240-241.
3. CRAWLEY, GR.; GRANT, BD.; KR PAN, MK.; MAJOR, MD. (1989) Long-term follow-up of partial limb amputation in 13 horses. Veterinary Surgery; 18: 52-55.
4. ENGSTROM, B.; VAN DE VEN, C. (1999) Therapy for the Amputees. 3° ed. Edinburgo, Churchill Livingstone, 332p. Disponible en: <http://books.google.com.uy/books>. Fecha de consulta 3/2/09.
5. EVANS, W. (1978) Amputation of the forelimb in a pony mare. Veterinary Record; 103: 159-160.
6. GONZALEZ, MA.; RAMBAU, O.; SALINAS, F. (2005) Amputación de la extremidad inferior y discapacidad: Prótesis y Rehabilitación. España, Elsevier, 239 p. Disponible en: <http://books.google.com.uy/books>. Fecha de consulta 16/5/09.
7. GRANT, BD. (1996) For Life and Limb: Amputation. Disponible en: [www.TheHorse.com/Viewarticle.aspx?ID=819](http://www.TheHorse.com/Viewarticle.aspx?ID=819). Fecha de consulta 7/10/08.
8. GRANT, BD. (1998) Amputación y dispositivos protésicos. En: Colahan, P.T., Merritt, A.M., Mayhew, I.G., Moore J.N. Medicina y cirugía equina. 4a ed. Buenos Aires, Intermedica, pp 1151-1152.
9. GUY, SJ. (1996) Amputation and Prosthesis. Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice; 12 (1): 249-261.
10. HAMPTON, FL. (1972) Prosthetic principles in the lower extremity amputee. Orthopedic Clinics of North America; 3: 339-347.
11. HARKER, J. (2006) Wound healing complications associated with lower limb amputation. Disponible en: [www.worldwidewounds.com/2006/september/Harker/Wound-Healing-Complications-Limb-Amputation.html](http://www.worldwidewounds.com/2006/september/Harker/Wound-Healing-Complications-Limb-Amputation.html). Fecha de consulta 3/2/09.
12. HENDRICKSON, D (2005) Factors that Affect Equine Wound Repair. Veterinary Clinics of North America. Equine Practice; 21: 33-44.
13. KELLY, BM. (2009) Upper limb prosthesis. Disponible en: [www.emedicine.medscape.com/article/317234](http://www.emedicine.medscape.com/article/317234). Fecha de consulta 16/5/09.
14. KELMER, G.; STEINMAN, A.; LEVI, O.; JOHNSTON, D. (2004) Amputation and prosthesis in a horse: short- and long-term complications. Equine Veterinary Education; 16: 235-240.



15. KENNETH L.M. (2002) New techniques make amputation more viable for some patients. Disponible en: [www.dvm360.com/vetmed](http://www.dvm360.com/vetmed). Fecha de consulta 16/5/09.
16. KOGER, LM. (1963) Equine limb prosthesis. *Modern Veterinary Practice.*; 44: 65-66.
17. KOGER, LM.; MCILHATTAN, J.; SCHLADETZKY, R. (1970) Prosthesis for partially amputated foreleg in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*; 156:1600-1604.
18. KOGER, LM. (1978) Limb Amputation and prosthetic device. En: Mansmann R, McAllister E, Pratt P. *Equine medicine and surgery*. 3º ed. California, Santa Bárbara, pp 1027-1028.
19. KRUPAN, MK.; GRANT, BD.; CRAWLEY, GR.; RATZLAFF, MH.; ECKSTEIN, DT.; HELD, GK. (1985) Amputation of the equine limb: a report of three cases. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*; 31: 429-444.
20. KRUPSKI, WC.; SKINNER, HB.; EFENNEY, DJ (1994). Amputation. En: Way, LW. *Current surgical diagnosis and treatment*. 10º ed. San Francisco, Mac Graw Hill, pp772-783.
21. LINDSAY, WA. (1989) Equine Bandaging Techniques. *Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*; 5(3): 513-538.
22. ORSINI, JA.; WARNER, A.; DYSON, S.; NUNAMAKER, D. (1985) Lower Extremity Amputation and Application of a Prosthetic Device in a 1-Month-Old Calf. *Veterinary Surgery*; 14 (4): 307-309.
23. REDDEN, RF. (2003) Leg Amputation. Por Christy West. Disponible en: [www.TheHorse.com/Viewarticle.aspx?ID=4243](http://www.TheHorse.com/Viewarticle.aspx?ID=4243). Fecha de consulta 7/10/08.
24. REDDEN, RF. (2004) An artificial leg to stand on. Por: Joseph Berkle. *Equus Magazine*, octubre 2004. Disponible en: [www.nanric.com/artificial\\_leg\\_equus.asp](http://www.nanric.com/artificial_leg_equus.asp). Fecha de consulta 9/10/2008.
25. SCHUCH, MC. (1998) Prosthetic Design: Basic Concepts. *Consumer Guide for Amputees: A Guide to Lower Limb Prosthesis..* Disponible en: [www.amputee-coalition.org/inmotion/mar\\_apr\\_98/pros\\_primer/page1.html](http://www.amputee-coalition.org/inmotion/mar_apr_98/pros_primer/page1.html) Fecha de consulta: 17/2/09.
26. SCHWARTZ, SI (1994) Amputaciones. En: Schwartz, SI, Shires, TG, Spencer, FC. *Principios de cirugía*. 6a. ed. México DF, Mac Graw Hill, pp. 2023-2041.
27. SHEA, JD. (1972) Surgical techniques for lower extremity amputation. *Orthopedic Clinics of North America*; 3: 287-301.

28. SMITH, DG (2003) General principles of Amputation. En: Skinner, HB. Current Diagnosis and Treatment in Orthopedics. 3° ed. New York, McGraw Hill Professional, pp 640-648.
29. STASHAK, TS. (1991) Equine Wound Management. Philadelphia, Lea & Febiger, 272p.
30. THOMSON, RG. (1972) Complications of lower extremity amputations. Orthopedic Clinics of North America; 3: 323-338.
31. TORRES T (1988). Amputaciones y desarticulaciones. En: Torres, T. Tratado de cirugía. México DF, Intermedica, pp 2556-2563.
32. VLAHOS TP.; REDDEN RF. (2005) Amputation of the equine distal limb: indications, techniques and long-term care. Equine Veterinary Education; 17(4): 212-217.
33. WEIGEL, JP. (2006) Amputaciones. En: Slatter, DS. Tratado de Cirugía en Pequeños Animales. 3° ed. Buenos Aires, Intermedica, pp 2485-2495.
34. WILSON, DA. (2005) Principles of Early Wound Management. Veterinary Clinics of North America. Equine Practice; 21: 45-62.
35. ZEHR, DR. (1977) Amputation and use of a prosthesis. Modern Veterinary Practice; 58(11): 933-934.