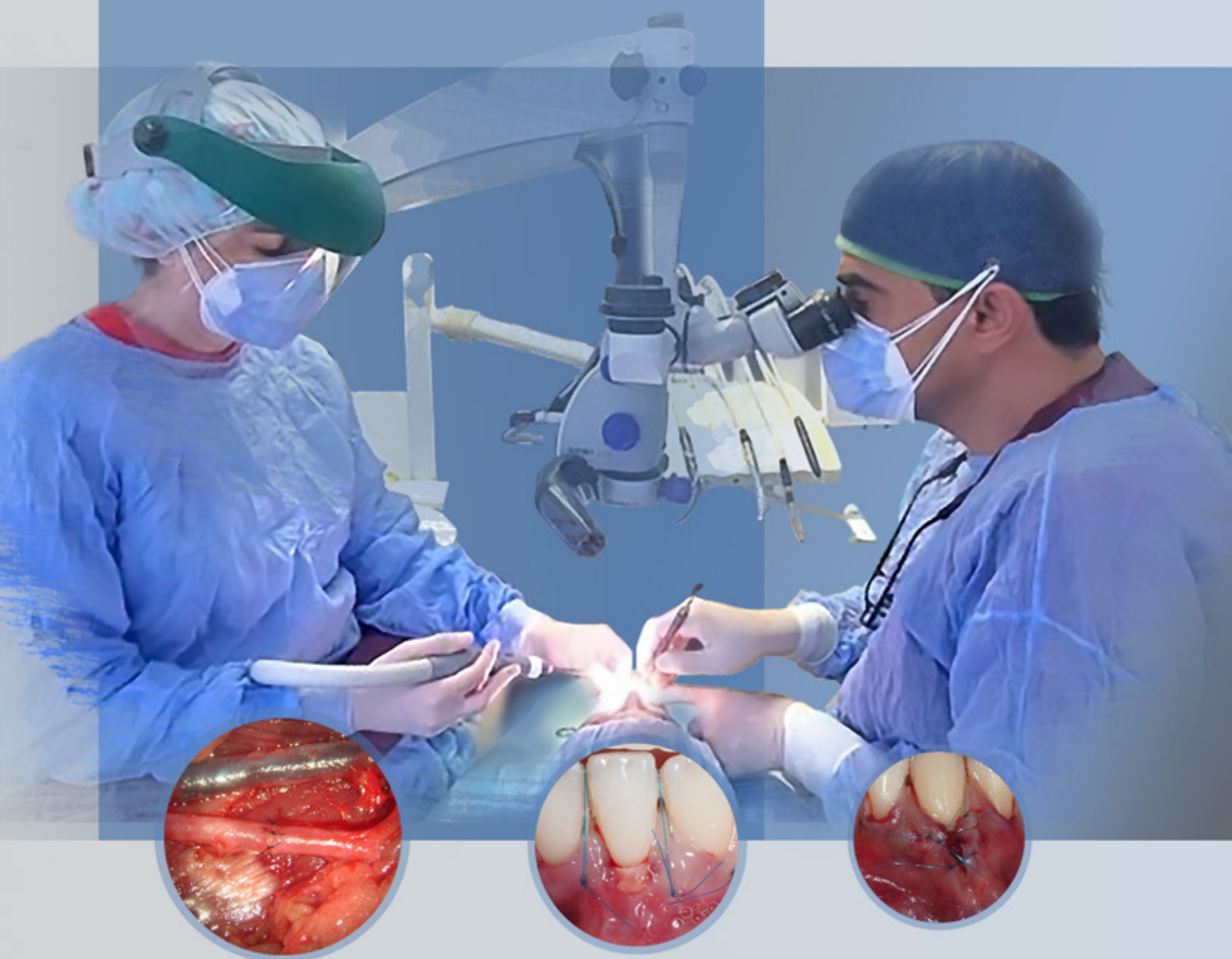


MANUAL DE MICROCIRUGÍA APLICADA A LA PERIODONCIA



Jesús Usón Gargallo • Francisco M. Sánchez Margallo • Jesús M. Usón Casaús
Elena Abellán Rubio • Javier Cabezas Talavero • Mariano Sanz Alonso
Mariano del Canto Pingarrón

Editorial ACRIBIA, S.A.



MANUAL DE MICROCIRUGÍA APLICADA A LA PERIODONCIA

MANUAL DE MICROCIRUGÍA APLICADA A LA PERIODONCIA

JESÚS USÓN GARGALLO

Catedrático de Patología Quirúrgica y Cirugía de la Facultad de Veterinaria de Cáceres.
Presidente de Honor de la Fundación del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón.
Cáceres. España.

FRANCISCO M. SÁNCHEZ MARGALLO

Director Científico de la Fundación del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón.
Cáceres. España.

JESÚS M. USÓN CASAÚS

Profesor Titular de la Cátedra de Patología Quirúrgica y Cirugía de la Facultad de Veterinaria de Cáceres. Cáceres. España.

ELENA ABELLÁN RUBIO

Responsable de la Unidad de Microcirugía del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón.
Cáceres. España.

JAVIER CABEZAS TALAVERO

Especialista en periodoncia, implantología y cirugía bucal. Cáceres. España.

MARIANO SANZ ALONSO

Catedrático de Periodoncia de la Facultad de Odontología (Universidad Complutense Madrid).
España.

MARIANO DEL CANTO PINGARRÓN

Profesor y director del Máster en Cirugía Bucal, Implantología y Periodoncia de la Universidad de León. España.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro, incluso citando procedencia, así como su tratamiento informático, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de recuperación o por otros medios, ya sean electrónicos, mecánicos, por fotocopia, registro, etc., sin el permiso previo por escrito de los autores.

Los procesos de diseño, maquetación e ilustración han sido realizados íntegramente por el Servicio de Informática, Imagen y Comunicaciones del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón de Cáceres, www.ccmijesususon.com.

Coordinación: Jesús Usón Gargallo, juson@ccmijesususon.com
Elena Abellán Rubio, eabellan@ccmijesususon.com

Maquetación: María Pérez Vela, mperez@ccmijesususon.com

Ilustración: María Pérez Vela, mperez@ccmijesususon.com

Modelos en 3D: Juan José Guerra Valiente, jguerra@ccmijesususon.com
Elena Abellán Rubio, eabellan@ccmijesususon.com

Diseño de cubierta: María Pérez Vela, mperez@ccmijesususon.com

© Copyright 2022

Editor:

Impresión:

ISBN-13:

Depósito Legal:

Colaboradores

ANAYA GIL, J.

Diseñadora Gráfica. Ilustradora Médica. Maquetista. Madrid, España.

BAYÓN DEL RÍO, A.

Profesor Titular de Medicina y Cirugía del Servicio de Oftalmología. Hospital Clínico Veterinario. Facultad de Veterinaria. Murcia, España.

CAMPORRO FERNÁNDEZ, D.

Jefe de Servicio de Cirugía Plástica. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo, Asturias.

CLIMENT AROZ, M.

Profesora del Departamento de Anatomía, Embriología y Genética Animal. Facultad de Veterinaria. Zaragoza, España.

CLIMENT PERIS, S.

Catedrático de Anatomía y Embriología. Facultad de Veterinaria. Zaragoza. España.

CAMPOS SÁNCHEZ, J.L.

Unidad de Microcirugía. Fundación Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres, España.

DEL CANTO DÍAZ M.

Experto en Clínica Periodontal por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Profesor en el Centro de Formación Continuada Del Canto Formación.

GUERRA VALIENTE, J.J.

Ilustrador médico. Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres. España.

JARA MURIEL, M.J.

Unidad de Microcirugía. Fundación Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres, España.

LASSO VÁZQUEZ, J.M.

Jefe de Servicio de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España.

LATORRE REVIRIEGO, R.

Catedrático de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas. Facultad de Veterinaria. Murcia, España.

PÉREZ MERINO, E.M.

Profesora Asociada de la Cátedra de Patología Quirúrgica y Cirugía. Facultad de Veterinaria. Cáceres. España.

PÉREZ VELA, M.

Ilustradora médica. Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres. España.

PIRES LOUÇA, L.C.

Unidad de Microcirugía. Fundación Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres, España.

ROTA MONEO, M.A.

Ex-Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Mutua de Accidentes de Zaragoza (MAZ). Zaragoza. España.

RUIZ GÓMEZ, B.

Profesor del Máster en Cirugía Bucal, Implantología y Periodoncia de la Universidad de León

SUN, F.

Coordinador de la Unidad de Diagnóstico y Terapéutica Endoluminal. Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres. España.

VELA GONZÁLEZ, F.J.

Unidad de Microcirugía. Fundación Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón. Cáceres, España.

Introducción

El tratamiento periodontal actual no solo se ocupa de curar las enfermedades periodontales, sino que trata de restaurar los tejidos destruidos como consecuencia de dichas enfermedades, lo que requiere no solo de profundos conocimientos en la biología de la cicatrización y regeneración tisulares, sino también el manejo de sofisticadas técnicas quirúrgicas que permitan alcanzar dichos objetivos de un modo predecible.

Los tejidos periodontales, tanto por sus características estructurales, como por su presencia en un entorno altamente contaminado, requieren de una manipulación quirúrgica delicada y unas condiciones de cicatrización tan óptimas, que aún en presencia de bacterias en el medio ambiente, se mantenga la estabilidad dimensional de los tejidos reposicionados durante la cirugía. Por ello, tanto la cirugía para reconstruir tejidos gingivales destruidos o alteraciones de su desarrollo (cirugía plástica periodontal) como para las técnicas quirúrgicas de regeneración de los tejidos periodontales, requieren de conocimientos en microcirugía, tanto en el manejo de una visión magnificada, en el uso de instrumentos pequeños y delicados, como en el manejo de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas.

Este manual realizado como proyecto de colaboración entre especialistas en microcirugía del Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón y especialistas clínicos en Periodoncia y Cirugía Oral presenta tanto los fundamentos básicos de la cirugía microscópica, como la descripción técnica de las intervenciones más frecuentes en cirugía plástica periodontal.

Con ayuda de excelentes ilustraciones, este manual representa una obra muy didáctica y útil para todo profesional de la odontología que quiera mantenerse al día o ampliar sus conocimientos en técnicas quirúrgicas reconstructivas en Periodoncia.

Dr. Mariano Sanz Alonso

Índice de abreviaturas

A./a.	arteria
Aa.	arterias
CC	centímetros cúbicos
°C	grado centígrado/grados centígrados
CCMIJU	Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón
CEJ/LAC	línea amelocementaria
cm	centímetro/centímetros
EDTA	etilendiaminotetraacético
EMG	electromiografía
EQ	encía queratinizada
GT	grosor gingival
ITC	injerto tejido conectivo
kg	kilogramo/kilogramos
KTW	anchura encía queratinizada
L-L	látero-lateral
m²	metros cuadrados
M.	músculo
ml	mililitro/mililitros
MGL	línea mucogingival
N.	nervio
PTFE	politetrafluoroetileno
REC	recesión
STEP	escalón
SCTG	injerto de tejido conectivo subepitelial
T-L	término-lateral
T-T	término-terminal
UI	unidades internacionales
V./v.	vena
Vv.	venas

Índice de contenido

Colaboradores	V
Introducción	VII
Índice de abreviaturas	IX
1. Instrumental para microcirugía	1
Instrumental básico para microcirugía	1
Cuidados del instrumental	5
Material de sutura	6
Medios ópticos de magnificación.....	7
Bibliografía	12
2. Aprendizaje de microcirugía	13
Aprendizaje.....	13
Control del temblor.....	16
Bibliografía	18
Metodología de enseñanza. Sistema multipuestos del CCMIJU	19
Adiestramiento y enseñanza	19
Sistema multipuestos del CCMIJU	20
Bibliografía	23
Técnica de sutura (Pletina de entrenamiento)	25
Características de un buen anudado	30
Bibliografía	31
3. Ergonomía en microcirugía	33
Bibliografía	39
4. Anatomía y abordajes en los animales utilizados como modelos experimentales en microcirugía	41
Referencias anatómicas para la iniciación a la sutura de tejidos orgánicos.....	41
Bibliografía	57

5.	Microcirugía vascular. Principios básicos	59
	Bases anatómicas de los vasos.....	59
	Bases fisiopatológicas de los vasos	60
	Manejo de vasos.....	61
	Consideraciones particulares de la microcirugía vascular.....	72
	Test de permeabilidad vascular	73
	Bibliografía	74
6.	Manejo microquirúrgico de los nervios periféricos	75
	Introducción.....	75
	Microcirugía de los nervios periféricos	75
	Bibliografía	87
7.	Técnica del sobre para recesiones únicas	89
	Bibliografía	91
8.	Técnica del túnel para recesiones múltiples	93
	Bibliografía	96
9.	Variaciones de obtención del tejido donante	97
	Técnica "en sobre"	98
	Tipos de obtención de injerto	102
	Bibliografía	103
10.	Injerto gingival libre	105
	Bibliografía	108
11.	Colgajo de desplazamiento lateral avanzado coronalmente	109
	Bibliografía	114
12.	Colgajo de avance coronal para recesiones múltiples	115
	Colgajo de avance coronal trapezoidal con incisiones de descarga	115
	Colgajo de avance coronal en sobre	118
	Colgajo de avance coronal en sobre con incisión de descarga mesial	121
	Bibliografía	123

1. INSTRUMENTAL PARA MICROCIRUGÍA

Elena Abellán • M^a. Jesús Jara • Alejandro Bayón • Jesús Usón

El pilar básico en la iniciación y aprendizaje de la Microcirugía es el conocimiento del instrumental que se utiliza. A diferencia de otras disciplinas, en Microcirugía es igual de importante la comprensión del material que se está usando como el conocimiento de las técnicas quirúrgicas que se aplican, ya que a la larga se reflejará en el resultado final y en el grado de perfeccionamiento logrado en las mismas.

En los siguientes capítulos veremos el manejo del instrumental, algunos consejos de ergonomía y la escalera de aprendizaje que seguimos en nuestra Unidad, por lo tanto aquí, vamos a centrarnos exclusivamente en el tipo de material que utilizamos, sus características más importantes y la amplia variedad que tenemos disponible en el mercado. Dado que es un instrumental muy delicado y de elevado coste, es mejor que las primeras fases del aprendizaje se hagan con un material económico y resistente. Conforme se vaya perfeccionando la técnica microquirúrgica, se puede optar por un instrumental más fino o de última generación.

Instrumental básico para microcirugía

Para realizar cualquier técnica microquirúrgica se requieren dos tipos de instrumental y diverso material accesorio. Es importante señalar que el material que se utilice no debe ser excesivo. La experiencia nos dice que un número elevado de piezas conduce a un mayor desorden de la mesa operatoria y a una probabilidad mayor de errores.

Instrumental quirúrgico convencional

Es necesario para acceder al lugar anatómico donde practicaremos las técnicas microquirúrgicas. No debemos caer en el error de usar el instrumental específico de Microcirugía para realizar esta tarea ya que se estropea con facilidad perdiendo sus cualidades.

Las funciones de limpieza, desinfección, esterilización y almacenaje deben de hacerse de forma independiente del material microquirúrgico.

Este bloque incluye (Fig. 1):

- Porta-agujas
- Bisturí
- Pinzas de Adson
- Pinzas tipo Halsted
- Tijeras de corte y de disección



Figura 1. Material quirúrgico convencional.

Instrumental microquirúrgico

Hay una amplia variedad en diseño y utilidad. El material que describimos a continuación es el básico para realizar prácticamente cualquier técnica microquirúrgica. En función de determinadas técnicas podemos encontrar piezas más específicas.

Lo recomendado para empezar es:

- Porta-agujas (Fig. 2). Es mejor usar los que poseen puntas curvas, con mecanismo de resorte pero sin cierre de seguridad ya que este sistema nos puede producir movimientos bruscos al soltar la aguja, movimientos que están totalmente enemistados con la Microcirugía. Debe sujetarse con firmeza y seguridad; no apretaremos excesivamente ya que esto puede deformar la aguja.
- Pinzas rectas y curvas (Figs. 3 y 4), las más utilizadas son las de Dumont (n° 3 y n° 5). Estos dos tipos de pinzas se emplean como material de disección, forcipresión y para hacer nudos. Sus extremos deben cerrarse perfectamente sobre el hilo de sutura y sin cortarlo. En caso de deterioro sus puntas se afilan con la piedra de Arkansas. Las pinzas de Dumont curvas también las podemos usar como porta-agujas.
- Tijeras tipo Wescott (Fig. 5), hay variedad en función de la forma de la punta (romas o afiladas) y en el tipo de hoja (recta o curva). Se utilizan para disección, corte de estructuras o de material de sutura, etc.
- Clamps vasculares (Fig. 6). Son imprescindibles en microcirugía vascular. Provocan una hemostasia temporal. Ocluyen el flujo sanguíneo de los vasos de forma atraumática permitiendo así la sutura de los mismos. Pueden ser simples o dobles. Los clamps dobles se deslizan sobre una barra metálica permitiendo el acercamiento de los cabos vasculares evitando de esta forma que exista tensión en la sutura. Aunque por norma se utilizaban siempre los de Acland con diferente diseño para arteria y vena, en la actualidad se utilizan los fungibles de un solo uso, con diseño indistinto para arteria y vena.



Figura 2. Porta-agujas.

Material accesorio

Es un material complementario a los dos tipos de instrumental anteriores y que nos facilita en gran medida la técnica microquirúrgica.

Consta de:

- Bandeja de plástico (Fig. 7). El instrumental microquirúrgico debe tratarse con mucha delicadeza y precaución, usamos estas bandejas para su transporte al quirófano.
- Plancha de corcho o de madera (Fig. 8), se usa como soporte operatorio. Se fija el tejido orgánico o los animales de experimentación. Su superficie debe ser lisa para facilitar su limpieza.
- Planchas con salientes de silicona (Fig. 9), útiles para apoyar el instrumental y protegerlo de golpes indeseados.
- Irrigador (Fig. 10). Es muy importante que los tejidos estén siempre húmedos ya que se evitarán desgarros o posibles adherencias. En nuestra Unidad de Microcirugía se utiliza una jeringa con cánulas de irrigación específicas de oftalmología. Se puede instilar suero salino fisiológico heparinizado o no. También se puede usar como aspirador para retirar la sangre del campo quirúrgico.
- Piedra de Arkansas (Fig. 11), como hemos citado anteriormente, es útil para afilar el instrumental y mantenerlo en perfecto estado.

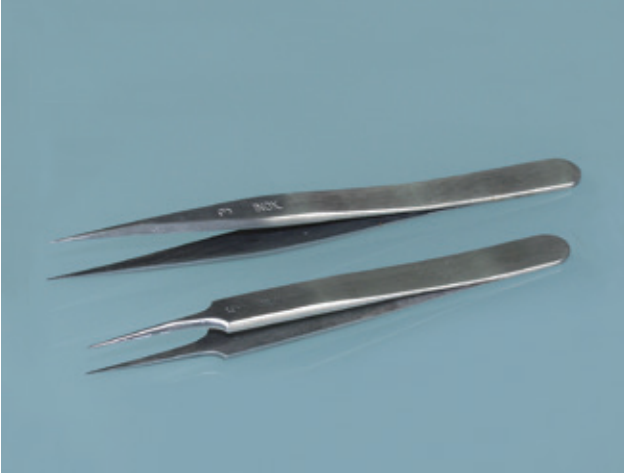


Figura 3. Pinzas rectas de relojero (n° 3 y n° 5).



Figura 6. Clamps vasculares.



Figura 4. Pinzas de relojero curvas.



Figura 7. Bandeja de plástico para transporte del instrumental.



Figura 5. Tijeras tipo Wescott.



Figura 8. Plancha de corcho para soporte de estructuras a intervenir.

- Cinta milimétrica (Fig. 12). Para saber el tamaño de las estructuras con las que estamos trabajando.
- Bastoncillos de algodón, para mantener limpio el campo operatorio. Se pueden usar gasas, pero son más groseras y no nos permiten tanta precisión.
- Separadores. Proporcionan una mejor exposición del área de trabajo. Lo más fácil y rápido es usar unos clips modificados unidos a unas gomas elásticas. Estas gomas las fijaremos al soporte operatorio.
- Bandas de trasfondo (Fig. 13). Se colocan detrás de las estructuras que nos interesan y así las diferenciamos del resto facilitando de esta forma la visión y por tanto las maniobras quirúrgicas. Se pueden usar trozos de globo de diferentes colores.
- Aparato desmagnetizador. Evita la adhesión por magnetismo entre el instrumental y la aguja de sutura. Otra opción es utilizar material antimagnético.
- Coagulador bipolar (Fig. 14). Este aparato genera una corriente de alta frecuencia que pasa únicamente por los dos extremos de las pinzas, de tal forma que solo coagula el tejido agarrado por estas. A diferencia del coagulador monopolar, no produce ni transmisión ni dispersión térmica, por lo que proporciona una mayor seguridad. Al usar este sistema bipolar se tendrán en cuenta dos factores:

- Mientras se esté usando el coagulador bipolar se debe humedecer el campo operatorio constantemente para evitar adherencias a la punta del mismo.
- Se debe pisar el pedal cuando estemos en el lugar exacto que queremos coagular, si pisamos antes, podemos coagular sangre y esta se quedará pegada a la punta.

- Mesa de microcirugía (Fig. 15). Debe quedar perfectamente fija y asentada en el suelo, poseer tacos regulables en altura y es aconsejable que tenga la base plomada de manera que cuando pongamos el microscopio en la mesa esta no oscile. También debe estar provista de apoyo

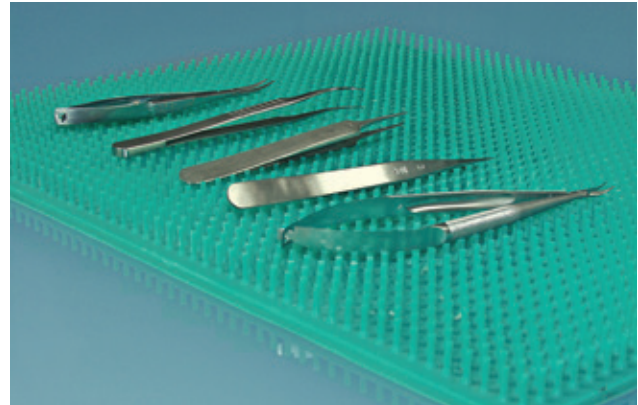


Figura 9. Plancha dentada de silicona para apoyo del instrumental.



Figura 10. Cuentagotas irrigador.



Figura 11. Piedras de Arkansas para afilar el instrumental.



Figura 12. Cinta milimétrica.



Figura 13. Bandas de colores para trasfondo.



Figura 14. Coagulador bipolar.

para los antebrazos, con entrantes para la adaptación del cirujano y de una base cómoda para el apoyo de los pies.

- Silla de microcirugía (Fig. 16). Debe ser regulable en altura, inclinación y apoyo lumbar. En función del modelo se le pueden acoplar unos antebrazos.

Cuidados del instrumental

El instrumental de Microcirugía es extremadamente frágil y necesita unos cuidados muy exigentes tanto en limpieza, como en esterilización y almacenaje.

Limpieza

Se dejará sumergido en una solución enzimática dentro de una bandeja con el fondo de goma para evitar golpes. La manipulación debe ser mínima, si es necesario, limpiaremos las puntas con un cepillo fino y una solución hemolítica. Posteriormente se secará con aire caliente a presión para evitar riesgos de oxidación.

Esterilización

Varios métodos:

- Autoclave: con el tiempo puede producir oxidación.
- Óxido de etileno: es cancerígeno y hacen falta unas instalaciones especiales para su uso.
- Peróxido de hidrógeno o gas plasma: se basa en la activación del peróxido de hidrógeno para crear un plasma o vapor reactivo. Esta nube de plasma influye en la liberación de radicales libres que interactúan con las membranas celulares, enzimas o ácidos nucleicos para interrumpir las funciones.
- Pastillas de formalina: se introducen en la caja de instrumental. Requiere 48 horas como mínimo y una aireación previa al usar el material. Son cancerígenas.
- Soluciones desinfectantes de alto nivel como glutaraldehído al 2% o el ácido peracético, ya que por definición, cualquier desinfectante capaz de alcanzar la desinfección de alto nivel es capaz también de esterilizar.
- Para proteger las puntas del instrumental les colocaremos unos capuchones de silicona (no deben ser de plástico porque se dañarían durante el proceso de esterilización).

Almacenamiento

Se utiliza una caja con dos bandejas independientes. En la bandeja inferior colocaremos el instrumental convencional y en la superior el microquirúrgico. Las bandejas deben estar forradas de planchas con salientes de goma para aislar el material y evitar que se desplace por el interior de la caja (Fig. 17).

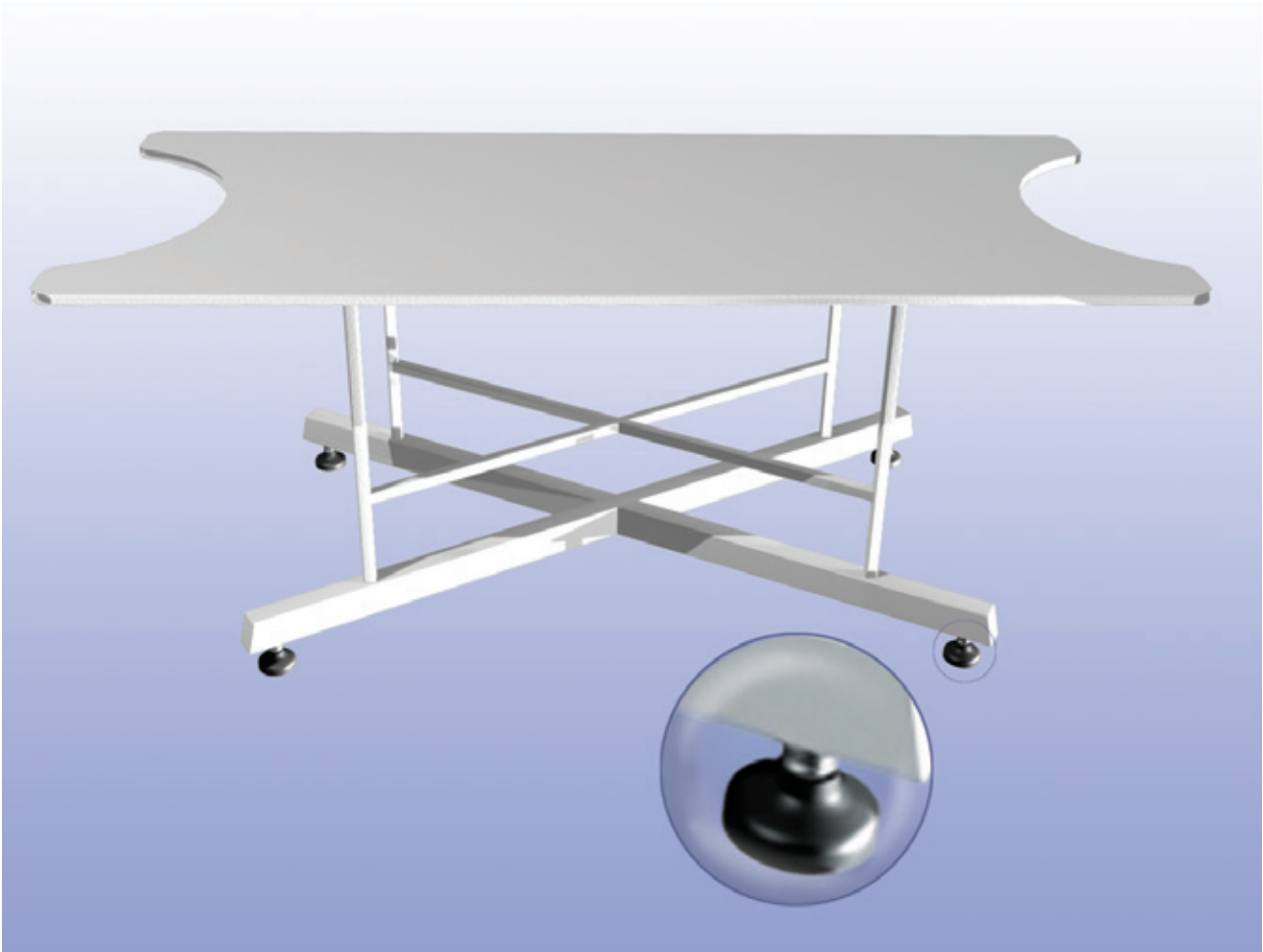


Figura 15. Mesa de trabajo para microcirugía experimental.

Material de sutura

Aunque todavía no existe ningún material de sutura que cumpla todos los requisitos que se consideran ideales, debemos procurar que reúna la mayoría de ellos:

- Producir poca reacción tisular.
- El manejo debe ser fácil y rápido.
- Diámetro suave siempre uniforme a lo largo de todo el hilo.
- No debe tener poder infeccioso y/o antigénico.
- Libre de sustancias irritantes e impurezas.
- Deben tener un comportamiento predecible.
- Proporcionar nudos seguros con el menor número posible de lazadas.

Para estudiar el material de sutura con mayor detalle lo dividimos según las dos estructuras que lo componen:

Aguja

Debe ser de acero y producir el menor trauma posible a los tejidos (Fig. 18). Aunque sea fina y flexible debe tener gran resistencia a doblarse o romperse con el manejo. Se pueden clasificar en función de sus características (Fig. 19):

- Longitud: es variable en función de la estructura que se vaya a suturar, tiene un rango de 3 a 8 mm.
- Forma: pueden ser rectas o curvas, las más utilizadas en Microcirugía son las curvas por su fácil maniobrabilidad.



Figura 16. Silla de trabajo. Regulable en altura, inclinación y apoyo lumbar.

- Diámetro: dentro de un rango de 30 a 140 micras, se debe tender a utilizar diámetros lo más pequeños posible.
- Sección: pueden ser redondas o planas. Las agujas planas se adaptan mejor al porta-agujas. Las de sección circular se utilizan en cirugía vascular y nerviosa por el poco traumatismo que producen, y las triangulares en estructuras de mayor dureza como la córnea o los conductos deferentes.

Hilo

Presenta calibres de 8/0 (0,04 mm) a 12/0 (0,001 mm) y se escoge en función del tamaño de la estructura a suturar. Se clasifican según su origen, estructura, tiempo de permanencia en el organismo o características de acabado.

Una de las características más importante es el tiempo de permanencia, gracias al cual se clasifican en absorbibles y no absorbibles.

A continuación describiremos los más usados:

- Polipropileno: es no absorbible y retiene una alta fuerza tensil a nivel tisular. En zonas contaminadas es el idóneo porque no se implica en el proceso de infección. Es muy resistente, aunque presenta algunas dificultades en el anudamiento es el que mayor seguridad nos aporta en los nudos. Da poca reacción tisular y es el menos trombogénico.
- Nylon: es no absorbible, deben realizarse bastantes lazadas para afianzar el nudo. Difícil de manipular y de poca reacción en los tejidos.
- Polidioxanona: sutura sintética monofilamento y absorbible (90-180 días), fácil de manejar y posee una gran resistencia a la tracción.
- Dexon: sutura sintética absorbible (100-120 días) y fácil de manejar. El inconveniente principal es que es un polifilamento y produce fricción al deslizarse.
- Vicryl: sutura sintética polifilamento y absorbible (50-90 días), de gran resistencia a la tracción, poca reacción hística y de fácil manejo.

Medios ópticos de magnificación

Estos medios nos permiten trabajar con estructuras con las que a simple vista nos sería imposible, razón por la cual son indispensables en Microcirugía. Se debe adquirir destreza a la hora de trabajar con estos instrumentos así como lograr y dominar la visión estereoscópica.

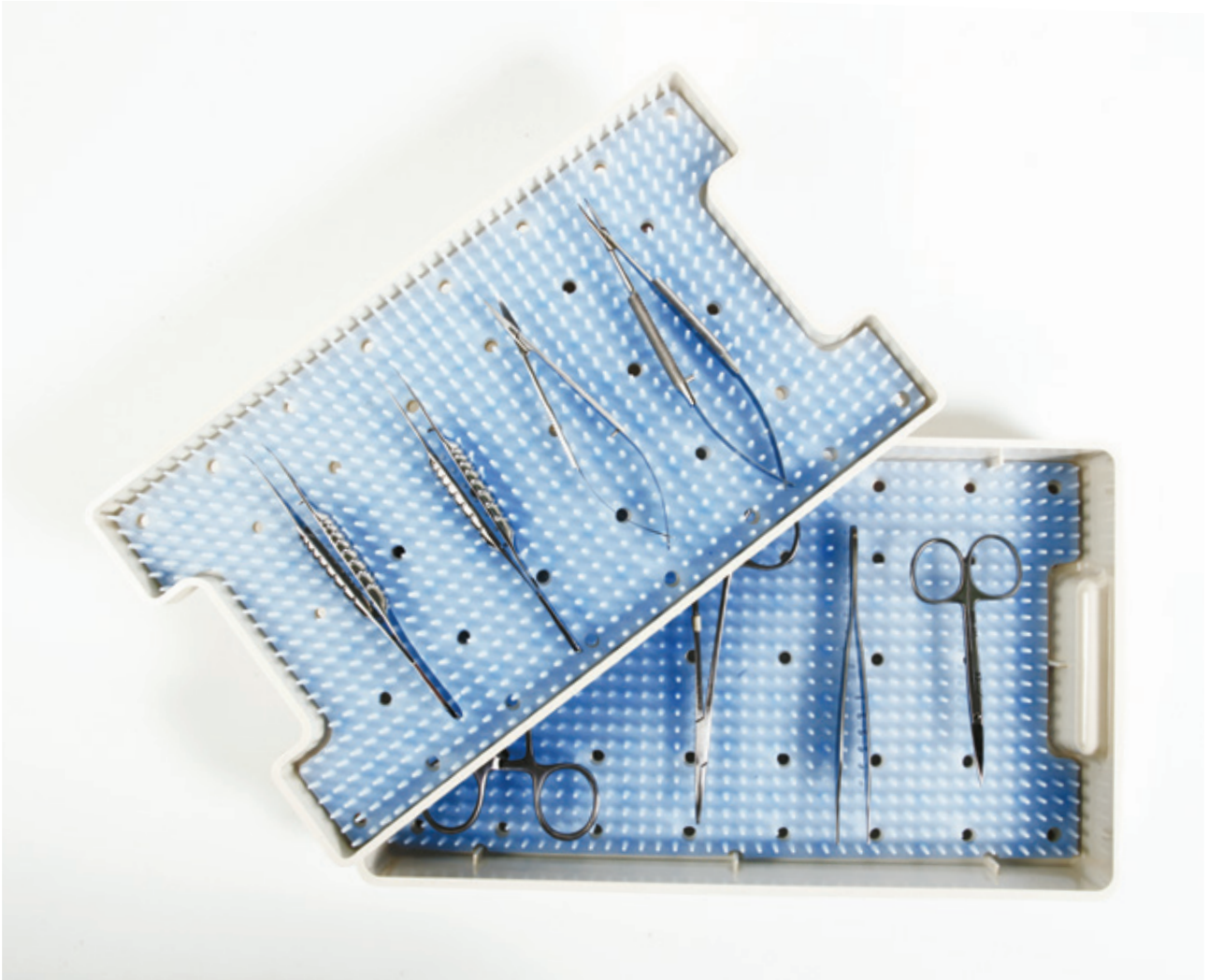


Figura 17. Caja para la conservación del instrumental.

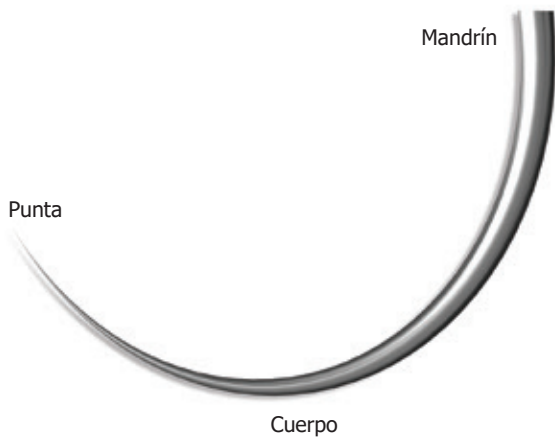


Figura 18. Partes de las agujas de sutura para microcirugía.

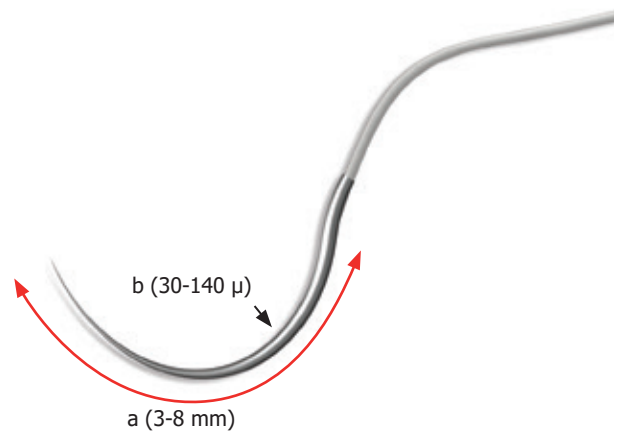


Figura 19. Características de las agujas de sutura para microcirugía: a, longitud; b, diámetro.



Figura 20. Gafa lupa.

Gafas lupa

Se consideran aconsejables cuando se está empezando en la Microcirugía o cuando se necesitan para realizar el acto operatorio a pocos aumentos, como por ejemplo, diagnóstico en Odontología. (Fig. 20). Son unas lentes de aumento que se instalan (de forma fija o desplazable) en una montura de gafas permitiendo de esta forma ampliar la visión de 2 a 8 aumentos.

Características (según modelo):

- Distancia interpupilar fija o variable.
- Distancia focal oscila entre 100 y 400 mm.
- Iluminación incorporada o no.

Inconvenientes:

- Los aumentos son fijos y escasos, no nos permiten realizar todos los procedimientos y tenemos menor capacidad crítica para apreciar las imperfecciones.
- Nos obligan a tener una cierta rigidez en la cabeza y en el cuello ya que cualquier movimiento nuestro puede desenfocar el campo. Este tipo de posturas en cirugías de larga duración producen fatiga y cansancio.

Aunque son más sencillas de manejar que el microscopio quirúrgico necesita un adiestramiento previo de unas 15-20 horas. Las gafas deben tener el menor peso posible para minimizar el cansancio.



Figura 21. Microscopio convencional para realización de prácticas.



Figura 22. Microscopio quirúrgico con dos puestos de trabajo (tubo binocular accesorio).

Microscopio quirúrgico

La amplia variedad de posibilidades que nos ofrece ha hecho al microscopio quirúrgico indispensable en la Microcirugía como medio óptico de magnificación (Figs. 21 y 22).

Estructuras principales:

- Tubos binoculares. Son móviles para adaptarse a la distancia interpupilar y tienen capacidad para regular las dioptrías y adaptarlas al cirujano (de -8 a +8). Es recomendable que se enfoque cada ojo de forma individual hasta lograr el máximo poder visual con cada uno. Proporcionan aumento de campo gracias a los oculares (10× y 20×) y gracias a la distancia focal del tubo del ocular (de 125 a 160 mm).
- Sistema de variación de aumentos. Permite valores de 6, 10, 16, 25 y 40 aumentos (Tabla 1 y Tabla 2).
- Lente del objetivo principal. Establece la distancia focal que oscila de 100 a 400 mm.

Características (según modelo):

- Iluminación coaxial de campo con lámparas de halógeno.
- Posibilidad de acoplar elementos como cámara fotográfica o de video.
- Posibilidad de puesto para ayudante e instrumentista con binoculares accesorios.
- Posición de trabajo cómoda.
- El enfoque puede realizarse manualmente, por pedal e incluso por la voz.

Inconvenientes:

- Adiestramiento más complicado.
- Elevado precio.
- Mantenimiento muy exigente.

Recomendamos utilizar el aumento mínimo que nos permita trabajar con comodidad y sin excedernos en la iluminación ya que de esta forma reducimos el cansancio visual.

OBJETIVO mm	AUMENTOS					OCULAR
	6	10	16	25	40	
200	3	5	8	13	20	10 ×
300	2	3	5	8	13	
400	1,5	2,5	4	6	10	
200	4	6	10	16	25	12,5 ×
300	2,5	4	6	10	16	
400	2	3	5	8	13	
200	5	8	13	20	32	16 ×
300	3	5	8	13	20	
400	2,5	4	6	10	16	
200	6	10	16	25	40	20 ×
300	4	6	10	16	25	
400	3	5	8	13	20	

Tabla 1. Aumentos reales según los grados de magnificación de los diferentes componentes del microscopio.

$$\text{AUMENTO TOTAL} = \frac{\text{DISTANCIA FOCAL DE LOS TUBOS BINOCULARES}}{\text{DISTANCIA FOCAL DEL OBJETIVO}} \times \text{GRADO DE AUMENTO DEL SISTEMA DE VARIACIÓN DE AUMENTOS} \times \text{GRADO DE AUMENTO DEL OCULAR}$$

Tabla 2. Fórmula para el cálculo del número total de aumentos.

Bibliografía

- Aman, M., Sporer, M.E., Riedl, O., Wang, W.T., Kramer, A., Aszmann, O.C., Bergmeister, K.D. Multiuse of Disposable Microsurgical Instruments as a Cost-Efficient Alternative for Training and Research. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2017 May 19;5(5):e1320. doi: 10.1097/GOX.0000000000001320. PMID: 28607849; PMCID: PMC5459632.
- Belker, A.M. Principles of microsurgery. *Urol Clin North Am*. 1994 Aug; 21 (3): 487-504.
- Bounoure, F., Fiquet, H., Arnaud, P. Comparison of hydrogen peroxide and peracetic acid as isolator sterilization agents in a hospital pharmacy. *Am J Health Syst Pharm*. 2006 Mar 1; 63 (5): 451-5.
- Ceretta, R. *et al.* Evaluation of the effectiveness of peracetic acid in the sterilization of dental equipment. *Indian J Med Microbiol* 2008; 26: 117-22.
- Khakhar, R., You, F., Chakkalakal, D., Dobbstein, D., Picht, T. Hands-free Adjustment of the Microscope in Microneurosurgery. *World Neurosurg*. 2021 Apr;148:e155-e163. doi: 10.1016/j.wneu.2020.12.092. Epub 2020 Dec 29. PMID: 33385607.
- Hoyt, RF., Clevenger, R.R., McGehee, J.A. Microsurgical instrumentation and suture material. *Lab Anim (NY)*. 2001 Oct; 30 (9): 38-45.
- Lorente, L. *et al.* Técnicas microquirúrgicas. En Rodríguez-Fabián, G.: *Microcirugía experimental*. Nueva Editorial Médica. Madrid. 1ª edición 2000; pp. 31-42.
- Martins, P.N., Montero, E.F. Organization of a microsurgery laboratory. *Acta Cir Bras*. 2006 May-Jun; 21(3): 187-9. Epub 2006 May 26.

2. APRENDIZAJE DE MICROCIRUGÍA

Jesús M^a. Usón • Elena Abellán • Laura C Pires • Eva M^a. Pérez • Jesús Usón

Aprendizaje

La Microcirugía es por definición una técnica, es decir, el conjunto de habilidades o procedimientos de los que se sirve una ciencia (Patología Quirúrgica) o un arte (Cirugía), siendo por tanto aprendible, ejecutable, reproducible, perfeccionable y finalmente, evaluable.

Podríamos establecer como objetivo primordial del aprendizaje microquirúrgico, el adquirir la habilidad o destreza suficiente para poder afrontar una técnica con un mínimo de seguridad (dentro de un rango elevado) y obtener, en consecuencia, buenos resultados.

Otros objetivos no menos importantes, serían los propios de cualquier técnica pero multiplicando por diez la premisa quirúrgica de “minimizar los traumatismos y maximizar los cuidados”. Estos objetivos serían la realización de la diéresis y exéresis mínimamente cruentas y enormemente respetuosas, y la obtención de una síntesis que favorezca la cicatrización al máximo. Todo ello en beneficio de la total efectividad de la técnica.

Es obvio que con el tiempo y una programación razonable y meticulosa, seremos capaces de lograr los objetivos planteados y dominar la técnica; hecho que a priori se plantea sencillo, pero que con frecuencia resulta arduo, desesperante y no pocas veces malogrado. No obstante conviene recordar que: “lo que no se consigue por habilidad innata, se logra con trabajo y constancia”.

Está bien aceptado que el adiestramiento en técnicas microquirúrgicas no debe alcanzarse a

base de errores cometidos en el paciente. Consecuentemente, para la obtención de la capacidad psicomotriz necesaria, proponemos un plan de aprendizaje programado y progresivo, a corto y largo plazo. Parece lógico que esta enseñanza deba ser inicialmente tutelar, es decir, bajo la supervisión de un maestro que enseñe y corrija, y tras un periodo de aprendizaje, mantenida y superada de forma personal.

La programación que consideramos apropiada se establece sobre una base ética, es decir, antes de trabajar con seres vivos (animales y pacientes), vamos a obtener el máximo rendimiento con simulaciones, de tal manera que el paso de uno a otro sea inapreciable, aun siendo conscientes de que las simulaciones imitan pero no reproducen situaciones reales (hemorragia, fibrosis, lesiones, etc.).

Así, consideramos preceptivo recorrer, progresiva y maduramente, el siguiente esquema de trabajo.

- Conocimiento y manejo del instrumental.
- Realización de técnicas con:
 - Materiales inertes
 - Sintéticos
 - » Láminas de poliuretano o látex
 - » Tubos de silicona, gore-tex, etc.
 - Orgánicos
 - » Ala de pollo
 - » Nervios



Figura 1. Instrumental para cirugía experimental.



Figura 2. Forma correcta de asir el instrumental.

- » Vasos
- » Deferentes
- Seres vivos
 - Animales de experimentación
 - Pacientes (animales racionales o irracionales)

Debemos comenzar por conocer, comprender, manejar y conservar el variado instrumental y material que vamos a utilizar (Fig. 1). Es más importante de lo que parece, pues un mal manejo y conservación condiciona el rendimiento de la técnica.

Aprenderemos a manejar los medios de magnificación, de coagulación bipolar, las suturas (qué tipo, cuándo, dónde y por qué), el instrumental (cómo se sustenta para obtener el máximo apoyo, cómo se coge (Fig. 2), manejo de microclamps, etc.), y finalmente cómo lo mantendremos y conservaremos en perfectas condiciones. Este primer paso es sencillo pero decisivo, pues podemos adquirir vicios y malas costumbres.

Consideramos que trabajando el manejo de dos a tres horas se adquiere el nivel necesario para poder pasar a la siguiente etapa; la técnica de anudado. La técnica de la sutura la iniciaremos sobre la pletina o plancha de poliuretano (Fig. 3) destinada para tal fin o, en su defecto, en planchas de látex obtenido de guantes. Una pequeña precisión: la simulación obtenida con las planchas de poliuretano es más precisa, por cuanto su dificultad se asemeja más a la realidad y además requiere una técnica más exigente y depurada, hecho que si bien

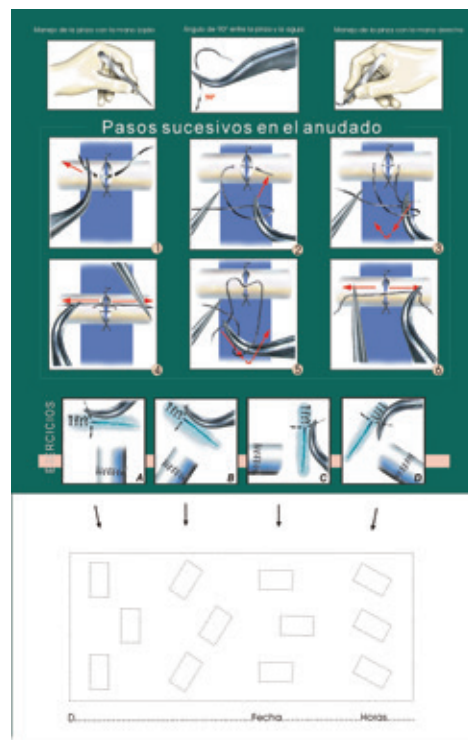


Figura 3. Pletina para entrenamiento de ejercicios de sutura en microcirugía diseñada por el Prof. Jesús Usón G.

al principio resulta abrumador es posteriormente beneficioso.

La descripción de la técnica y sus características las comentaremos posteriormente en otro capítulo. La adquisición de una buena técnica es comprometida y variable dependiendo de la habilidad innata, pero veremos que a partir de las tres o cuatro horas comenzaremos a realizar puntos con soltura y de buena factura. No obstante, aconsejamos realizar entre mil y mil quinientos puntos de sutura, o lo que es lo mismo entre cuarenta y cincuenta horas de trabajo.

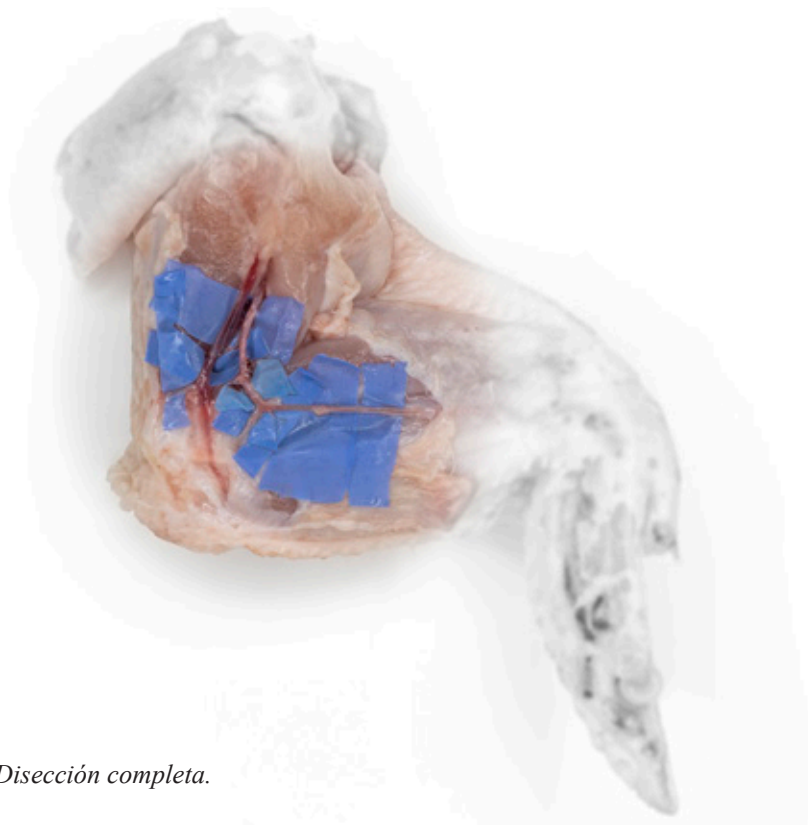


Figura 4. Ala de pollo. Disección completa.

En este periodo de tiempo incluimos también las suturas realizadas en tubos de silicona de 1 o 2 mm en los cuales realizaremos inicialmente suturas longitudinales y, posteriormente, terminotermiales y terminolaterales; eso sí, es importante realizar el trabajo con las estructuras tubulares una vez dominada la técnica en la pletina. El porcentaje de aplicación podría ser 80% de sutura en pletina y 20% de sutura en tubo de silicona.

Dominada la técnica en materiales sintéticos pasaremos a los orgánicos, donde aprenderemos inicialmente las maniobras de disección (dureza, consistencia, friabilidad de los tejidos, etc.) y posteriormente complementaremos con las técnicas de anastomosis. Es importante, aun cuando nos orientemos hacia una especialidad quirúrgica concreta, dominar todas las técnicas microquirúrgicas básicas, es decir la vascular y la nerviosa.

La pieza clave de esta etapa es el ala de pollo; económico, es fácil de conseguir y capaz de proporcionarnos una gran destreza microquirúrgica, ya que tiene las estructuras anatómicas adecuadas, con vasos y nervios del tamaño ideal para su manipulación, realización de anastomosis, y dispuestos además muy próximos, lo que permite realizar prácticas de disección (Fig. 4).

En esta pieza, comenzaremos por realizar prácticas de disección, abordando y separando notables estructuras vasculonerviosas como son la vena, nervio y arteria braquiales, etc. Debemos ser capaces de disecar finamente estas estructuras, dejándolas sin tejido graso y conjuntivo y, por supuesto, sin provocar lesiones ni atentar contra su integridad. Cuando seamos capaces de realizar esto (una a dos horas, o cinco a seis alas de pollo), pasaremos a realizar anastomosis vasculares.

Inicialmente practicaremos en la arteria braquial principal y seguiremos la siguiente pauta: arteriotomía y posterior sutura (1 o 2 horas) y después anastomosis terminoterminal y terminolateral. Técnicas que debemos realizar hasta que nos salgan diez anastomosis seguidas bien hechas (permeables totalmente y con mínima agresión al vaso).

La sutura venosa es más complicada por las características implícitas a su estructura. Por ello la practicaremos en la vena braquial principal y con las mismas pautas que la arterial.

La anastomosis nerviosa la realizaremos en piezas anatómicas. Iniciaremos con suturas epineurales (2 a 3 horas), anastomosis perineurales (3

a 5 horas) y, finalmente, injertos de interposición (3 a 5 horas).

Una vez dominadas las técnicas vasculo-nerviosas, abordaremos con éxito otro tipo de anastomosis más complejas como es la vasovasotomía en restos de deferente. Se realizarán tantas anastomosis como sean necesarias para obtener diez vasovasostomías seguidas, perfectamente realizadas.

Como se puede apreciar, la carga de trabajo realizada sobre material inerte es elevada e incluso puede parecer excesiva, pero creemos que es oportuna y efectiva. Oportuna por asentarse sobre una base ética y docente, y efectiva a tenor de los resultados y experiencia acumulada durante más de veinte años.

Afrontaremos una nueva etapa del aprendizaje; el ser vivo, donde los errores se muestran claramente, y sus consecuencias suelen ser importantes. Nos iniciaremos en las maniobras de disección en el animal de experimentación, y así abordaremos las arterias carótidas, grandes vasos abdominales, vasos femorales, nervio ciático y, finalmente, el plexo bronquial. En este sentido es difícil evaluar el número de animales necesario para dominar la técnica y debe ser nuestro tutor, o nuestro buen juicio, quien dictamine si estamos preparados para pasar a la siguiente etapa. Este nuevo paso consiste en realizar anastomosis vasculares, generalmente en arterias carótidas, siguiendo la pauta antes descrita (sutura longitudinal, terminoterminal y terminolateral). Tras conseguir diez anastomosis permeables en el momento, aunque lo ideal es valorar tras diez o quince días de supervivencia, procedemos a la sutura en vena yugular, siguiendo los mismos pasos en la técnica y valoración que en las arterias.

Posteriormente realizaremos anastomosis en nervio ciático, empezando por la sutura epineural que es la más sencilla. Tras conseguir un afrontamiento perfecto en diez animales, procederemos a realizar la anastomosis fascicular, hasta conseguir realizar la técnica perfectamente en otros diez animales.

Para finalizar nuestra formación en el animal de experimentación, creemos aconsejable realizar otras técnicas más complicadas como son el injerto

vascular, el trasplante de riñón, la vasovasostomía en rata y cerdo y el reimplante de oreja en conejo. Igualmente, las técnicas de evaluación deben ser más exhaustivas, valorando la técnica a largo plazo (tras 15 días o 1 mes) y utilizando técnicas histológicas.

Es obvio que la evaluación del aprendizaje no es sencilla, suele ser subjetiva y a veces errónea. Lo que sí aconsejamos es ser crítico consigo mismo, detectar, analizar, asumir y corregir nuestros errores, y obtener conclusiones con el fin de mejorar nuestra técnica; a buen seguro que nuestros pacientes nos lo agradecerán.

Control del temblor

El control del temblor es muy importante en la aplicación de la técnica microquirúrgica puesto que este se mide en décimas de milímetro cuando trabajamos a grandes aumentos. Su manifestación suele comportar resultados catastróficos que generalmente conducen al desaliento y a la desmoralización.

Recordemos que el umbral de paciencia que debemos poseer es muy alto; si no es así hay que educarlo. Esta educación la debemos conseguir a tres niveles: la mentalización, la preparación física y la preparación técnica.

Mentalmente porque debemos aceptar nuestros errores sin alarmarnos; no hay que agobiarse, pero debemos superarnos constantemente; debemos dejar a la entrada del quirófano los problemas, las prisas, etc. Físicamente porque debemos evitar la fatiga, sus consecuencias no son nunca deseables. Técnicamente ya que debemos obtener una postura y maniobrabilidad óptimas. De la conjunción de las tres situaciones citadas depende la obtención del éxito o del fracaso.

Algunas normas básicas para controlar el temblor:

1. Evitar la desesperación y la sensación de inutilidad. No se desanime, respire profundamente y relájese.
2. Olvídense de la irritación y el mal genio.
3. No intente ir deprisa. Hacer bien un paso



Figura 5. Ejercicios de coordinación visión-movimiento.

antes de dar el siguiente. Ante un problema, pare y piense.

4. Siéntase seguro de sí mismo.
5. Concéntrese.

6. Evite la falta de sueño y los esfuerzos físicos grandes.
7. Evite el tabaco, café, alcohol y otras malas influencias.
8. Duración razonable del trabajo.
9. Posición y manejo adecuado para conseguir buen apoyo y maniobrabilidad.
10. No adquiera vicios.

Todas ellas son importantes, pero el apoyo es fundamental. La cabeza del cirujano debe estar ligeramente flexionada (30° aproximadamente), el cuerpo debe estar recto, no encorvado y bien asentado; los brazos apoyando hasta las muñecas y metacarpo; y los pies bien apoyados. La silla, la mesa y el microscopio deberán ser adecuados para proporcionar todo lo anterior.

Algunos ejercicios que debemos realizar son:

- Obtención de la postura adecuada (ergonomía).
- Mover bajo visión microscópica ambas manos para juntar las yemas.
- La misma acción pero con dos pinzas de Adson.
- Pasar objetos de una pinza a otra (Fig. 5).
- Recortar letras.

Todo ello hasta obtener la armonía y precisión necesarias para lograr la coordinación en los movimientos.

Bibliografía

- Abi-Rafeh, J., Zammit, D., Mojtahed Jaber, M., Al-Halabi, B., Thibaudeau, S. Nonbiological Microsurgery Simulators in Plastic Surgery Training: A Systematic Review. *Plast Reconstr Surg*. 2019 Sep;144(3):496e-507e. doi: 10.1097/PRS.0000000000005990. PMID: 31461050.
- Hoyt, R.F., Clevenger, R.P., McGehec, J.A., Microsurgical instrumentation and suture material. *Lab Anim*. 2001; 30(9): 38-45.
- Kania, K., Chang, D.K., Abu-Ghname, A., Reece, E.M., Chu, C.K., Maricevich, M., Buchanan, E.P., Winocour, S. Microsurgery Training in Plastic Surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020 Jul 17;8(7):e2898. doi: 10.1097/GOX.0000000000002898. PMID: 32802641; PMCID: PMC7413759.
- Kim, B.J., Kim, S.T., Jeong, Y.G., Lee, W.H., Lee, K.S., Paeng, S.H. An efficient microvascular anastomosis training model based on chicken wings and simple instruments. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*. 2013 Mar;15(1):20-5. doi: 10.7461/jcen.2013.15.1.20. Epub 2013 Mar 31. PMID: 23593601; PMCID: PMC3625816.
- Lizana, J., Montemurro, N., Aliaga, N., Marani, W., Tanikawa, R. From textbook to patient: a practical guide to train the end-to-side microvascular anastomosis. *Br J Neurosurg*. 2021 Jun 7:1-5. doi: 10.1080/02688697.2021.1935732. Epub ahead of print. PMID: 34092156.
- Matern, U., Eichenlaub, M., Waller, P. *et al.* MIS instruments. An experimental comparison of various ergonomic handles and their design. *Surg Endosc*. 1999; 13(8): 756-762.
- Matern, U., Waller, P. Instruments for minimally invasive surgery: principles of ergonomic handles. *Surg Endosc*. 1999; 13(2): 174-182.
- Olabe, J., Olabe, J. Microsurgical training on an in vitro chicken wing infusion model. *Surg Neurol*. 2009 Dec;72(6):695-9. doi: 10.1016/j.surneu.2008.12.008. Epub 2009 Mar 29. PMID: 19329164.
- Urso-Baiarda, F., Shurey, S., Grobbelaar, A.O. Effect of caffeine on microsurgical technical performance. *Microsurgery*. 2007;27(2):84-7. doi: 10.1002/micr.20311. PMID: 17290375.
- Usón, J., Calles, M.C. Design of a new suture practice card for microsurgical training. *Microsurgery*. 2002; 22(8): 324-328.

Metodología de enseñanza.

Sistema multipuestos del CCMIJU

La Microcirugía es una parte integral de todas las especialidades quirúrgicas, y representa una disciplina nueva a la que el cirujano, y sobre todo durante su formación, debe dedicar un tiempo de aprendizaje si pretende conseguir resultados aceptables. No debemos olvidar que la microcirugía es por definición una técnica, por lo que se puede aprender, reproducir, perfeccionar y finalmente, evaluar.

Dice Acland que: “la lucha invita al desastre”. Sin embargo la Microcirugía tiene la virtud de evitar esa lucha gracias al aprendizaje programado, progresivo y cuidadoso innato a esta técnica que se caracteriza por imprimir al cirujano un carácter especial, formando a este en cirugía convencional y dotándolo de un respeto por las estructuras anatómicas, de mayor precisión en el acto quirúrgico, y aumentando sus recursos técnicos.

La experiencia de muchos años, siguiendo un esquema de trabajo en el aprendizaje microquirúrgico cuidadoso y exigente nos crea la necesidad de desarrollar un sistema de formación en la Unidad de Microcirugía acorde con las necesidades de la propia técnica y teniendo en cuenta también que la introducción de la cirugía de mínima invasión, ha cambiado los sistemas tradicionales para el entrenamiento quirúrgico, y debemos ser conscientes de que, la calidad de la Medicina depende de la calidad de la enseñanza médica.

Adiestramiento y enseñanza

En general, el adiestramiento en las técnicas microquirúrgicas debe iniciarse en un laboratorio

dotado para ello, con un programa que cumpla los requisitos para la obtención de una formación microquirúrgica básica.

Uno de los objetivos principales del aprendizaje de la microcirugía es adquirir la habilidad técnica y psicomotriz suficiente para poder realizar un procedimiento con un mínimo (dentro de un rango elevado) de seguridad, para obtener así buenos resultados. El progreso paso a paso, riguroso y cada vez más complicado de las diversas etapas de formación, permitirá hacer frente a otros procedimientos con mayor capacidad y maestría, con lo que intervenciones que en un principio parecían inalcanzables acabarán siendo realizadas de manera habitual.

La Unidad de Microcirugía del CCMIJU desde sus comienzos, viene impartiendo docencia en técnicas microquirúrgicas a médicos y veterinarios de diversas especialidades, gracias a la colaboración de expertos y profesionales de reconocido prestigio. Contamos con catorce microscopios o puestos independientes, dos microscopios centrales y una pantalla audiovisual interactiva con superficie táctil que permite visualizar videos, demostraciones paso a paso de las técnicas a practicar, presentaciones, etc.

En el CCMIJU, el programa de aprendizaje es piramidal y prevé el paso gradual desde los materiales sintéticos y simuladores (como se ha resaltado en otro capítulo anterior) a las estructuras biológicas, concluyendo con el trabajo sobre animales de experimentación, como la rata o el conejo. Este programa se asienta sobre una base ética, de forma que antes de trabajar con seres



Figura 1. Panorámica del quirófano de microcirugía del CCMIJU.

vivos primero debe obtenerse el máximo rendimiento en los simuladores, aun siendo conscientes que las simulaciones imitan, pero no reproducen, situaciones reales.

Hoy en día, está demostrado (gracias a los avances tecnológicos) que el futuro del aprendizaje y desarrollo de habilidades quirúrgicas está basado en la simulación y la realidad virtual. La enseñanza tradicional de la microcirugía requiere el trabajo continuado al microscopio del alumno, bajo la supervisión de un profesor que adiestre y corrija, en su caso, los defectos o errores que vayan surgiendo. Esto puede hacerse en el mismo microscopio del alumno, con lo que supone de pérdidas de concentración y tiempo, o mediante gafa lupa, lo que crea una descompensación entre los aumentos a los que trabaja el alumno y a los que corrige el profesor.

La enseñanza de la microcirugía en el CCMIJU, clásicamente como en otros centros, se realizaba mediante la demostración de la técnica por parte del profesor en un microscopio dotado con una cámara, que retransmite la imagen a varios monitores de video de techo a través de los cuales los alumnos podían seguir las explicaciones desde sus puestos, en los que posteriormente se ejercitan.

Sin embargo, el profesor encargado del seguimiento de los alumnos tiene un acceso a las actividades de estos, deficiente y limitado, ya que debe desplazarse hasta el puesto, y el alumno ha de retirarse del microscopio. Todo esto, supone una mayor posibilidad de distracción y pérdida de

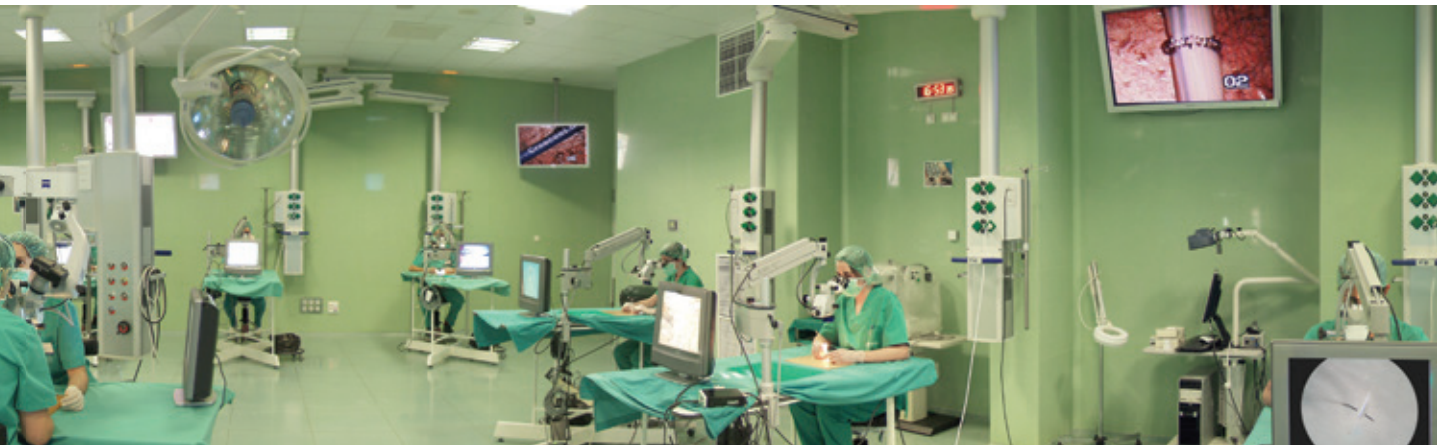
concentración para los demás alumnos, así como una mayor necesidad de desplazamientos del profesor entre los diferentes puestos para atender a todos los cirujanos.

Sistema multipuestos del CCMIJU

Con objeto de mejorar y personalizar la enseñanza, a finales de 1999 se implantó lo que denominamos “Sistema multipuestos para la enseñanza de la microcirugía” (sistema actualizado y mejorado en el año 2014), en el que las imágenes de cada uno de los microscopios o puestos son recogidas (mediante cámaras adaptadas a los mismos) en dos monitores de video centrales, ante el que se sitúa el profesor, contando también con un sistema de audio entre cada puesto y el profesor.



Figura 2. Sistema multipuestos.



Este avanzado sistema de enseñanza permite el seguimiento (y corrección en su caso) de las maniobras realizadas por los alumnos en tiempo real, ya que el profesor está observando lo mismo que el alumno en los monitores centrales de control, y puede comunicarse con uno o con todos los puestos. Además, los alumnos pueden reclamar, sin desplazamientos, la atención del profesor desde su puesto de trabajo.

La inclusión de este sistema supone un aumento enorme en la calidad de la enseñanza al atender, mejor y más rápido, las necesidades de los alumnos, a la vez que supone un importante ahorro del personal necesario para la atención del curso.

Descripción del sistema multipuestos y sala de microcirugía del CCMIJU

La unidad de microcirugía cuenta en la actualidad con una sala de 154,30 m² dotada con 13 puestos independientes para realizar Microcirugía, con tomas independientes de oxígeno, aire comprimido y aspiración. Cada puesto está equipado con un microscopio Zeiss® Opmi Pico®. Además contamos con un microscopio central Zeiss® Opmi Movena® equipado con una cámara de video 3ccd Sony® Exwave Had® y otra cámara digital de fotografía Canon® PC 1049®, y un Microscopio Zeiss Pentero 800 con módulo de fluorescencia y cámara integrada, que emiten las imágenes a 8 pantallas de plasma Sony® (6 de 40 pulgadas y 2 de 50 pulgadas de diámetro) situadas en el techo (Fig. 1).

Cada microscopio está dotado de una microcámara CCD de alta resolución, que lleva la imagen a dos pantallas de plasma Sony® de 20 y 40 pulgadas respectivamente situadas en una mesa central de control donde se sitúa el profesor, y en el que se pueden observar todos los puestos simultáneamente, o uno a uno de forma independiente (Fig. 2). Además, cada puesto de trabajo posee un monitor LCD Sony® de 15 pulgadas en el que puede observarse el trabajo del alumno a los mismos aumentos con los que esté trabajando (Fig. 3).

Todos los puestos poseen un sistema de comunicación por audio con la mesa central donde está el profesor, mediante terminales Gigaset L1® Siemens® y auriculares para móviles Plantronics® MX250® (Fig. 4).



Figura 3. Puesto independiente de trabajo.



Figura 4. Intercomunicación entre el alumno y el profesor (sistema de comunicación por audio del sistema multipuestos).

El quirófano cuenta con un panel táctil inalámbrico, que aprovecha la red WIFI del edificio, desde el que se pueden gobernar las cámaras de seguimiento de los quirófanos y la asignación de las señales de video de los diferentes monitores a las diferentes pantallas de plasma del quirófano (Fig. 5).

En resumen, este sistema multipuestos, permite:

1. Verificar el trabajo realizado por cada alumno desde la pantalla de control.
2. Seleccionar en la pantalla a un alumno para transmitir la imagen a los monitores del techo, así los alumnos pueden observar, en tiempo real, el trabajo hecho por un compañero.
3. Si un alumno lo necesita, el profesor puede comunicarse con él gracias al terminal y al auricular, e intervenir discretamente desde su puesto sin desplazarse.
4. En todo momento, el profesor puede seleccionar un alumno con el que desea realizar una asesoría personalizada (o con varios a la vez).



Figura 5. Pantalla táctil para la gestión de dispositivos audiovisuales.

Todo este nuevo sistema representa la evolución del sistema de enseñanza en microcirugía original del CCMIJU, cuyo interés mereció la publicación de su funcionamiento en la revista *Microsurgery*, con el título “Interactive advanced-communication multistation system for microsurgical training”.

Bibliografía

- Beris, A., Kostas-Agnantis, I., Gkiatas, I., Gatsios, D., Fotiadis, D., Korompilias, A. Microsurgery training: A combined educational program. *Injury*. 2020 Dec;51 Suppl 4:S131-S134. doi: 10.1016/j.injury.2020.03.016. Epub 2020 Mar 9. PMID: 32173081.
- Fanua, S.P., Kim, J., Shaw Wilgis, E.F. Alternative model for teaching microsurgery. *Microsurgery*. 2001; 21(8): 379-382.
- Gavira, N., Benayoun, M., Hamel, Q., Fournier, H.D., Bigorre, N. Learning, teaching, and training in microsurgery: A systematic review. *Hand Surg Rehabil*. 2022 Jun;41(3):296-304. doi: 10.1016/j.hansur.2022.02.001. Epub 2022 Feb 11. PMID: 35158091.
- Karamanoukian, R.L., Bui, T., McConnell, M.P. Transfer of training in robotic-assisted microvascular surgery. *Ann Plast Surg*. 2006; 57: 662-665.
- Meier, A., Raw, C., Krummel, T. Virtual reality: surgical application—challenge for the new millennium. *J Am Coll Surg*. 2001; 192: 372-384.
- Usón, J., Viguera, F.J., Calles, M.C. Interactive advanced-communication multistation system for microsurgical training. *Microsurgery*. 2004; 24(3): 218-222.
- Zarabini, A.G., Galeano, M. From surgical gloves to the rat. The various stages of microsurgery learning. *Minerva Chir*. 2000; 55(10): 687-692.

Técnica de sutura (Pletina de entrenamiento)

No cabe duda de que el adiestramiento en técnicas microquirúrgicas no debe alcanzarse a base de errores cometidos en el paciente. Consecuentemente, para la obtención de la capacidad psicomotriz necesaria, proponemos un plan de adiestramiento programado y progresivo en el que ocupa un papel primordial el aprendizaje de la técnica de sutura.

La técnica de sutura en Microcirugía se debe realizar correctamente. Para su aprendizaje hemos diseñado una pletina o plancha de poliuretano (Fig. 1) con el fin de obtener una simulación más

precisa por cuanto se asemeja más a la realidad quirúrgica y además requiere una técnica más exigente y depurada. La nueva pletina diseñada en el Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, aparte de resultar ideal y necesaria en el inicio del aprendizaje de la técnica microquirúrgica (ya que, gracias a ella, disminuimos el número de animales utilizados), permite conseguir, incluso en el mismo tiempo de aprendizaje, mejores resultados que los obtenidos sin su utilización.

La pletina o plancha de poliuretano diseñada en el CCMIJU (Fig. 2) se compone de una parte de cartón informativa y didáctica donde están descritos uno por uno, y en orden, todos los pasos que se han de seguir en el aprendizaje de la técnica de sutura y el anudado, como posteriormente detallaremos (Figs. 2A y 2B). Otra parte está dedicada a la práctica en sí de la técnica, donde en un cuadrado de poliuretano incluido en el armazón de cartón (Fig. 2D) podremos realizar la técnica de la sutura y el anudado, con cuatro grados de dificultad progresiva (de izquierda a derecha) que están reflejados también en la parte de cartón informativa de la pletina y que componen los cuatro ejercicios prácticos (Fig. 2C). La parte de poliuretano de la pletina queda insertada en un soporte de metacrilato con el fin de mejorar el apoyo de las manos del cirujano e impedir la movilidad de la pletina en la mesa quirúrgica (Figs. 3 y 4).

Antes de comenzar a practicar la técnica de sutura en la pletina, es imprescindible, como se señala en otros capítulos, obtener la mayor precisión y armonía posible en los movimientos (buen apoyo corporal y buena sujeción del instrumental),

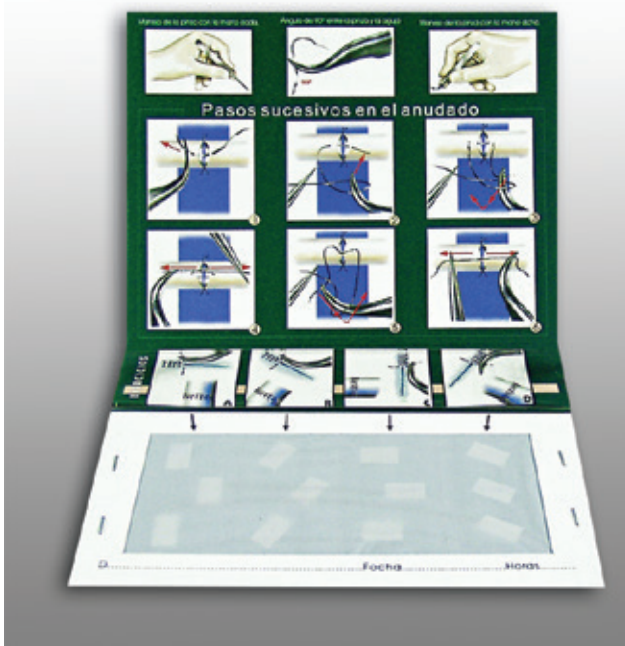


Figura 1. Pletina de entrenamiento para ejercicios de sutura en microcirugía usada en el CCMIJU.

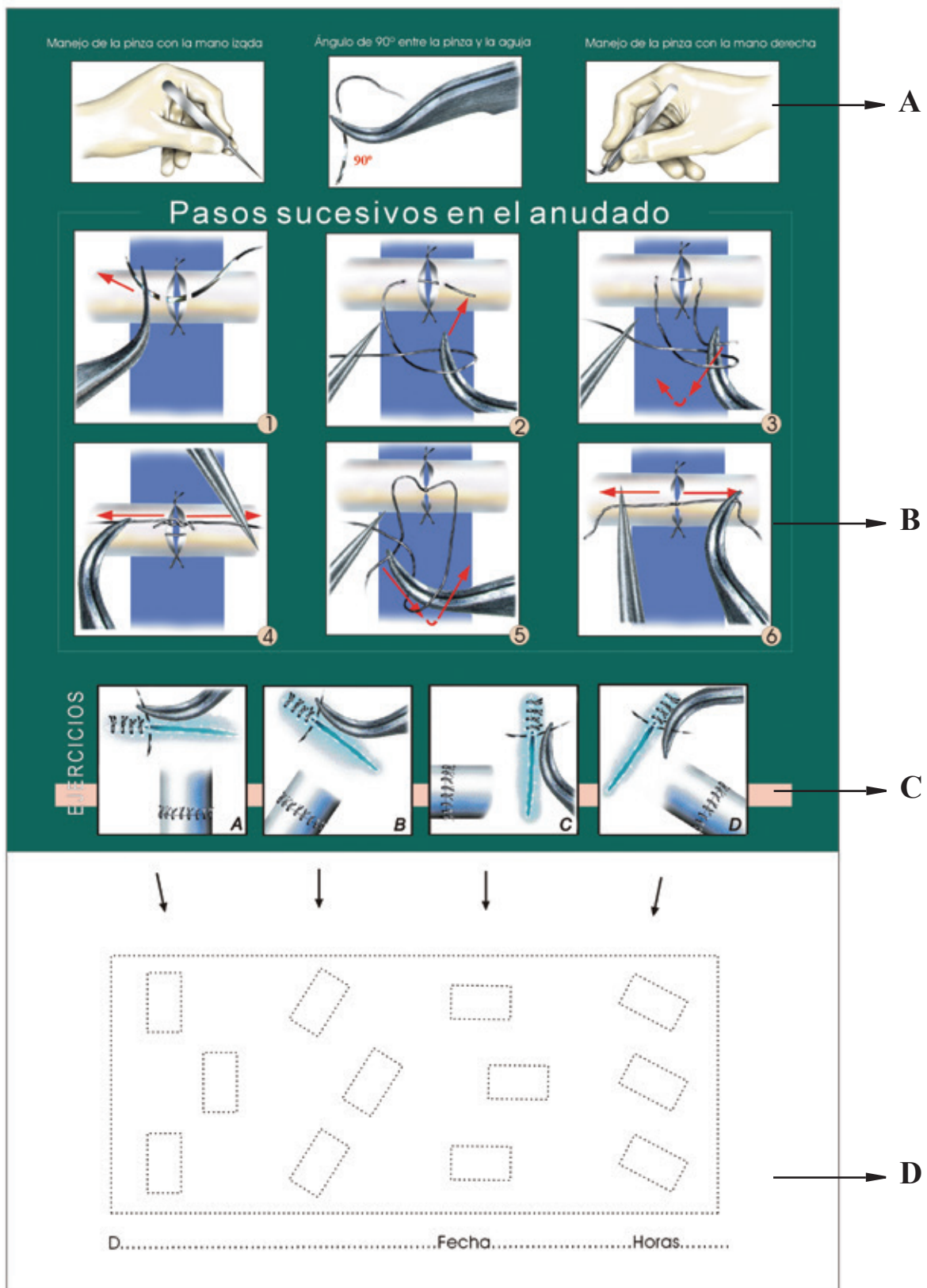


Figura 2. Esquema de la Pletina de ejercicios de sutura en microcirugía usada en el CCMIJU. (Dep. Legal: CC-160-2001).

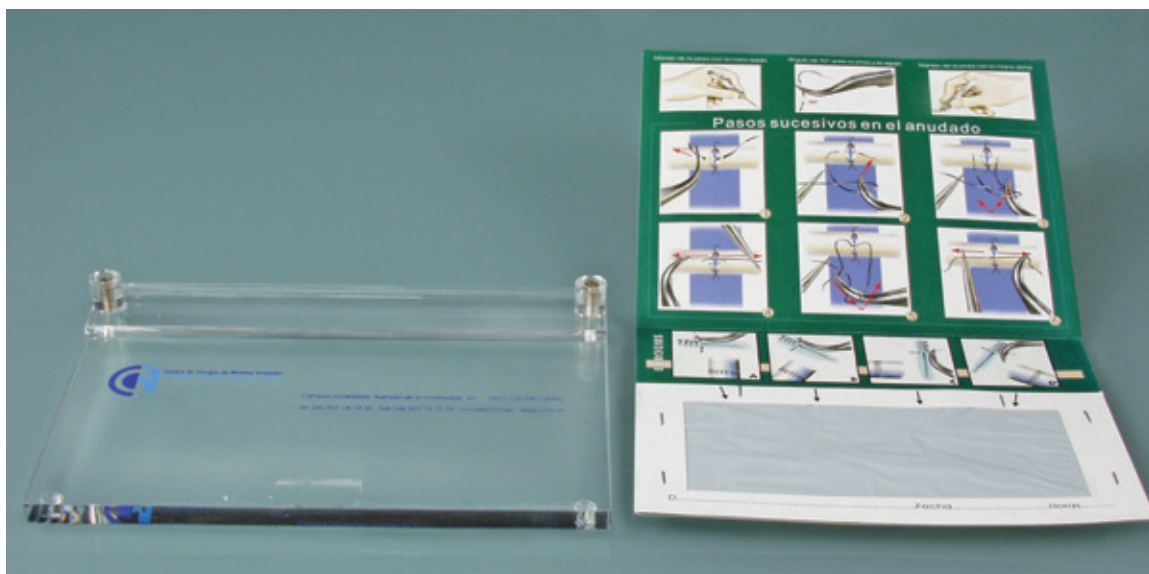


Figura 3. Pletina de entrenamiento para ejercicios de sutura en microcirugía y soporte de metacrilato.

moviendo únicamente los dedos o como mucho las muñecas (Figs. 4 y 5). Posteriormente con ayuda de la pletina se va adquiriendo paso a paso la habilidad en el entrenamiento de la técnica del anudado.

En el inicio del aprendizaje existe dificultad en el manejo de las finas suturas de 9/0 o 10/0, parece que poseen vida propia; no hay manera de cogerlas en la posición adecuada, saltan, se pegan al instrumental, etc. Las primeras prácticas que realizaremos irán pues, encaminadas a coger la aguja con el porta-agujas, ponerla en su posición y cambiarla de pinza (Figs. 2A y 5). Siguiendo el esquema informativo y docente que compone la pletina en su parte de cartón (que desarrollamos a continuación) se consigue paso a paso realizar perfectamente la técnica de sutura y anudado.

La posición adecuada de la aguja en el porta-agujas, es por la mitad o los 2/3 distales a la punta, y siempre con una angulación de 90° respecto a la pinza (Figs. 2A y 5). No debemos ejercer excesiva presión en la pinza o porta-agujas puesto que podemos doblar o romper la punta de la aguja haciendo imposible la sutura.

Si al principio le es imposible coger la aguja, puede ayudarse sujetándola por el hilo.

La aguja debe atravesar perpendicularmente la línea de incisión (Fig. 6 y Fig. 7A), tanto a la entrada como a la salida, y la distancia comprendida entre ambas debe ser igual y escasa. Para realizar la

maniobra del paso de la aguja, al principio hágalo en dos fases, primero un borde y luego el otro. Con más experiencia podrá pasar los dos en una sola maniobra. Con el fin de traumatizar lo mínimo posible deberemos proceder a pasar la aguja mediante un giro de muñeca, y no empujándola. Igualmente cuando tiremos de la misma para pasar el hilo, debemos hacerlo en sentido horizontal y no vertical u oblicuo (hacia arriba). Para anudar (Fig. 7B) se levanta el hilo con la mano izquierda cogiéndolo a 1,5 cm de la línea de incisión y, a continuación, se hace la primera lazada enrollando el hilo en las pinzas (Fig. 7B y 7C). Esta primera lazada puede ser simple o, preferiblemente, doble. A continuación, se coge el cabo y se tensa el hilo (Fig. 7D). A veces no es fácil alcanzar el extremo (es demasiado corto, apoyado en el plano, demasiado largo, etc.), y en esta situación se aconseja analizar la dificultad y corregirla. Es importante, para conseguirlo fácilmente, realizar estas maniobras encima del lugar y que el cabo tenga 0,5 cm aproximadamente. Respecto a la tensión que se debe dar, la adecuada será cuando los bordes estén simplemente en aposición; no deben montarse uno sobre otro (Fig. 7E). Muy importante en microcirugía es tener siempre en cuenta que anudamos “con la vista” y que trabajamos siempre en el plano horizontal.

Para hacer la segunda maniobra del anudado daremos tres o cuatro lazadas simples alternando la dirección del nudo (Fig. 7F). Los cabos del



Figura 4. Imagen del manejo correcto del instrumental sobre la pletina en microcirugía.



Figura 5. Posiciones esquemáticas del manejo del instrumental en microcirugía. A, manejo con la mano izquierda. B, disposición correcta de la aguja en el porta-agujas o pinza y C, manejo con la mano derecha.

punto deben ser cortos aunque no excesivamente pues podría soltarse el nudo. El primer cabo que cortaremos será el que no tiene la aguja; de este modo no hay que soltar el hilo con la aguja ya que muchas veces se pierde.

En la pletina (Fig. 8), como comentábamos, hay cuatro ejercicios distintos, de dificultad progresiva, a 180°, 45°, 90° y 135°, que van de izquierda a derecha. Hay que empezar por el más sencillo (izquierda) y continuar por orden con los demás. Se trata de variar la posición de las muñecas para adquirir agilidad y velocidad al realizar la técnica de sutura en diferentes posiciones que se nos pueden plantear en la clínica.

Es obligatorio utilizar desde el principio guantes para obtener la sensibilidad y tacto apropiados. Sería ideal acostumbrarse a suturar con las dos manos aunque no lo intente hasta que domine la mano que habitualmente utilice.

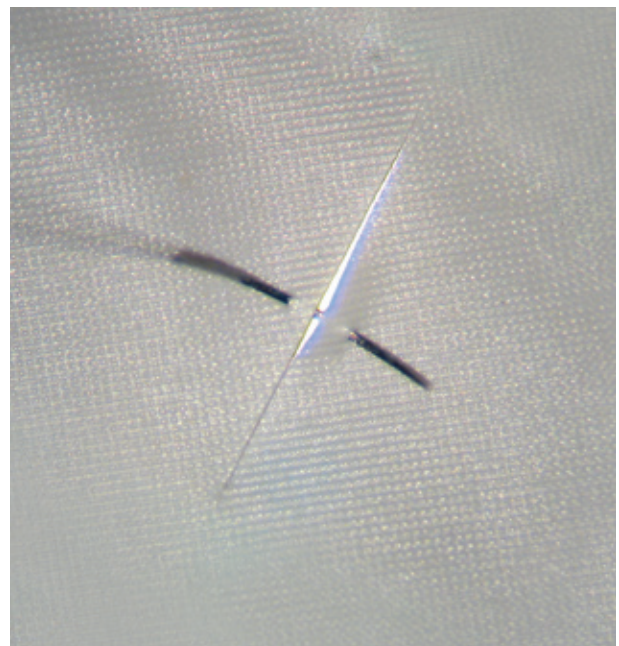


Figura 6. Imagen bajo visión microscópica. Paso de la aguja por la incisión. Equidistancia de bordes.

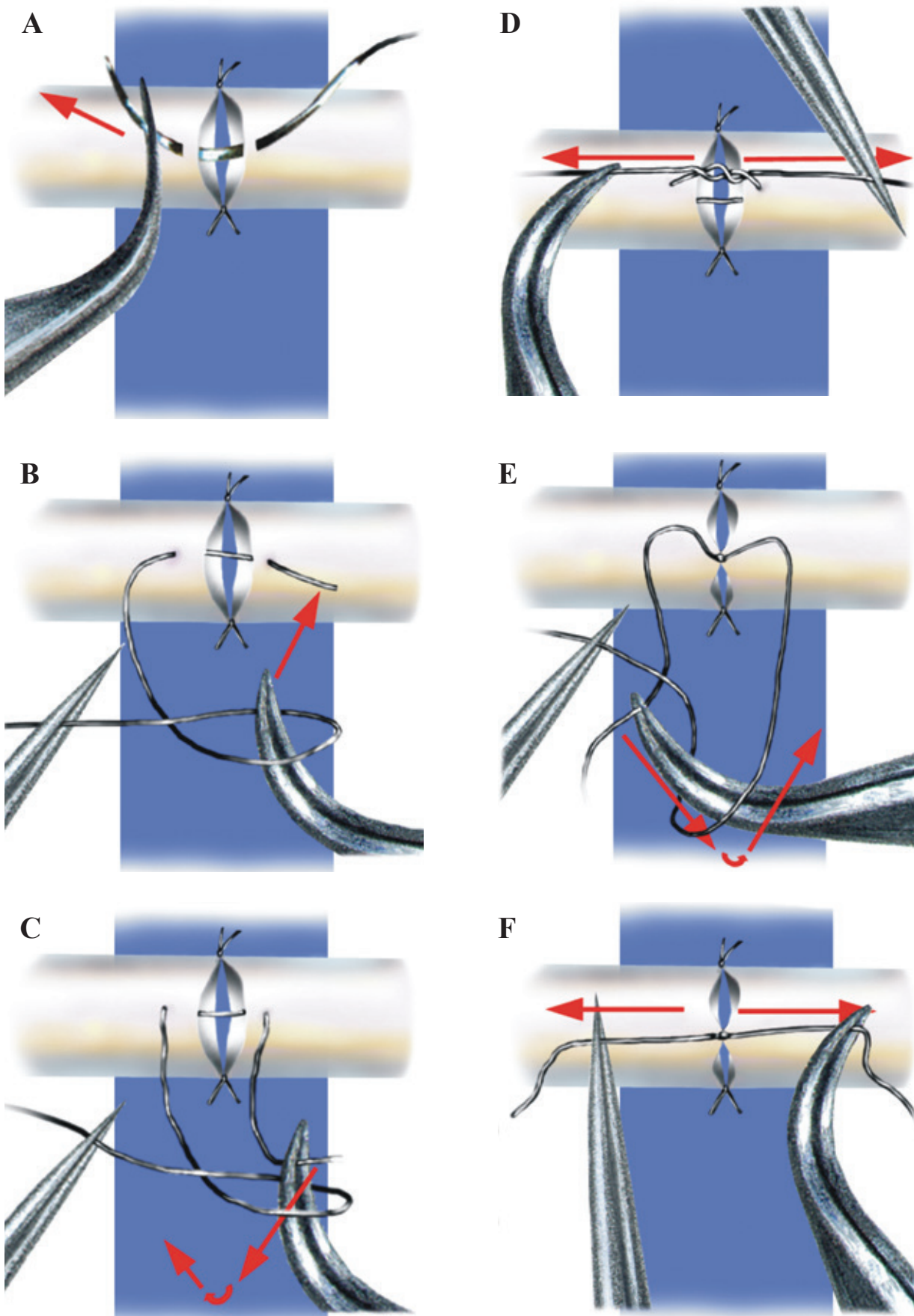


Figura 7. Pasos sucesivos del anudado.

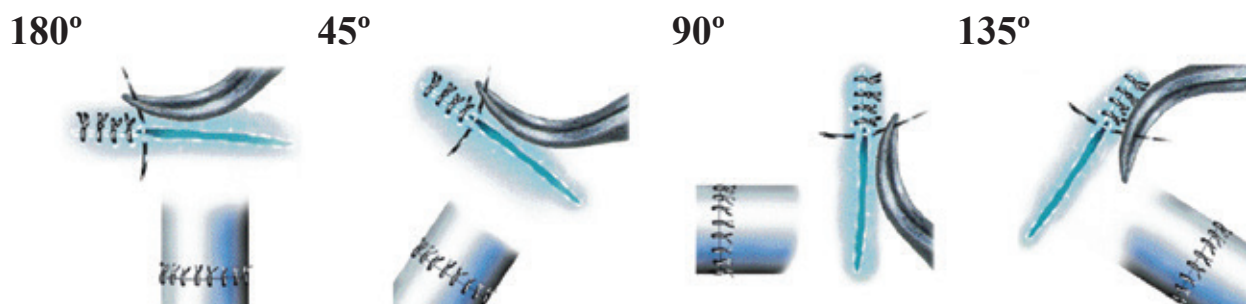


Figura 8. Esquema de los ejercicios a realizar en la pletina. Dificultad progresiva de menor a mayor (de izquierda a derecha).

Características de un buen anudado

- Equidistancia y paralelismo entre puntos. En el entrenamiento hay que conseguir encajar ocho puntos por milímetro con una sutura de 10/0.
- Proximidad adecuada a los bordes.
- Tensión correcta de la lazada.
- Perpendicularidad al borde de la incisión.
- Que no se encabalguen los bordes.
- Que no se aflojen los nudos.
- Que no se rasgue el tejido.

Este sistema de entrenamiento en la técnica de sutura microquirúrgica ha sido probado y afianzado por los resultados inmejorables obtenidos en el aprendizaje y docencia de esta técnica de 900 cirujanos, elegidos al azar, cirujanos de diferentes especialidades: urólogos, cirujanos vasculares, oftalmólogos, neurocirujanos, traumatólogos, veterinarios, cirujanos pediátricos, cirujanos plásticos, cirujanos generales, odontostomatólogos, todos ellos especialistas que han pasado por la Unidad de Microcirugía de este Centro en diversos cursos de iniciación a la microcirugía, en los que han llevado a cabo distintos tipos de anastomosis vasculares en los primeros días del curso. También hemos registrado la opinión subjetiva de otros 400 especialistas que han utilizado la pletina en sus inicios, mediante encuestas específicas, en las que valoraban este método de entrenamiento inicial en el aprendizaje de la técnica microquirúrgica. Todo lo anterior nos ha permitido llegar a la conclusión de que la adquisición de una buena técnica de sutura es comprometida y variable dependiendo

de la habilidad innata, pero se comprueba que con la utilización de la pletina de poliuretano en el aprendizaje, a partir de las tres o cuatro horas, comenzaremos a realizar puntos con calidad y soltura.

En la unidad de microcirugía del CCMIJU, aconsejamos realizar entre mil y mil quinientos puntos de sutura, o lo que es lo mismo entre cuarenta y cincuenta horas de trabajo en la pletina, con el fin de manejar la técnica de sutura correctamente, hecho que si bien al principio resulta abrumador, es posteriormente beneficioso, siempre teniendo en cuenta nuestra experiencia previa en cuanto a los resultados obtenidos tras muchos años de docencia en la microcirugía, y considerando que el dominio de la técnica de sutura es un paso clave y decisivo en el aprendizaje microquirúrgico.

Según las encuestas y el estudio estadístico realizado por la Unidad de Microcirugía, y según la experiencia de muchos años en la enseñanza de la microcirugía (desde 1995), se llega a la conclusión técnica de que este sistema de pletina es una pieza clave e imprescindible en el proceso de aprendizaje de la microcirugía, formando parte de un sistema de aprendizaje que se asienta sobre una base ética y moral (ya que disminuye significativamente el número de animales) y en el que es primordial no aprender basándose en errores cometidos en animal vivo.

Esta pletina de entrenamiento, ideada y diseñada por el profesor Usón, ha sido descrita en una revista científica con factor de impacto en el ámbito de la Microcirugía, con el título “Design of a new suture practice card for microsurgical training”.

Bibliografía

- Abi-Rafeh, J., Zammit, D., Mojtahed Jaber, M., Al-Halabi, B., Thibaudeau, S. Nonbiological Microsurgery Simulators in Plastic Surgery Training: A Systematic Review. *Plast Reconstr Surg.* 2019 Sep;144(3):496e-507e. doi: 10.1097/PRS.0000000000005990. PMID: 31461050.
- Fanua, S.P., Kim, J., Shaw Wilgis, E.F. Alternative model for teaching microsurgery. *Microsurgery.* 2001; 21 (8): 379-382.
- Gunasagaran, J., Rasid, R.J., Mappiare, S., Devarajoo, C., Ahmad, T.S. Microgrids: A Model for Basic Microsurgery Skills Training. *Malays Orthop J.* 2018 Jul;12(2):37-41. doi: 10.5704/MOJ.1807.007. PMID: 30112127; PMCID: PMC6092531.
- Haeseker, B. Microsurgery, a “small” surgical revolution in the medical history of the 20th century. *Ned Tijdschr Geneesk.* 1999; 143(16): 858-864.
- Hamdorf, J.M., Hall, J.C. Acquiring surgical skills. *Br J Surg.* 2000; 87(1): 28-37.
- Matsumura, N., Horie, Y., Shibata, T., Kubo, M., Hayashi, N., Endo, S. Basic training model for supermicrosurgery: a novel practice card model. *J Reconstr Microsurg.* 2011 Jul;27(6):377-82. doi: 10.1055/s-0031-1281518. Epub 2011 Jun 29. PMID: 21717391.
- Meier, A., Raw, C., Krummel, T. Virtual reality: surgical application-challenge for the new millennium. *J Am Coll Surg.* 2001; 192: 372-384.
- Usón, J., Calles, M.C. Design of a new suture practice card for microsurgical training. *Microsurgery.* 2002; 22(8): 324-328.
- Usón, J., Viguera, F.J., Calles, M.C. Interactive advanced-communication multistation system for microsurgical training. *Microsurgery.* 2004; 24(3): 218-222.
- Zarabini, A.G., Galeano, M. From surgical gloves to the rat. The various stages of microsurgery learning. *Minerva Chir.* 2000; 55(10): 687-692.

3. ERGONOMÍA EN MICROCIRUGÍA

Elena Abellán • Francisco M. Sánchez • Laura C Pires • M^a. Jesús Jara
Jesús Usón

Las ventajas de la microcirugía resultan obvias para el cirujano. Le proporciona una mayor precisión en las técnicas basadas en la cirugía (diéresis, exéresis, síntesis y hemostasia), le crea un respeto exquisito por las estructuras anatómicas y le hace mejorar sustancialmente sus posibilidades de innovación en nuevas técnicas.

Un cirujano experimentado en microcirugía y el continuo avance en este campo conllevan unos beneficios para el paciente determinados por las ventajas de la cirugía de mínima invasión (reducción del trauma tisular, disminución de las estancias hospitalarias, disminución del gasto sanitario, etc.).

Para obtener unos resultados óptimos de las técnicas microquirúrgicas son necesarios ciertos requerimientos ergonómicos, con el fin de disminuir factores como el cansancio, el temblor y lesiones del cirujano que afectan también al correcto desarrollo de la técnica. El cirujano que trabaja en este campo se enfrenta a una serie de inconvenientes causados por la duración de las intervenciones (generalmente prolongadas en el tiempo), por el manejo de un instrumental especial (la colocación no ergonómica de la mano y de los dedos puede conducir a presionar áreas, irritación de nervios y a una rápida fatiga) y por la necesidad de mantener una postura corporal relativamente fija durante el procedimiento (que puede llegar a producir lumbalgias, dolor de cuello, etc.).

Por todo ello, se hace fundamental tener en cuenta una serie de indicaciones sobre la postura corporal adecuada (flexión de la cabeza, colocación de la espalda, de los antebrazos y de los pies),



Figura 1. Forma correcta de asir el instrumental para disminuir el temblor y el cansancio.

así como sobre el manejo y posición adecuada del instrumental en la mano del cirujano, con apoyo en la depresión tenar y en el dedo corazón (Fig. 1).

En el Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón una de nuestras líneas de trabajo consiste en analizar y evaluar las diferentes posturas adoptadas durante una determinada cirugía experimental y así sacar unas recomendaciones sobre la posición corporal correcta en microcirugía (Fig. 2-10). El objetivo es disminuir el cansancio (que puede influir en la técnica y en el nivel de atención), el temblor (principal enemigo de las técnicas microquirúrgicas) y reducir las lesiones por fatiga corporal.

En este estudio hemos utilizado electromiografía con electrodos de superficie para determinar la intervención muscular y la presencia de fatiga muscular local. Los músculos sobre los que se centró este estudio preliminar fueron el M. trapecio y



Figura 2. Postura ideal de trabajo en microcirugía.



Figura 3. Postura incorrecta que generalmente es adoptada por los alumnos.

el M. supinador largo. Esta técnica (EMG) consiste en registrar las señales eléctricas que generan los músculos durante su actividad. Dichas señales son analizadas y su resultado nos da una estimación del nivel de tensión muscular que supone una determinada actividad.

Gracias a este estudio hemos podido establecer una serie de criterios ergonómicos que podemos resumir en 5 apartados que corresponden a las posiciones de los diferentes segmentos del cuerpo:

1. Postura general correcta: ningún segmento corporal está forzado; de esta forma estamos reduciendo el cansancio visual y la fatiga muscular, se logra un mayor control del temblor y todo ello repercute en una mayor eficacia en el acto quirúrgico (Fig. 2).

Una postura inadecuada durante la intervención nos lleva a una pérdida de precisión causada por la fatiga y el cansancio que supone un posicionamiento forzado (Fig. 3).

2. Posición de la cabeza y del cuello: es esencial destacar la importancia de mantener los ojos sobre los binoculares y trabajar con un ángulo en el cuello de aproximadamente 30°; si forzamos dicho ángulo se provoca un incremento del estrés músculo-esquelético que reduce el rendimiento del cirujano.

De igual forma señalar la conveniencia de tener perfectamente alineado el microscopio con

respecto al eje vertical que forman la cabeza y el cuello para evitar de esta forma que las vértebras cervicales se giren o flexionen ya que esto es otra posible causa de molestias y dolor al término de la cirugía (Figs. 4 y 5).

3. Postura de los antebrazos, la espalda y apoyo lumbar: los antebrazos deben estar bien asentados sobre la mesa (Fig. 6), esto nos da un registro electromiográfico poco elevado que nos permite practicar cirugías de larga duración con el mínimo esfuerzo por parte del M. supinador largo.

Mantener la espalda recta y un correcto apoyo lumbar (Fig. 6) en la silla nos proporciona la estabilidad necesaria para realizar determinados procedimientos que requieren de la máxima precisión.

Si no tenemos dicha estabilidad (Fig. 7), es decir, si no buscamos ese apoyo lumbar y la espalda no se mantiene erguida, se obtiene una posición forzada que da lugar a un electromiograma de mayor actividad muscular, esto tiene como consecuencia la aparición de temblor, cansancio, fatiga y por supuesto, pérdida de precisión.

4. Posición de los pies: al igual que en el apartado anterior, un buen apoyo de los pies en la silla o en la mesa nos procura la estabilidad necesaria para la realización de este tipo de cirugía (Fig. 8).

Un mal asentamiento de los pies transmite una inestabilidad corporal que conlleva una mayor imprecisión (Fig. 9).

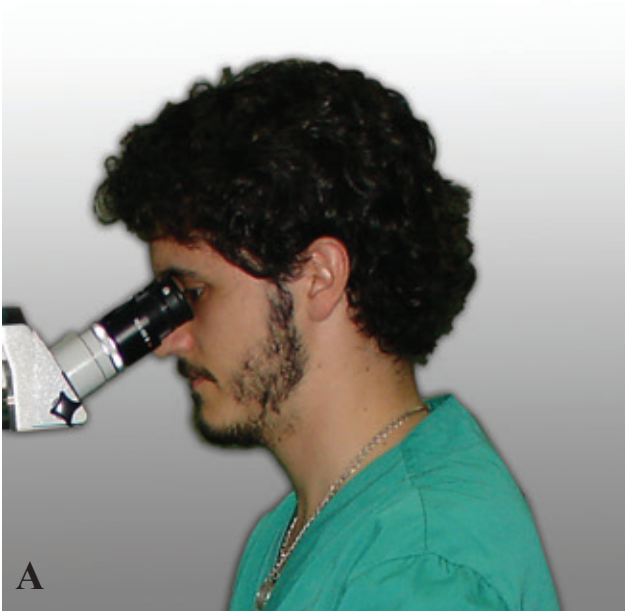


Figura 4. A, Cuello inclinado aproximadamente 30°. Disminuye el cansancio y la posibilidad de lesiones o daños por una mala posición. B, Colocación de electrodos en el músculo trapecio izquierdo. Los registros electromiográficos no detectan una actividad muscular demasiado elevada.

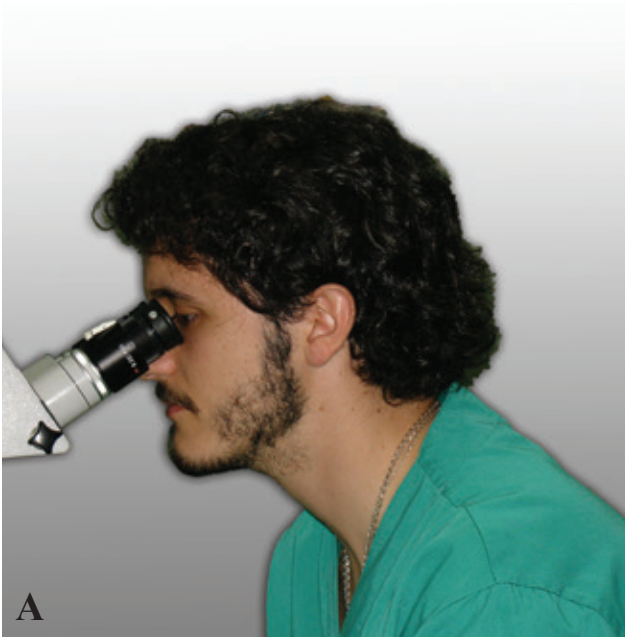
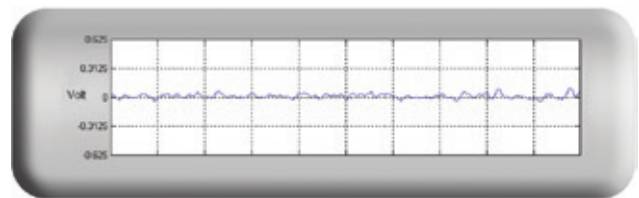
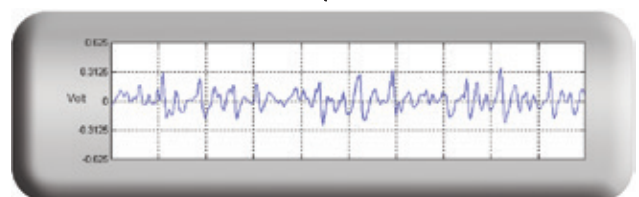
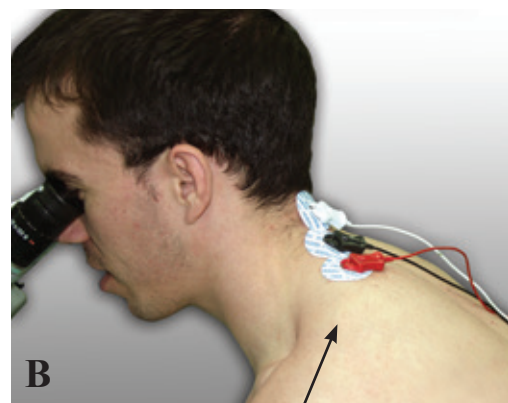


Figura 5. A, Cuello inclinado a más de 30° conduce a aparición de dolor y cansancio. B, La prolongación excesiva en el tiempo en esta posición puede provocar dolor de cuello y a la larga lesiones cervicales.



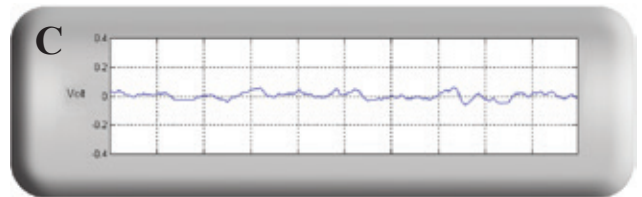
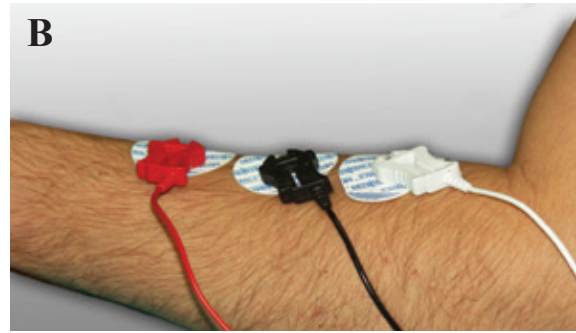
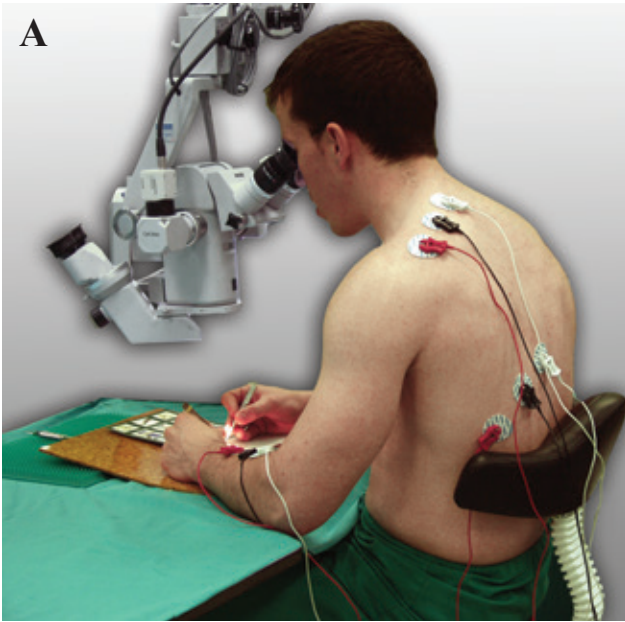


Figura 6. A, Antebrazos bien asentados en la mesa, espalda recta y buen apoyo lumbar. B, Detalle de colocación de electrodos en el músculo supinador largo. C, El electromiograma muestra poca actividad muscular.

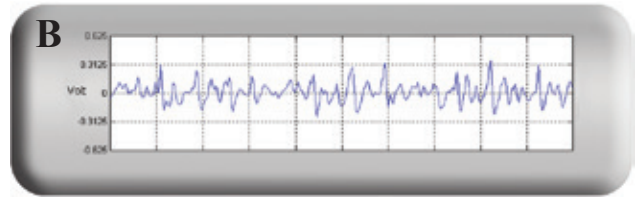


Figura 7. A, Antebrazos mal asentados e incorrecto apoyo lumbar. B, Los electrodos registran una mayor actividad muscular que con el tiempo provocará aparición de temblor, cansancio y fatiga.



Figura 8. Los pies apoyados en la silla o en la mesa nos conducen a una mayor estabilidad corporal.



Figura 9. Una inestabilidad corporal provocada por mal asentamiento de los pies nos conduce a mayor imprecisión del acto quirúrgico.

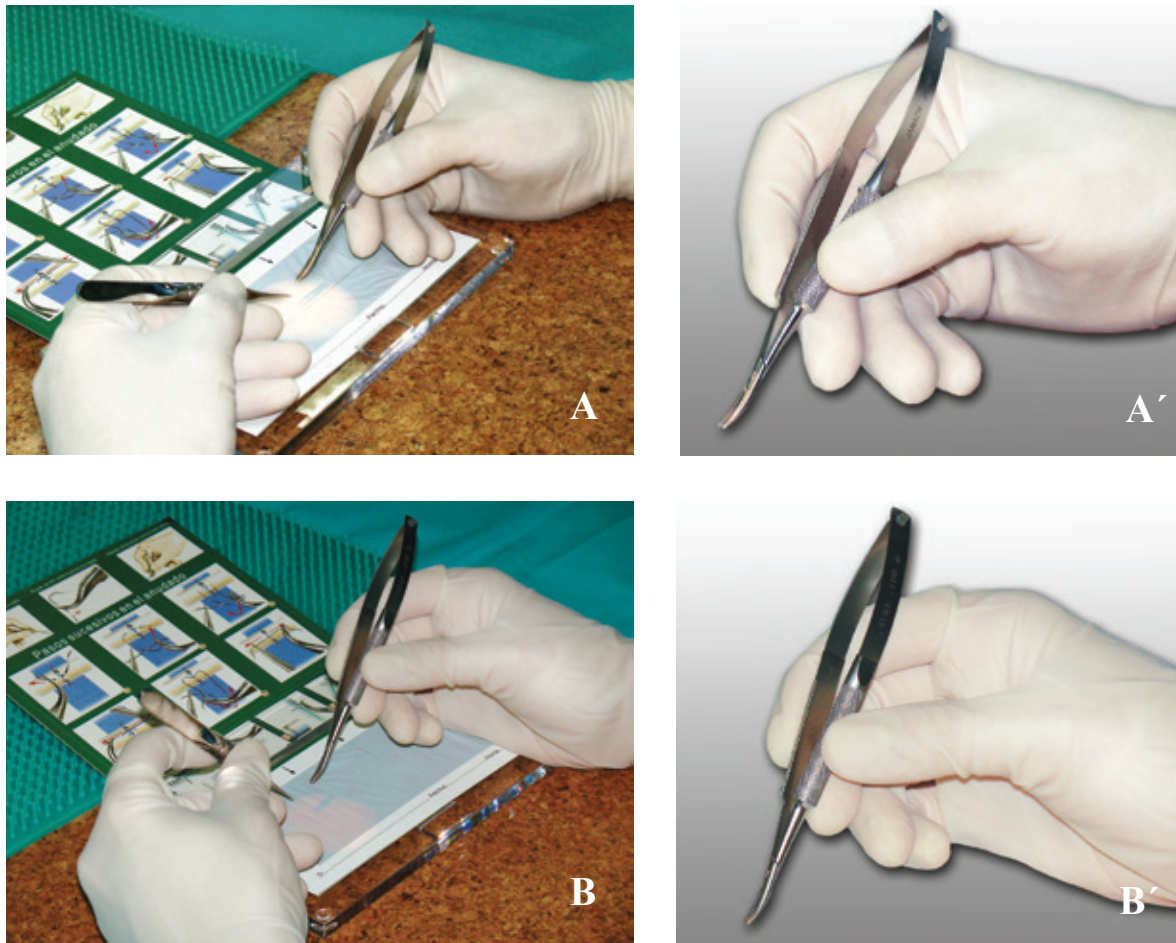


Figura 10. A, A', apoyo del instrumental en la depresión tenar de la mano y en el dedo corazón. B, B', mal manejo del instrumental que incrementa el número de errores.

5. Posición de las manos y agarre del instrumental: es una de las piezas clave en la microcirugía. El instrumental debe manejarse con armonía y precisión en los movimientos, para controlar el temblor debemos apoyar el instrumental en la depresión tenar de la mano y en el dedo corazón, esto nos lleva a una mayor exactitud a la hora de trabajar a grandes aumentos (Fig. 10 A). Un mal agarre ocasiona una mayor imprecisión y un incremento en el número de errores (Fig. 10 B).

Por otro lado, en cuanto al tipo de instrumental también existe una serie de criterios que contribuyen a mejorar su agarre y utilización:

- Debe estar fabricado en un material que impida su deterioro, que facilite su limpieza y

mantenimiento y con características antimagnéticas.

- Debe ser de longitud amplia y superficie redondeada para facilitar el manejo.
- La zona de agarre debe ser rugosa para permitir asirlo firmemente y así disminuir la posibilidad de temblor.
- Debe estar fabricado con materiales que no produzcan reflejos molestos durante la intervención, con objeto de atenuar la fatiga visual.

Por último, hay que tener en cuenta que un excesivo instrumental o una mala colocación del mismo en la mesa quirúrgica solo contribuye a retardar el trabajo y obtener malos resultados, por

lo que el instrumental debe colocarse de manera que mantenga un orden conocido frente a nosotros, permitiendo intercambiar el instrumental sin necesidad de levantar la vista de los oculares del microscopio (Fig. 11).

Los resultados obtenidos en este estudio los recogemos en este capítulo como un grupo de recomendaciones finales para prevenir la aparición de dolor en el cuello y espalda principalmente después de una cirugía (Fig. 12).

Siguiendo con esta línea de trabajo estamos incluyendo otros grupos musculares que puedan verse afectados durante una cirugía de este tipo, y así obtener más información acerca de la adecuada ergonomía en microcirugía ya que la consideramos indispensable en cualquier procedimiento quirúrgico.

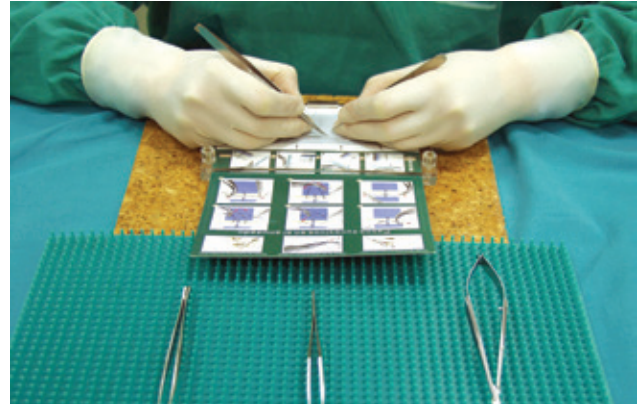


Figura 11. Colocación del instrumental en orden conocido.

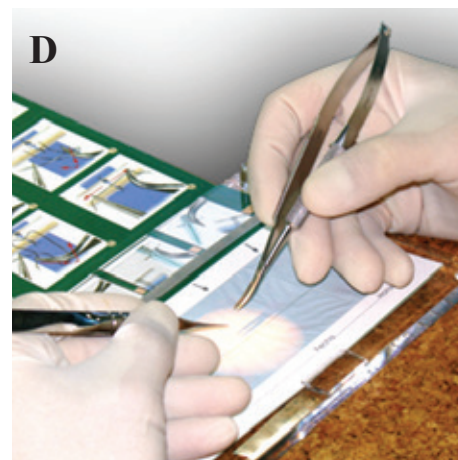
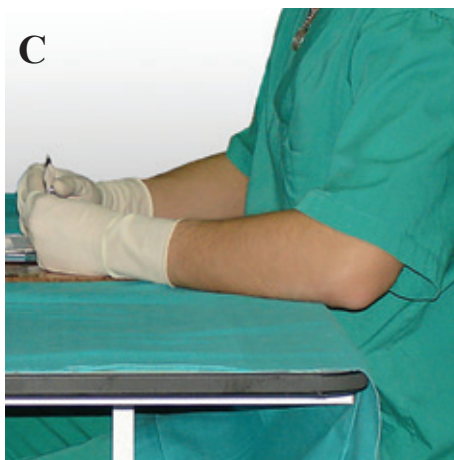
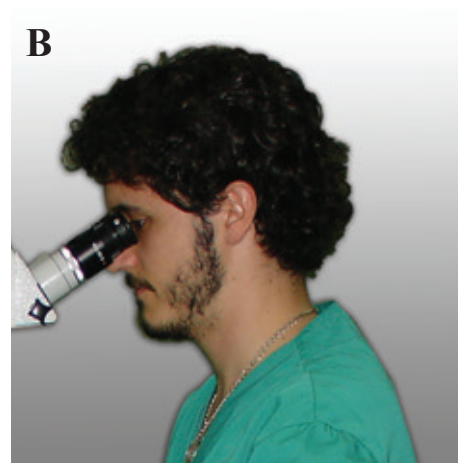


Figura 12. Recomendaciones finales de los estudios de ergonomía realizados en el CCMIJU. A, Mantener la posición corporal correcta. B, Cabeza y cuello inclinado 30°. C, Antebrazos bien asentados sobre la mesa. D, Agarre correcto del instrumental.

Bibliografía

- Amirouche, F., Martin, J.R., Gonzalez, M. *et al.* Experimental set-up and sensory glove interface for microsurgery. *Proc Inst Mech Eng [H]*. 2008 Jan; 222(1): 89-99.
- Brunelli, G. *Textbook of microsurgery*. Ed. Masson, Milano. 1988.
- Faraj, M.K. What Are “Microergonomics,” “Penization,” and “Electronics Integrated with Surgical Instruments”? *World Neurosurg*. 2021 Aug;152:144-151. doi: 10.1016/j.wneu.2021.06.068. Epub 2021 Jun 18. PMID: 34153485.
- Hoyt, R.F., Clevenger, R.P., McGehec, J.A. Microsurgical instrumentation and suture material. *Lab Anim*. 2001; 30(9): 38-45.
- Matern, U., Eichenlaub, M., Waller, P. *et al.* MIS instruments. An experimental comparison of various ergonomic handles and their design. *Surg Endosc*. 1999; 13(8): 756-762.
- Matern, U., Waller, P. Instruments for minimally invasive surgery: principles of ergonomic handles. *Surg Endosc*. 1999; 13(2): 174-182.
- Mokhtari, P., Tayebi Meybodi, A., Lawton, M.T. Learning microvascular anastomosis: Analysis of practice patterns. *J Clin Neurosci*. 2021 Aug;90:212-216. doi: 10.1016/j.jocn.2021.06.001. Epub 2021 Jun 12. PMID: 34275552.
- Usón, J., Calles, M.C. Design of a new suture practice card for microsurgical training. *Microsurgery*. 2002; 22(8): 324-328.
- Yadav, Y.R., Parihar, V., Ratre, S., Kher, Y., Iqbal, M. Microneurosurgical Skills Training. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2016 Mar;77(2):146-54. doi: 10.1055/s-0034-1376190. Epub 2015 Apr 27. PMID: 25915501.

4. ANATOMÍA Y ABORDAJES EN LOS ANIMALES UTILIZADOS COMO MODELOS EXPERIMENTALES EN MICROCIROLOGÍA

Salvador Climent • Fei Sun • Rafael Latorre • María Climent • Elena Abellán
Francisco Miguel Sánchez • Jesús Usón

Referencias anatómicas para la iniciación a la sutura de tejidos orgánicos

La pieza clave de esta etapa es el ala de pollo; económico, fácil de conseguir y capaz de proporcionarnos una gran destreza microquirúrgica, ya que tiene características anatómicas especiales con arterias y venas del tamaño ideal para su manipulación y realización de prácticas de anastomosis. Los vasos se disponen además muy próximos, lo que permite llevar a cabo prácticas de disección de tejidos. En esta pieza, comenzaremos por realizar prácticas de disección, abordando y separando notables estructuras vasculonerviosas, como son: vena, nervio y arteria braquial, etc. (Fig. 1). Debemos ser capaces de disecar finamente estas estructuras, dejándolas sin tejido graso y conjuntivo y, por supuesto, sin provocar lesiones ni atentar contra su integridad. Cuando seamos capaces de realizar este procedimiento (una a dos horas, o cinco a seis cuellos de pollo), pasaremos a efectuar anastomosis vasculares en el cuello. Inicialmente practicaremos en la arteria braquial principal (Fig. 1) y seguiremos la siguiente pauta: arteriotomía y posterior sutura (1 o 2 horas) y después anastomosis término-terminal y término-lateral. Repetiremos las técnicas hasta conseguir diez anastomosis seguidas totalmente permeables y con la mínima agresión al vaso. La sutura venosa es más complicada debido a las características especiales de su estructura. Por ello la practicaremos en la arteria braquial principal y con las mismas pautas que la arterial.

Estudio en la rata

La rata es considerada como un animal ideal para la práctica de la microcirugía vascular debido, por una parte, a la facilidad de acceso a las estructuras vasculares, y por otra a que el diámetro de las mismas es adecuado para el aprendizaje de las distintas técnicas microquirúrgicas. Tras depilar y esterilizar la zona que se va a intervenir, se coloca el animal sobre la tabla operatoria en decúbito supino y se envuelve el extremo distal de las extremidades con esparadrado, el cual se sujeta a la tabla por medio de alfileres. La cabeza se fija con una goma elástica, manteniendo fuera la lengua para poder aspirar la saliva.

Abordajes de interés en la rata

Los abordajes de interés en la rata en microcirugía son:

- Paquete vasculonervioso del cuello. Es la práctica más recomendada para los que se inician en la técnica microquirúrgica. Se realiza una incisión de 3-4 cm desde el submentón hasta el apéndice xifoideo, ampliando el campo con una incisión perpendicular a la anterior por su extremo caudal (Fig. 2A). Se eleva el platisma y se visualizan las estructuras superficiales, ver *Lámina 1*, y profundas, ver *Lámina 2*.
- Arteria aorta abdominal y vena cava caudal. Se realiza una laparotomía media, se alcanza la cavidad abdominal y se apartan cuidadosamente las asas intestinales, que se protegen

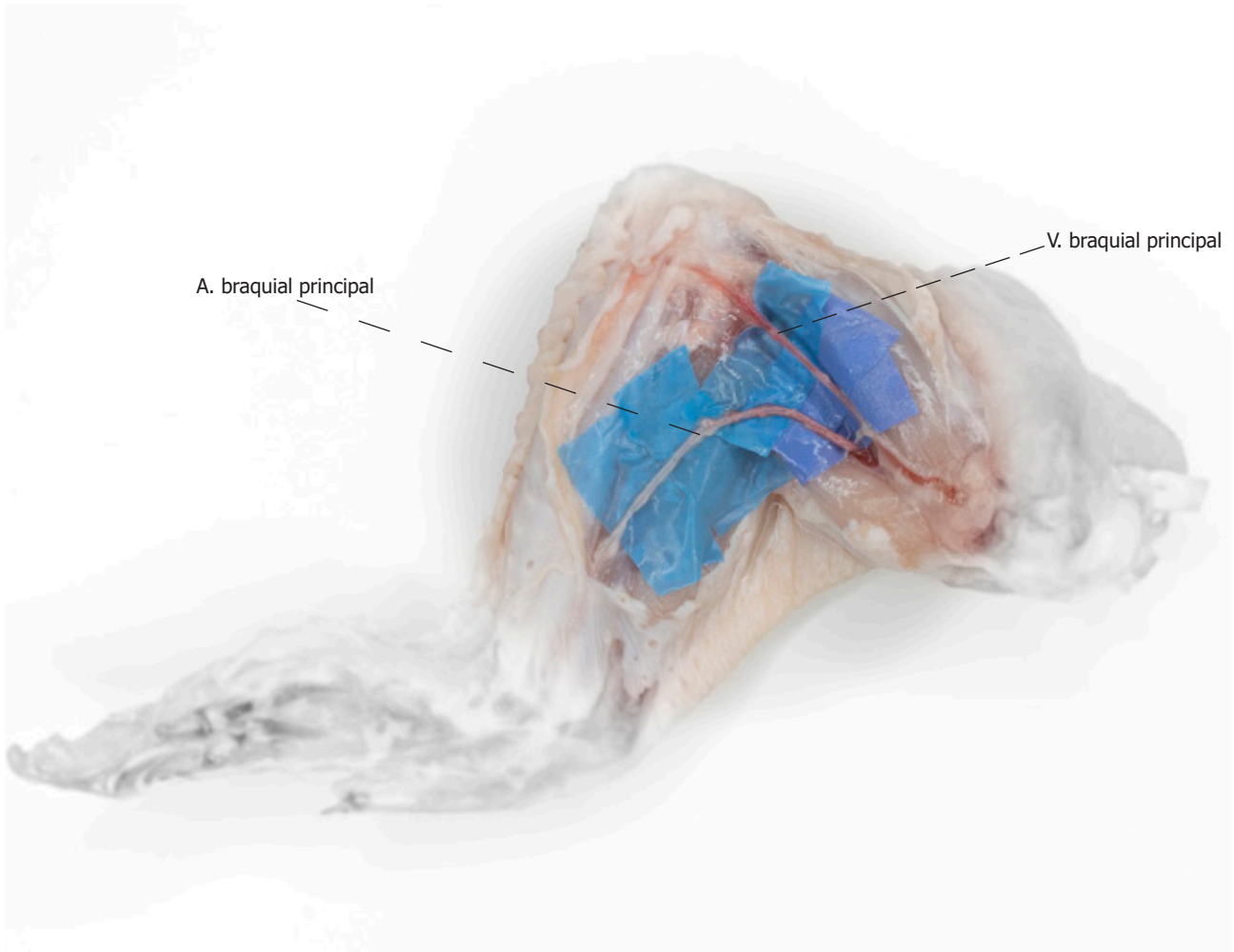


Figura 1. Localización de los vasos principales del ala de pollo. Con material quirúrgico convencional se practica una incisión en piel, se diseca separando la piel hasta visualizar la musculatura. Una vez identificados los vasos se procede con su disección.

con gasas humedecidas con solución salina atemperada. Se diseca el peritoneo posterior, ver *Lámina 3*, y nos encontramos la aorta y la cava rodeadas conjuntamente por la misma adventicia (Fig. 2B), la cual debe ser disecada cuidadosamente sobre la aorta por el riesgo de rotura que comporta hacerlo sobre la cava, provocando la muerte del animal por hemorragia aguda.

- Vasos femorales y N. safeno. Realizar una incisión de 3-4 cm paralela al pliegue inguinal. Disecar el tejido conjuntivo subcutáneo y la grasa hasta poner de manifiesto los vasos femorales, paralelos al M. pectíneo y el N. safeno, cranealmente a ellos. Se diseca la vaina perivascular, aislando y disecando la A. circunfleja iliaca superficial (Fig. 2C) y *Lámina 3*.

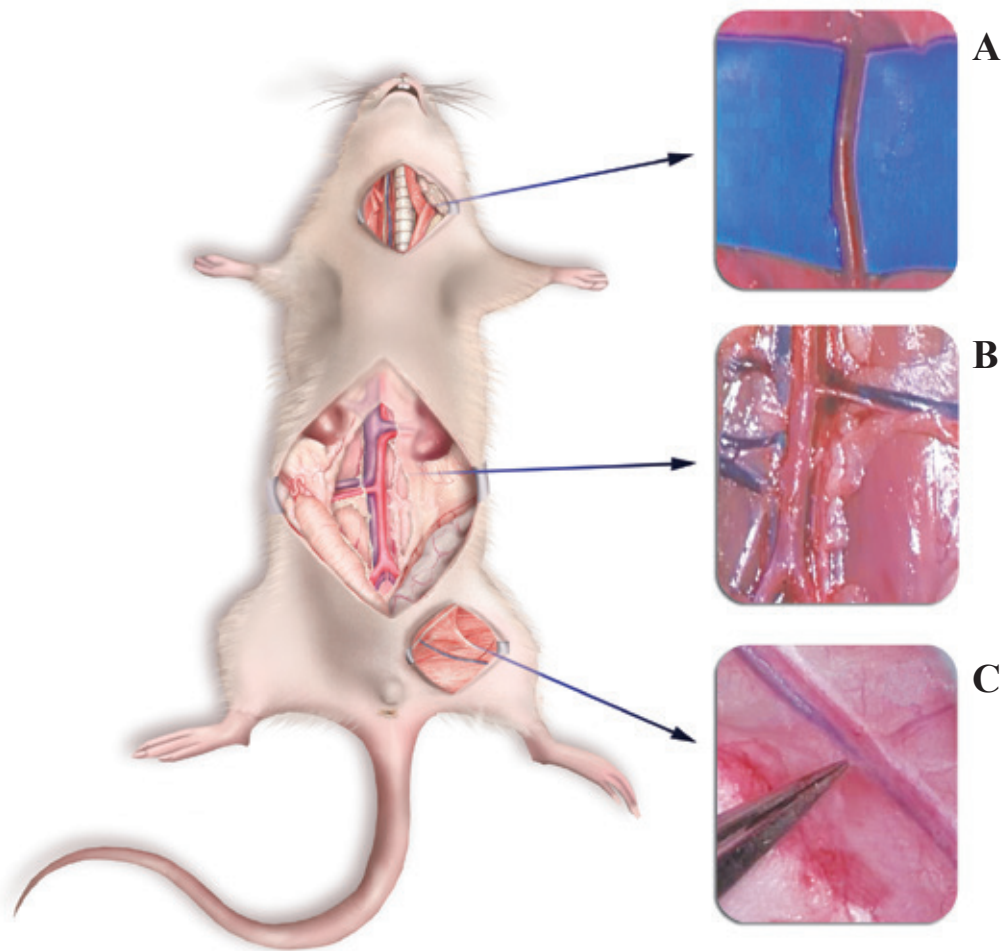


Figura 2. Abordajes de interés en la rata. A, arteria carótida. B, arteria aorta y vena cava. C, vasos femorales y nervio safeno.

Dentro del proceso de aprendizaje en microcirugía, la fase inicial comprende: reconocimiento de las glándulas salivales y los linfonódulos mandibulares, identificación de los músculos esternohioideo, esternotiroideo, esternomastoideo, omohioideo y digástricos, así como la vena yugular externa de cada lado en el surco entre los músculos esternomastoideo y trapecio clavicular. La disección de la vena yugular es difícil, sobre todo en las fases iniciales del aprendizaje, por la fragilidad de sus paredes en la rata, pero es un buen ejercicio una vez que se tiene cierto dominio de las técnicas microquirúrgicas. La vena discurre

por el borde lateral del músculo esternomastoideo, ver *Lámina 1*. Deben ligarse las ramas accesorias que salen a este nivel, hasta lograr la suficiente longitud para realizar la sutura.

Al disecar el rafe de separación entre los músculos esternotiroideo, esternomastoideo y omohioideo aparece la arteria carótida y, unido a ella, el tronco vagosimpático, ver *Lámina 2*. Separamos ambas estructuras cuidadosamente ya que si lesionamos el vago podemos provocar complicaciones respiratorias en la rata. La disección de la carótida debe hacerse desde su porción más caudal hasta su bifurcación (Fig. 3).

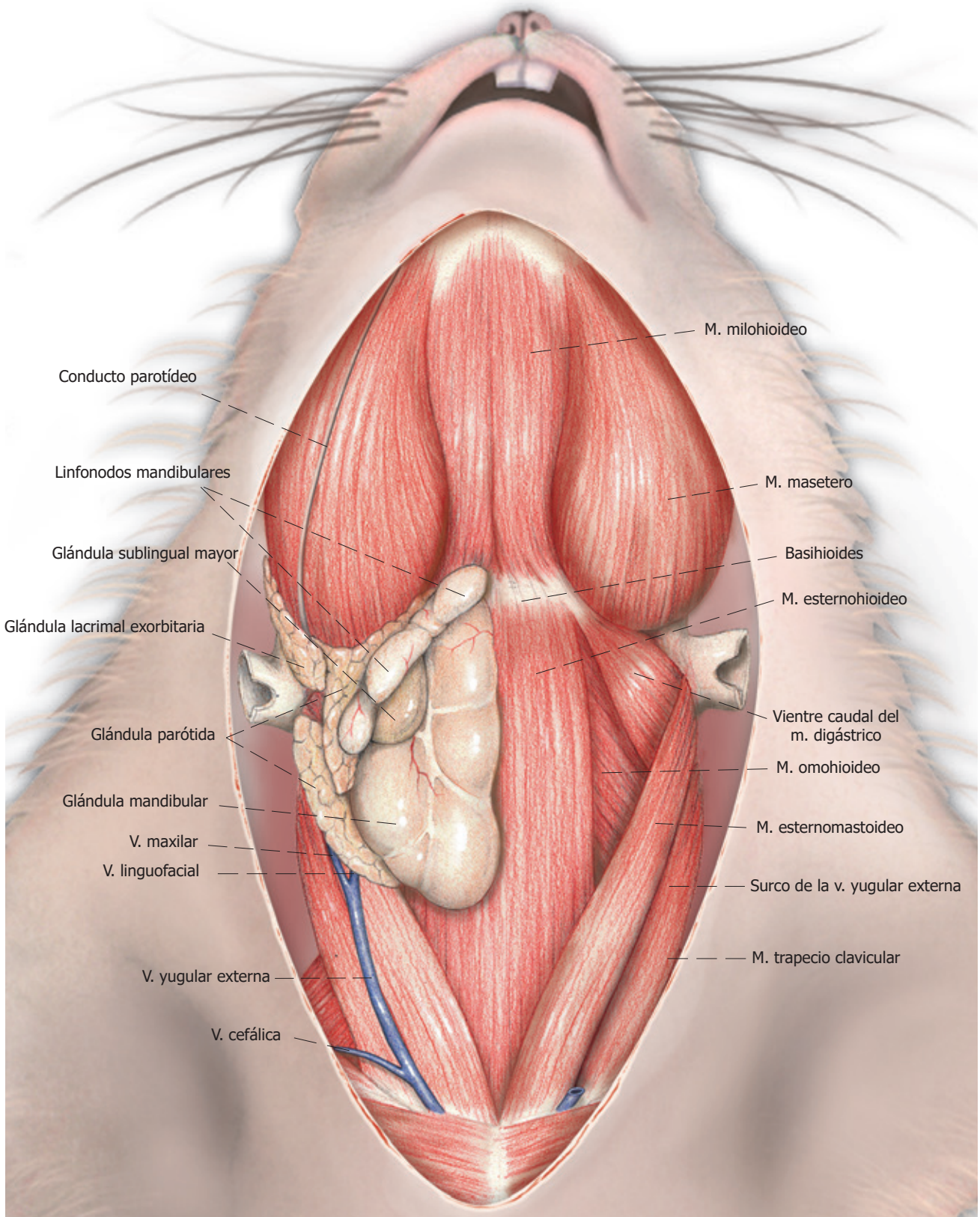


Lámina 1. Vista ventral esquemática de las estructuras superficiales de la cabeza y el cuello de la rata Wistar tras levantar la piel y el músculo cutáneo.

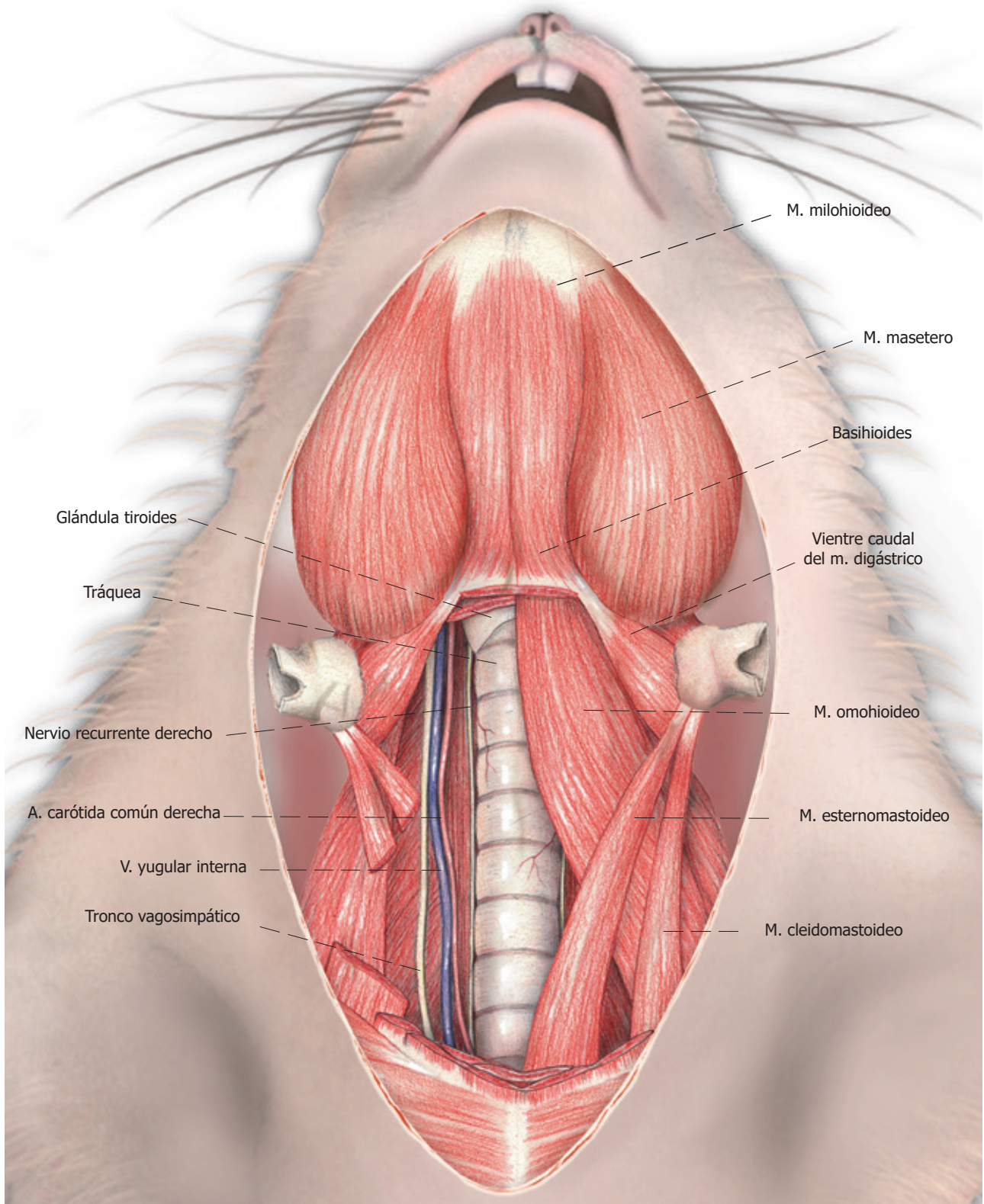


Lámina 2. Vista ventral esquemática de las estructuras profundas del cuello de la rata Wistar.

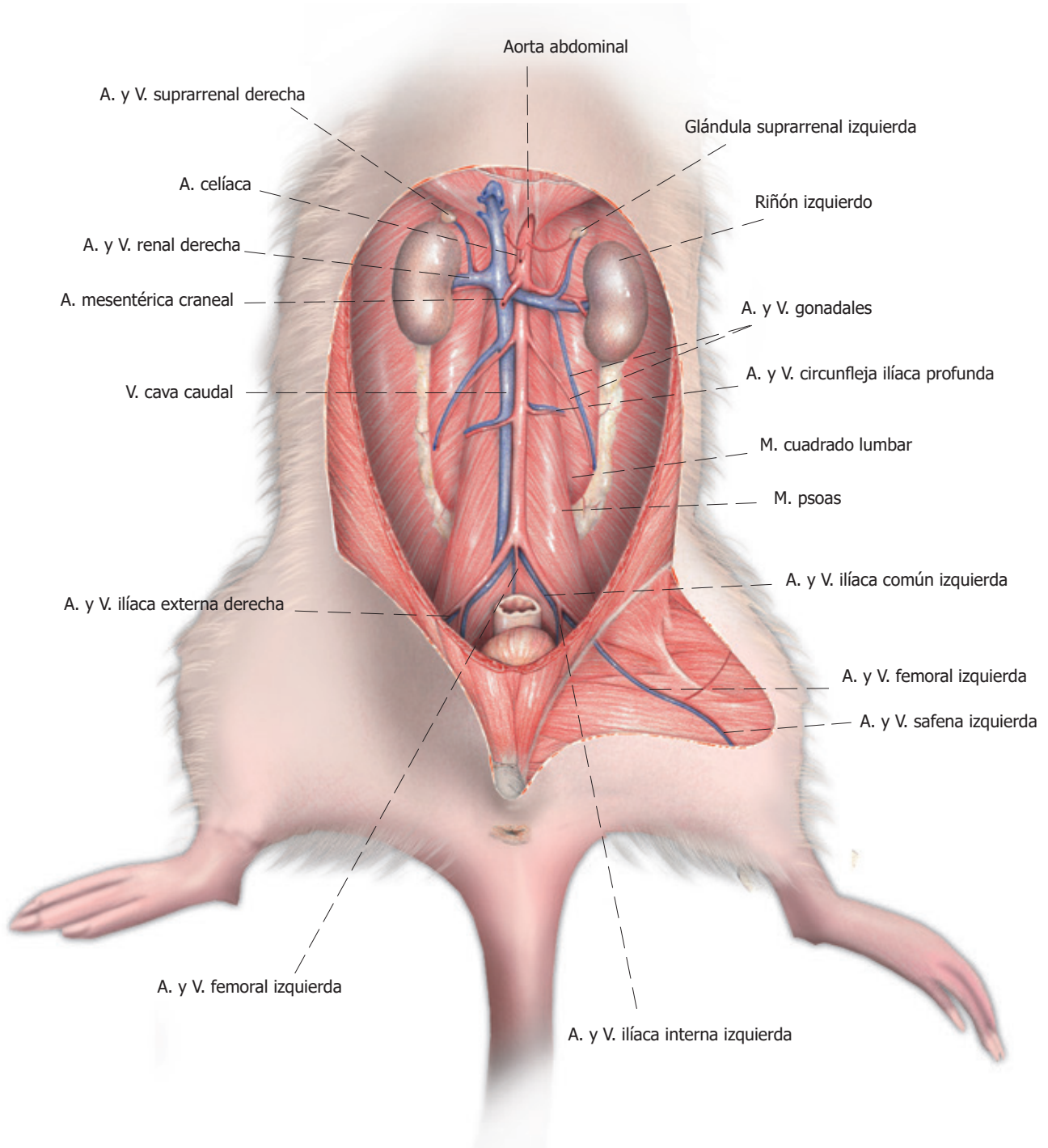


Lámina 3. Vista ventral esquemática de las estructuras del techo del abdomen de la rata Wistar tras eliminar las vísceras digestivas y el peritoneo.

Estudio angiográfico de la rata Wistar

La vascularización arterial de la cabeza y del cuello procede de tres arterias principales del arco aórtico. Del cayado de la aorta se origina primero el tronco braquiocefálico, después la arteria carótida común izquierda y finalmente la arteria subclavia izquierda. La arteria carótida común derecha se inicia tras la bifurcación del tronco braquiocefálico y la arteria vertebral derecha sale de la arteria subclavia derecha, rama del tronco braquiocefálico. La arteria carótida común izquierda sale directamente del cayado aórtico mientras que la arteria vertebral izquierda se origina de la subclavia izquierda. La A. carótida común izquierda generalmente es más larga que la derecha (Fig. 3). Al nivel del borde superior del cartílago tiroideo, las Aa. carótidas comunes se bifurcan en las Aa. carótidas externas e internas. En la zona de división los vasos se dilatan y forman el llamado seno carotídeo, que usualmente se encuentra únicamente en el origen de la A. carótida interna (Fig. 3).

La principal arteria del tórax es la aorta, que se divide clásicamente en tres segmentos: aorta ascendente, cayado de la aorta, y aorta descendente, que se divide a su vez en aorta torácica y aorta abdominal.

Aorta ascendente: en el origen de la aorta ascendente existen tres dilataciones llamadas senos de la aorta, desde donde salen las arterias coronarias.

Cayado de la aorta: como ya conocemos, da tres ramas: el tronco braquiocefálico, la A. carótida común izquierda y la A. subclavia izquierda. Del tronco braquiocefálico se originan la A. subclavia derecha y la A. carótida común derecha. La A. vertebral derecha es rama de la subclavia derecha. La A. carótida común izquierda, es la segunda rama que sale del cayado de la aorta, dirigiéndose cranealmente, al principio delante de la tráquea para progresivamente inclinarse hacia el lado

izquierdo. La A. subclavia izquierda es la última rama del cayado de la aorta (Fig. 3).

Aorta torácica descendente: la aorta descendente en su trayecto da ramas para el pericardio, las Aa. bronquiales, ramas anastomóticas con las Aa. torácicas, 4 o 5 Aa. esofágicas, ramas mediastínicas, ramas frénicas, las Aa. intercostales anteriores y posteriores, la rama espinal, ramas musculares y ramas innominadas (Fig. 3).

La aorta abdominal sale desde el hiato aórtico del diafragma, descendiendo hasta dar dos ramas terminales, las Aa. ilíacas comunes y continuar como A. sacra mediana, ver *Lámina 3*. Sin ánimo de ser exhaustivos, se señalan algunas de sus principales ramas (Fig. 3).

Ramas ventrales: A. celíaca, A. mesentérica craneal y A. mesentérica caudal.

Ramas laterales: Aa. frénicas caudales, A. suprarrenal craneal, A. renal y A. ovárica o testicular.

Ramas dorsales: Aa. lumbares.

La zona más propicia para la realización de suturas se encuentra entre las ramas circunflejas ilíacas profundas y la bifurcación ilíaca, pero podemos disecar también algunas colaterales, como las arterias lumbares y las renales. Hay que ligar o cauterizar con el coagulador bipolar las ramas colaterales que interese cerrar durante la disección (Fig. 3). Por lo que respecta a las principales venas, aparecen ilustradas en la *Lámina 3* y en la Fig. 4.

Estudio del conejo de raza Neozelandesa

Aunque no es un animal que se utilice en las etapas iniciales del aprendizaje microquirúrgico, no cabe duda de que es otro modelo muy utilizado en cirugía experimental, por lo que también resulta de interés el conocimiento de su distribución vascular. De manera similar a como hemos hecho en la rata, presentaremos imágenes angiográficas de los principales vasos (Figs. 5, 6, 7 y 8).

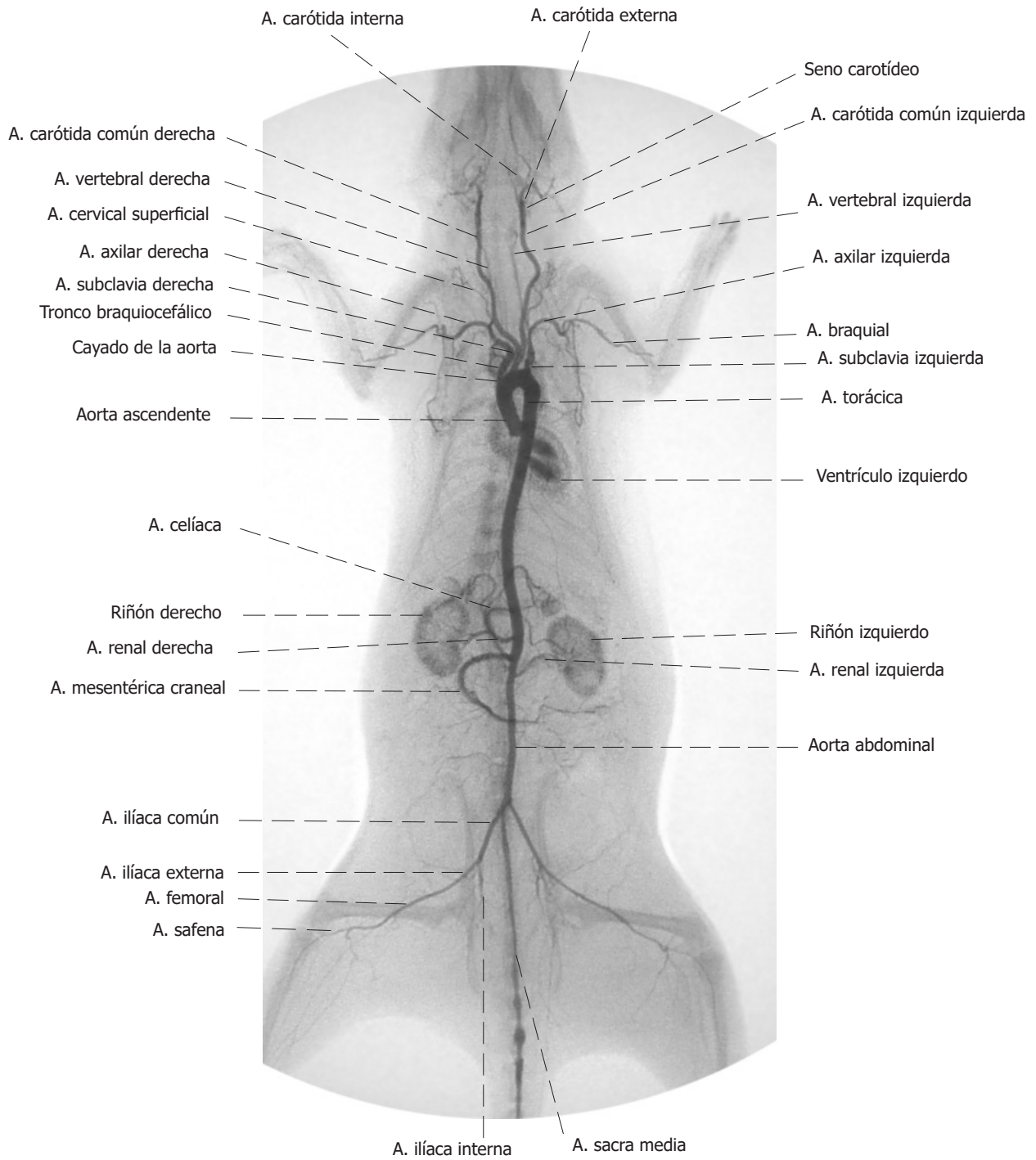


Figura 3. Angiografía de las principales arterias de la rata Wistar.

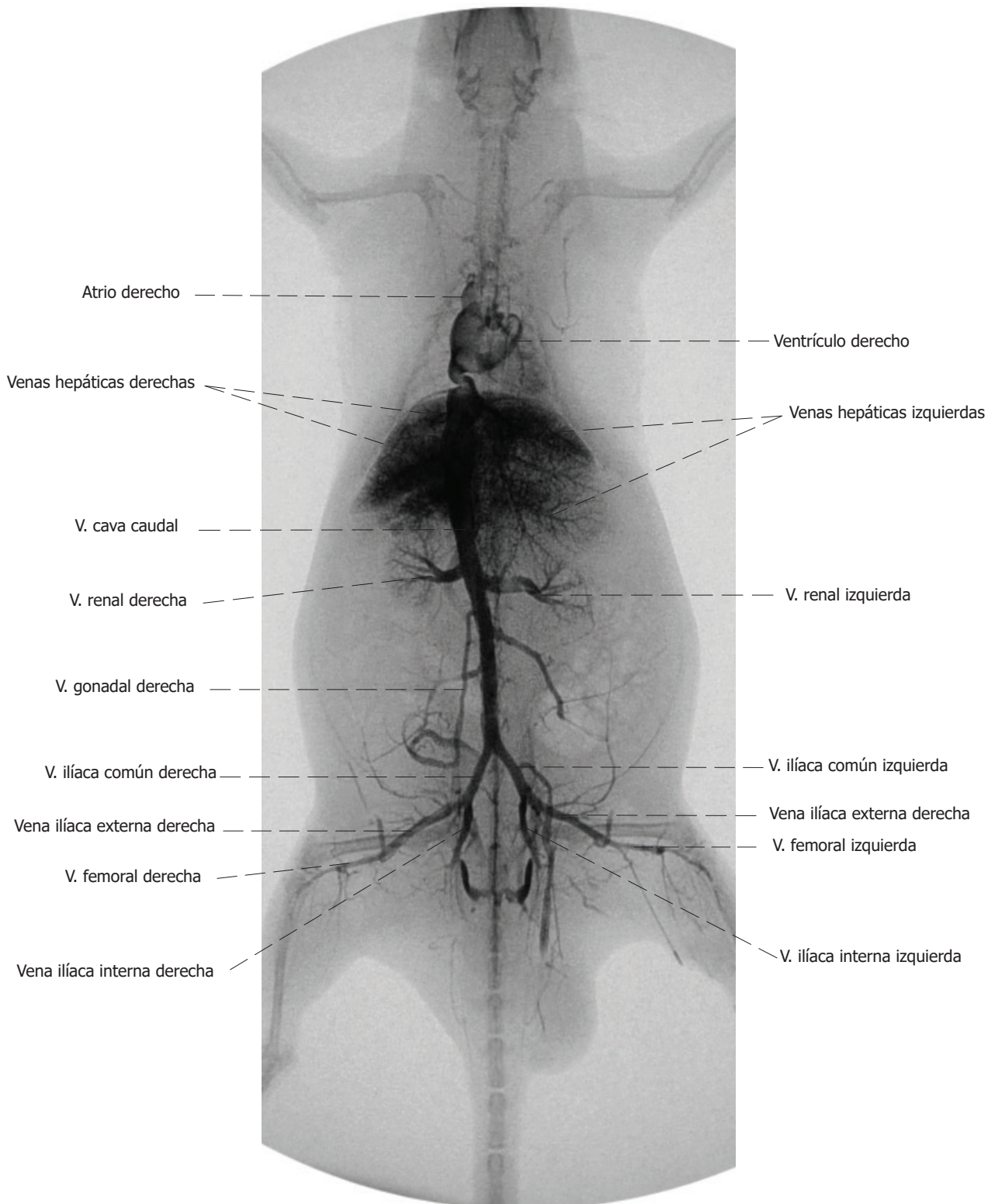


Figura 4. Angiografía del sistema venoso de la rata Wistar.

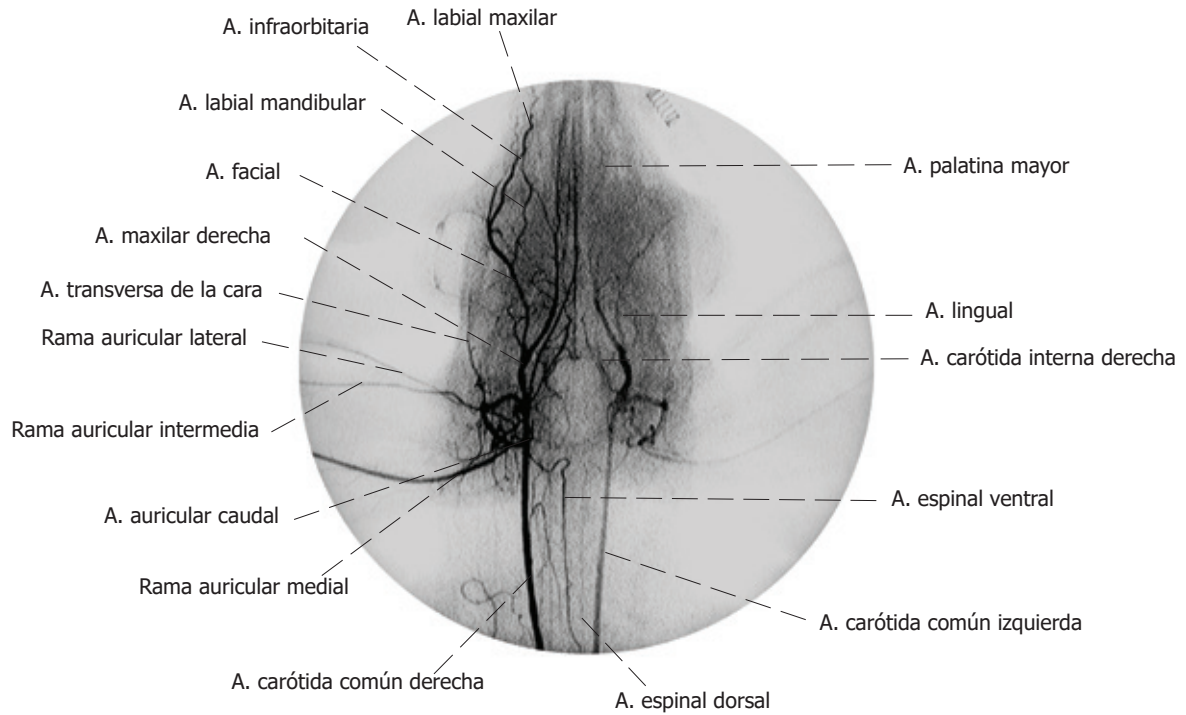


Figura 5. Angiografía de las principales arterias de la cabeza y cuello del conejo de raza neozelandesa.

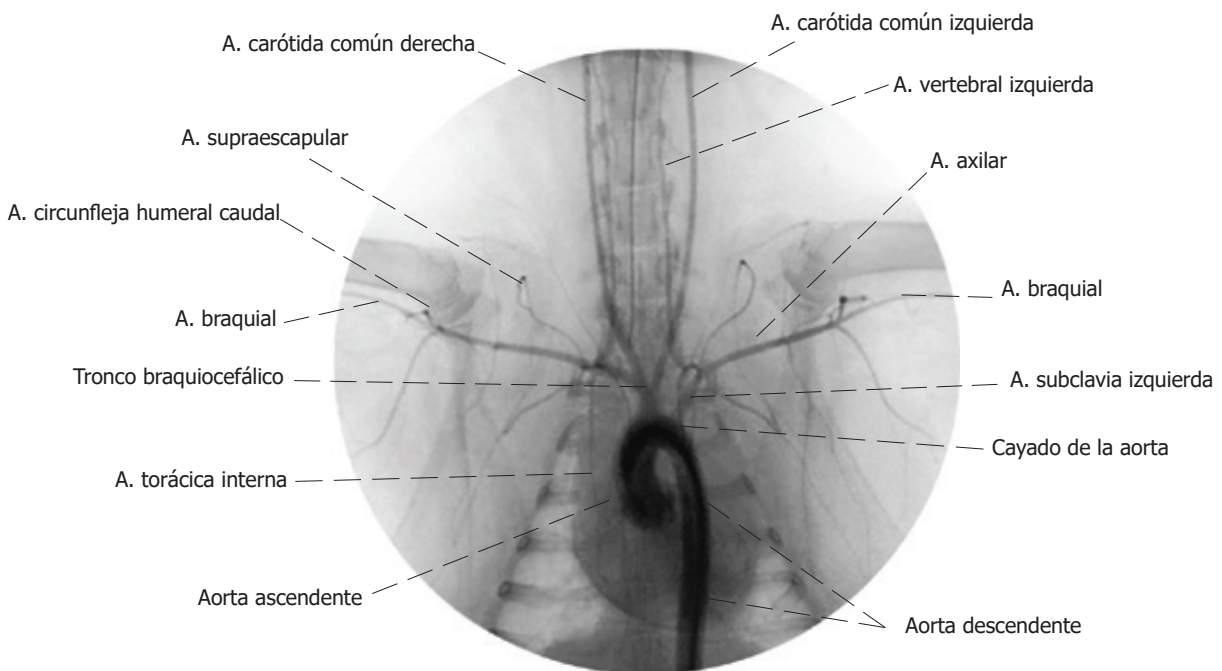


Figura 6. Angiografía del cayado de la aorta y sus ramas en el conejo de raza neozelandesa.

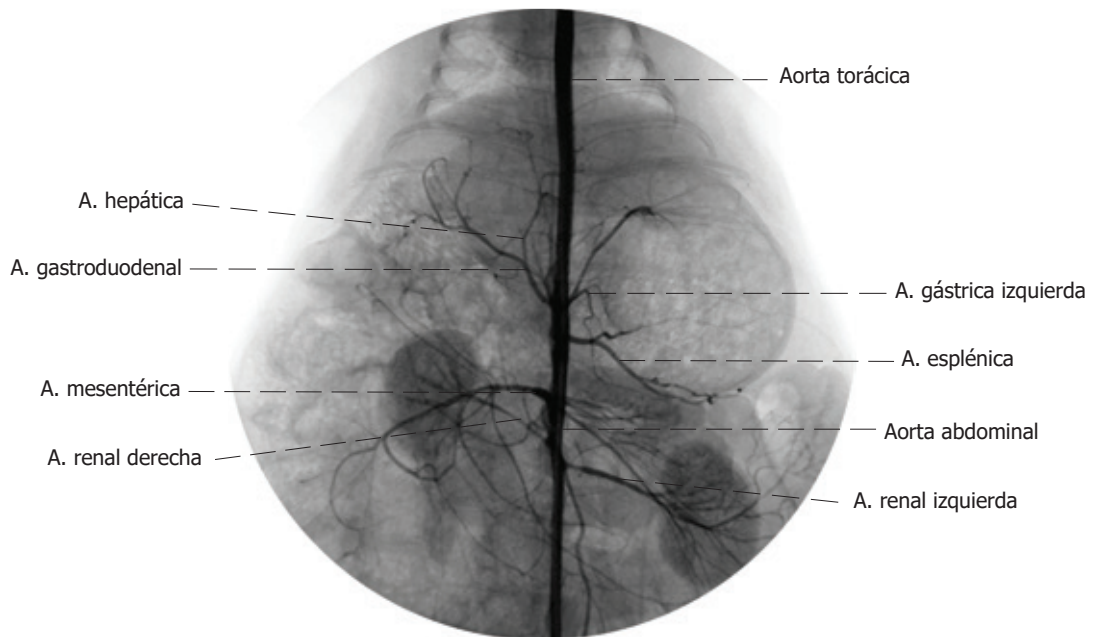


Figura 7. Angiografía en el conejo de raza neozelandesa de la aorta torácica y abdominal y sus ramas principales

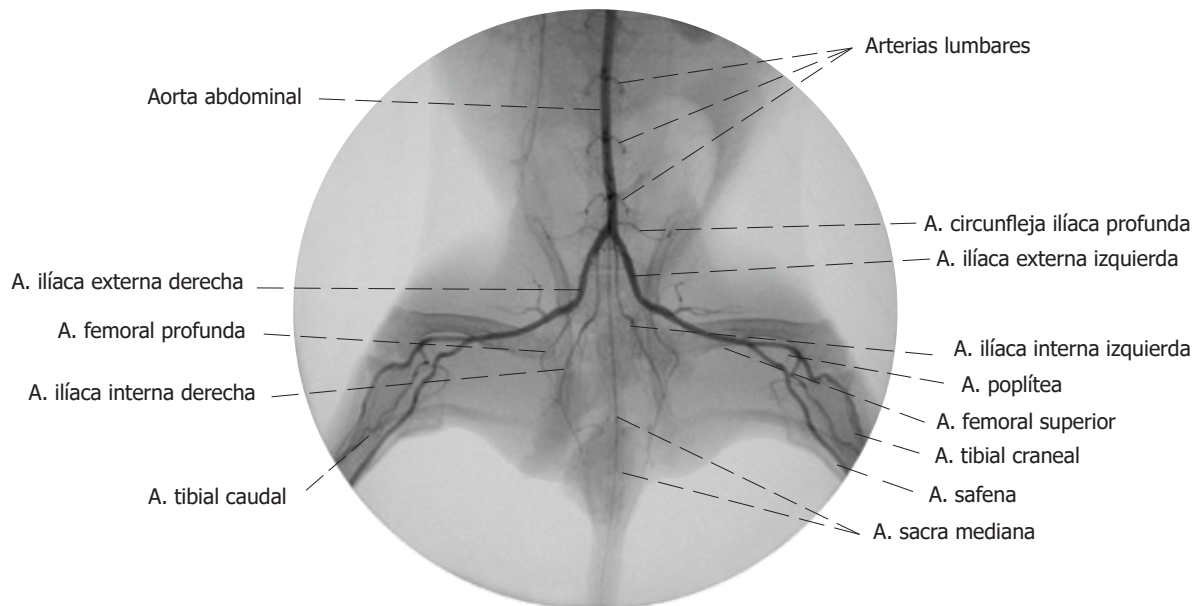


Figura 8. Angiografía de la aorta abdominal y sus ramas en el conejo de raza neozelandesa.

Modelos animales para la práctica de suturas nerviosas

Preparación de la rata y el conejo

Anestesiarnos y preparamos los animales de igual manera que en microcirugía vascular, depilando y desinfectando la cara lateral del muslo. Podemos colocarlos de dos maneras diferentes, según la técnica quirúrgica que se vaya a desarrollar:

- Decúbito supino, con la extremidad a intervenir cruzada por encima de la otra, de manera que exponga perfectamente la cara externa del muslo. Esta colocación se recomienda sobre todo cuando se desarrollen técnicas de sutura nerviosa simple, aunque también puede utilizarse en la realización de injertos nerviosos alternando la colocación cruzada de ambas extremidades. Se utiliza esta postura para facilitar la respiración del animal durante la intervención.
- Decúbito prono, elegido para realizar técnicas de injertos nerviosos, ya que permite exponer ambas extremidades, tiene como inconveniente la incomodidad respiratoria del animal.

Las anastomosis nerviosas las realizaremos en piezas anatómicas. Iniciaremos con suturas epineurales (2 a 3 horas), seguidas de anastomosis perineurales (3 a 5 horas) y, finalmente, practicaremos injertos de interposición (3 a 5 horas).

Realizamos una incisión cutánea desde la pelvis hasta la rodilla y disecamos el tejido subcutáneo hasta llegar a la aponeurosis de separación de los músculos bíceps femoral y abductor crural. Entre ellos y separando las fibras del primero, encontramos el nervio ciático (Fig. 9). La disección debe ser cuidadosa para evitar fundamentalmente la reacción fibrótica posterior. Podemos continuar la disección hasta la bifurcación del ciático para

trabajar sobre los nervios cutáneo caudal de la pierna, tibial y peroneo.

En el conejo se realiza de manera semejante a la descrita en la rata (Fig. 10).

Abordaje de los nervios periféricos en el cerdo

Abordaje al N. radial

Para abordar el N. radial, colocamos al animal en decúbito lateral izquierdo o derecho. La incisión de la piel se realiza por encima del húmero a lo largo de toda la longitud de su diáfisis. A continuación disecamos el tejido subcutáneo hasta llegar a la fascia de unión de los músculos tríceps braquial y braquial, que separamos; entre ambos músculos encontramos el nervio radial, acompañado por la A. colateral radial (Fig. 11). En el cerdo el nervio radial está compuesto por tres fascículos: dos motores y uno sensitivo. Esto permitirá practicar las suturas fasciculares y los autoinjertos interfasciculares así como su posterior valoración, pudiendo seguir la evolución de la regeneración nerviosa de los fascículos por separado.

Abordaje al N. ciático

Para abordar el N. ciático colocamos al animal en decúbito lateral izquierdo o derecho. Se realiza una incisión curva sobre la región glútea y se disecciona la piel y el tejido subcutáneo. Se identifican los músculos glúteo superficial y bíceps femoral, que están fusionados. Se incide la fascia glútea entre ambos músculos y se eleva el músculo piriforme, cuya cara profunda se relaciona con el N. ciático, en el que observamos 4 fascículos: dos de posición craneoventral, correspondientes a los nervios tibial y peroneo, y dos caudodorsales, más delgados, que son ramos musculares para los músculos isquiotibiales (Fig. 12).

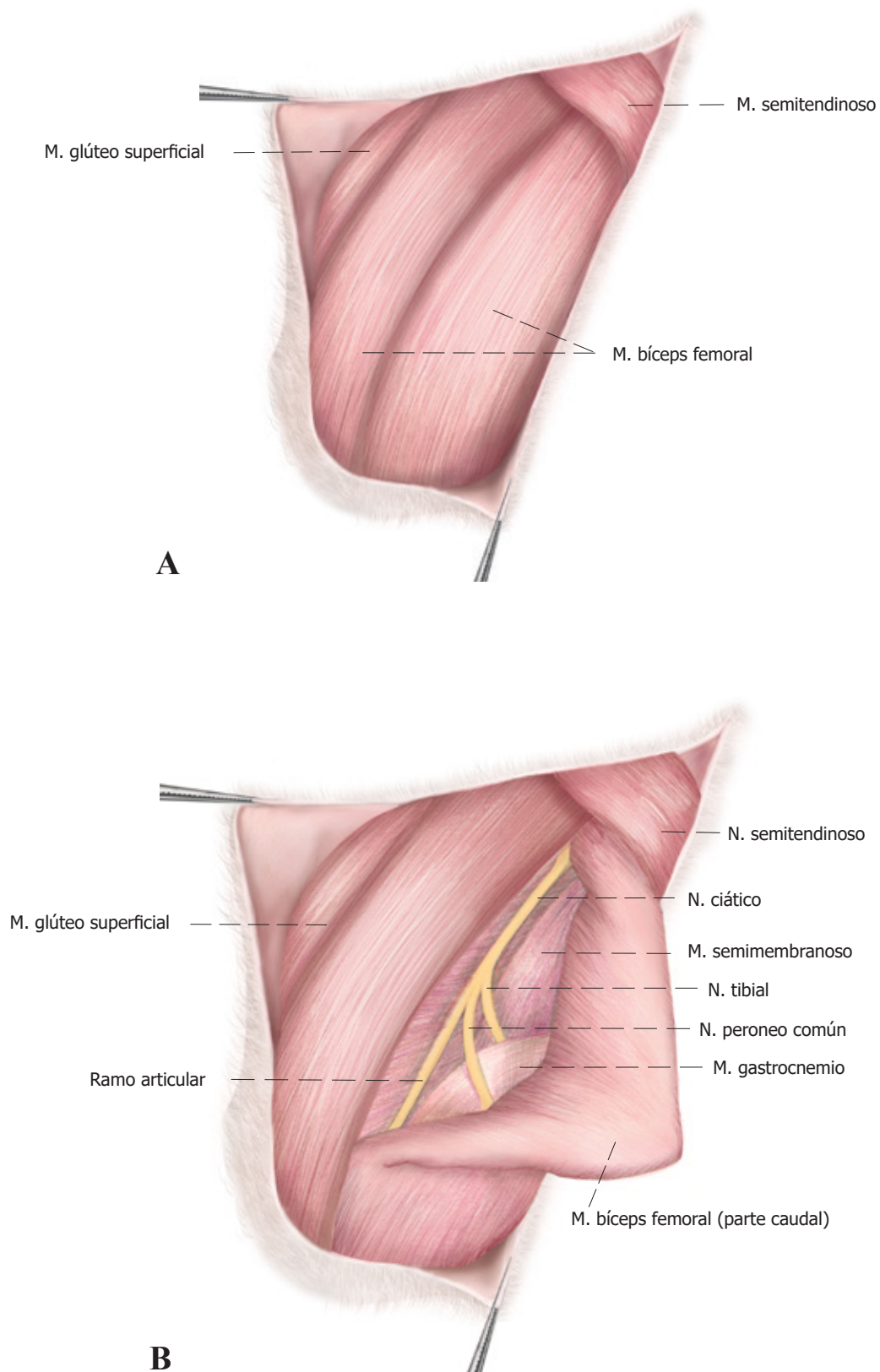


Figura 9. Abordaje del nervio ciático en la rata. Miembro pelviano izquierdo. A, plano superficial. B, plano profundo.

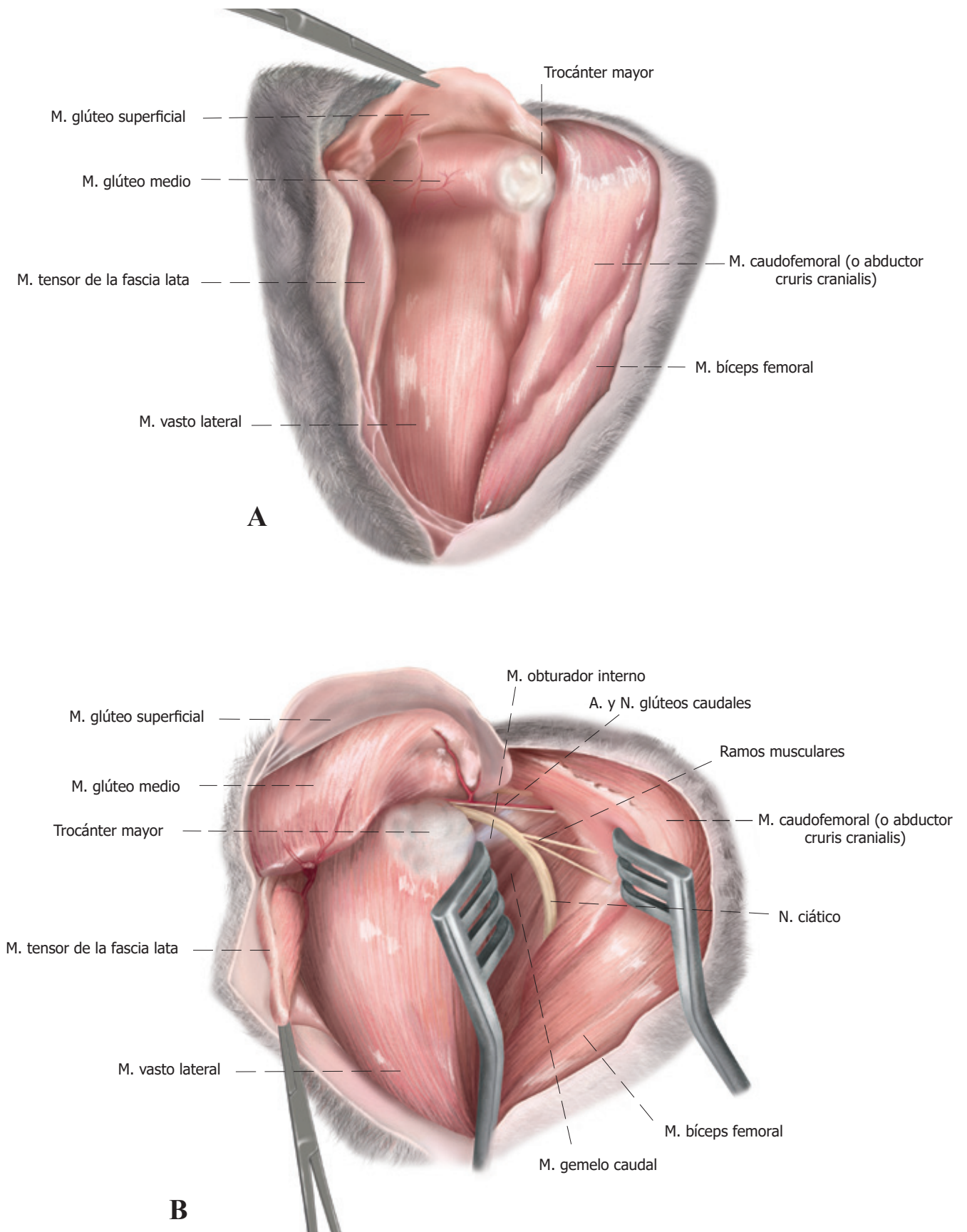


Figura 10. Abordaje del nervio ciático en el conejo. Miembro pelviano izquierdo. A, plano superficial. B, plano profundo.

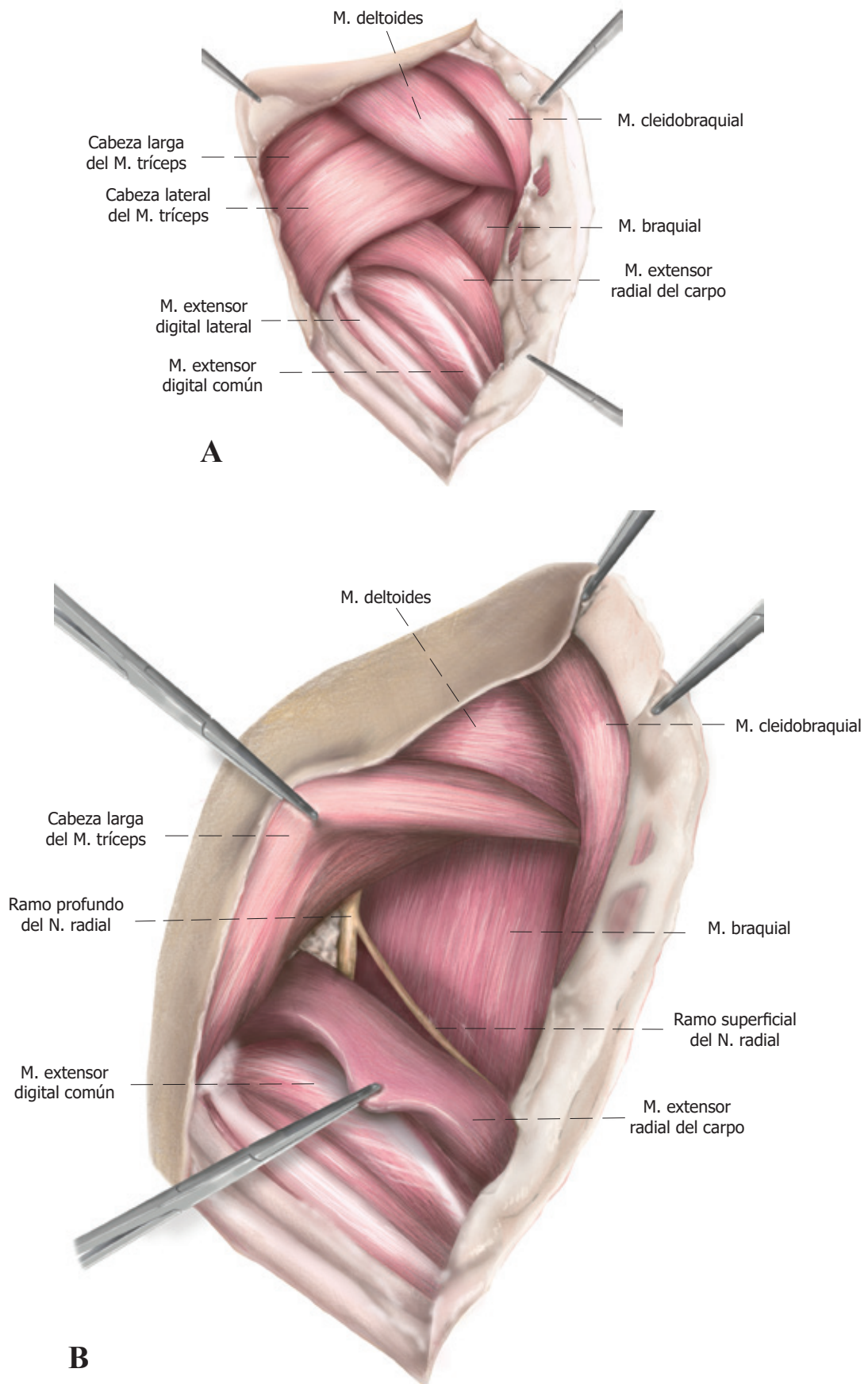


Figura 11. Abordaje del nervio radial en el cerdo. Miembro torácico derecho. A, plano superficial. B, plano profundo.

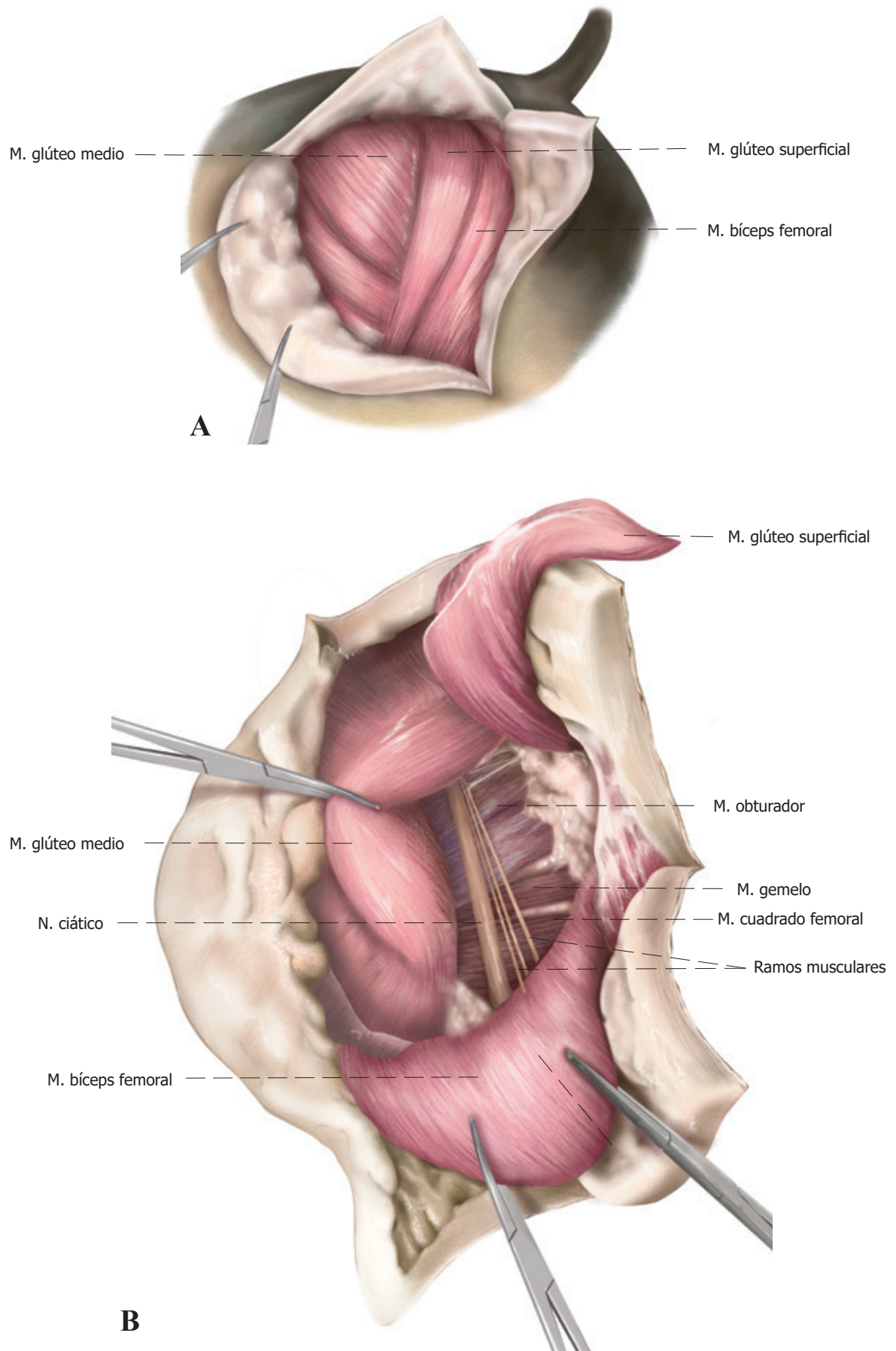


Figura 12. Abordaje del nervio ciático en el cerdo. Miembro pelviano izquierdo. A, plano superficial. B, plano profundo.

Bibliografía

- Brunelli, G. Textbook of microsurgery. Ed. Masson, Milano. 1988.
- Hebel, R., Stromberg, M.W. Anatomy and embryology of the laboratory rat. Biomed Verlag. Germany. 1986.
- Lee, S. History and development of experimental microsurgery in rats. En Lee, S.: Microsurgical models in rats for transplantation research. Tiede *et al.* (eds). Springer-Verlag. Berlín. 1985; pp. 1-10.
- Mikami, T., Suzuki, H., Ukai, R., Komatsu, K., Kimura, Y., Akiyama, Y., Wanibuchi, M., Mikuni, N. Surgical Anatomy of Rats for the Training of Microvascular Anastomosis. *World Neurosurg.* 2018 Dec;120:e1310-e1318. doi: 10.1016/j.wneu.2018.09.071. Epub 2018 Sep 24. PMID: 30261400.
- Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. The anatomy of the domestic animals. Vol. 1. Paul Parey. Berlín. 1977.
- Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. The anatomy of the domestic birds. Paul Parey. Berlín. 1977.
- Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. The circulatory system, the skin, and the cutaneous organs of the domestic mammals. Vol. 3. Paul Parey, Berlín. 1981.
- Popesko, P. Atlas of topographical anatomy of the domestic animals. 2nd ed. Vol. 3. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1977.

5. MICROCIROUGÍA VASCULAR.

PRINCIPIOS BÁSICOS

Jesús Usón • Javier Vela • José L. Campos • José M^a. Lasso • Miguel A. Rota
Jesús M^a. Usón

Bases anatómicas de los vasos

En los vasos existen tres capas: íntima, media y adventicia. Las tres están presentes en arterias y venas aunque con diferente tamaño y características.

En las arterias diferenciamos entre las llamadas “elásticas” y las “musculares”.

- Arteria muscular:
 - Íntima. Compuesta por un endotelio y una lámina elástica interna.
 - Media. Células musculares lisas dispuestas más o menos espiralmente y elastina junto con fibras de colágeno como sustancia intercelular. Más externamente está la lámina elástica o limitante externa.
 - Adventicia. Fibras colágenas y elásticas más los *vasa vasorum* y linfáticos además de fibras amielínicas del sistema nervioso autónomo, mayormente simpáticas, que inervan las células musculares lisas. Su grosor es igual al de la capa media.
- Arteria elástica:
 - Íntima. Con mayor grosor que en las musculares.
 - Media. Compuesta por láminas de elastina dispuestas concéntricamente, fibras colágenas y células musculares lisas en menor cantidad que en las arterias musculares. Constituye la mayor parte de la pared.
 - Adventicia. Muy delgada en estos vasos.

En lo referente a las venas:

- Íntima. Endotelio sobre limitante interna en las de pequeño calibre. Existe un subendotelio en las de mayor calibre.
- Media. Tiene menor grosor que el de la arteria correspondiente. En las de pequeño y mediano calibre existen células musculares que no existen en las de gran calibre.
- Adventicia. Es la capa más gruesa en las venas. Compuesta sobre todo por tejido colágeno. Las venas de gran calibre tienen además fibras elásticas.

Por último, decir que hay que tener en cuenta las válvulas, de orientación cardiópeta, que se encuentran sobre todo en las extremidades a la hora de realizar trasplantes venosos; puesto que debemos evitar orientarlos en el sentido contrario a la corriente.

La vascularización propia de los vasos es la siguiente:

- Arterias. Debido a la gran presión en su interior solo existe *vasa vasorum* en la parte externa. La parte interna y gran parte de la media se nutren por difusión de la sangre procedente de la luz.
- Venas. Tienen un mayor número de *vasa vasorum* pues pueden penetrar más, ya que al tener menor presión interna, no se ocluyen aunque se acerquen a la íntima.

Bases fisiopatológicas de los vasos

El espasmo

Ante agresiones en la pared arterial, se produce el espasmo de la misma por la contracción de sus fibras musculares lisas. Por tanto, a mayor número de células musculares, el espasmo puede ser mayor.

Las causas pueden ser el frío, la sequedad, maniobras bruscas, o contacto de la sangre con el exterior del vaso.

La prevención se deduce de las causas que lo provocan, y por lo tanto debemos:

- Realizar una buena hemostasia.
- Utilizar suero atemperado frecuentemente.
- Maniobrar cuidadosamente.
- Usar clamps atraumáticos.

Una vez que se ha producido se resuelve de la siguiente manera: si el espasmo se localiza en un fragmento del vaso alejado del extremo, se debe colocar una gasa o esponja empapada con suero o solución Ringer atemperado, y mantenerla en el vaso por espacio de 10 minutos. Si se localiza en el extremo, se practica una dilatación con dilatadores específicos o con las pinzas de relojero finas.

También existen antiespasmódicos de uso tópico:

- Clorpromacina: 25 mg/cc aplicada con gasa o esponja.
- Sulfato magnésico: en solución isotónica al 3,5%.
- Papaverina: 40 mg/cc.
- Lidocaína o procaína (sin epinefrina): en solución al 2%.

A nivel general puede ser útil el uso de vasodilatadores como benciclán o antiespasmódicos como la eupaverina.

El trombo

Puede producirse por las siguientes causas:

- El contacto de fibras colágenas con las plaquetas de la luz del vaso provoca fenómenos de agregación y adherencia produciendo un trombo a ese nivel.
- Cualquier lesión de la pared vascular, mayormente las producidas en las maniobras de disección.
- Los clamps traumáticos; que desorganizan la estructura del vaso en la zona “clampada”.
- La tensión en la línea de sutura puede provocar desgarros de la pared sobre los que asientan trombos; también obliga a anudar fuertemente los dos primeros puntos guía ocasionando la necrosis de la zona.
- Inclusión de la adventicia en la luz vascular.
- El uso de suturas multifilamentos como la seda provoca trombosis precoz y tardía. Además se producen fenómenos de necrosis y reacción de células gigantes contra el cuerpo extraño alrededor del material de sutura.
- Un excesivo número de puntos.
- Un mal afrontamiento de los bordes, cosa que ocurre con una mala técnica o cuando se usa sutura continua. Por otra parte se provoca estrechamiento del vaso en la zona anastomosada, que a su vez produce alteraciones de flujo que favorecen la trombosis.
- Por último, se producen mayor número de trombos en las anastomosis de venas que en las de arterias, aunque las primeras sean de mayor calibre. Esto se debe a la estructura de la pared, que impide un buen afrontamiento de las paredes y dificulta toda la sutura; además el flujo en las venas es más lento y la presión es mínima, lo cual favorece la trombosis tardía. De ahí la importancia de evitar la hipotensión en microcirugía vascular.

Las medidas para evitar los trombos y los coágulos del campo operatorio serán:

- Humeder continuamente con suero fisiológico atemperado o solución Ringer.
- Utilización de anticoagulantes:
 - Sulfato magnésico tópicamente.
 - Heparinato sódico. Intravenoso, inhibe el paso de protrombina a trombina. El inconveniente es que es de difícil control y puede provocar hemorragias.
 - Dicumarínicos. Inhiben la síntesis de vitamina K, necesaria para la producción de protrombina. También inhibe los factores VII, IX y X. El problema es ajustar la dosis de forma adecuada.
 - Ácido acetilsalicílico. 20 mg/kg/día; o bien se une a dipiridamol que actúa como antiagregante y como vasodilatador.
 - Dextrano. Se usa posteriormente a la intervención en reimplantaciones. En perro se usa Dextrano 40.000 UI (Unidades Internacionales) a dosis de 20 cc/kg/día por vía endovenosa lenta durante las dos primeras semanas del postoperatorio.

Manejo de vasos

En el momento de enfrentarnos con la disección de un vaso, deberemos guardar una serie de normas, con el fin de evitar lesiones irreparables. Entre estas tenemos:

- Procurar no traumatizar las paredes vasculares, ya que si fuese así, esto nos daría como resultado lesiones en la capa íntima con la presentación de espasmos y trombosis, ya explicados con anterioridad.
- Evitar el estiramiento excesivo de los vasos, ya que puede conducirnos de nuevo a la alteración de sus capas media e íntima, siendo estas un terreno abonado para la formación de un trombo.
- Con el fin de evitar el resecamiento vascular, durante el tiempo que dure la disección, deberemos ir humedeciendo los vasos mediante un cuentagotas con una solución Ringer atempe-

rada, ya que temperaturas bajas, como explicamos, producen espasmos (Fig. 1).

- En el momento en que nos sea posible, colocaremos una banda de color azul, verde o amarillo debajo del vaso, con el fin de obtener un trasfondo que nos facilite la disección (Fig. 2).
- En las maniobras de disección y limpieza del tejido perivascular, procuraremos sujetar el vaso con la máxima delicadeza, sin brusquedad y siempre traccionando de él a través de la capa adventicia (Fig. 3).

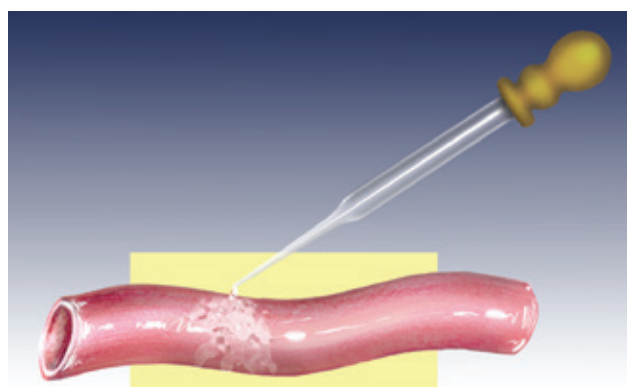


Figura 1. Irrigación del vaso para evitar resecamiento.



Figura 2. Colocación de una banda de goma de color para obtener trasfondo.

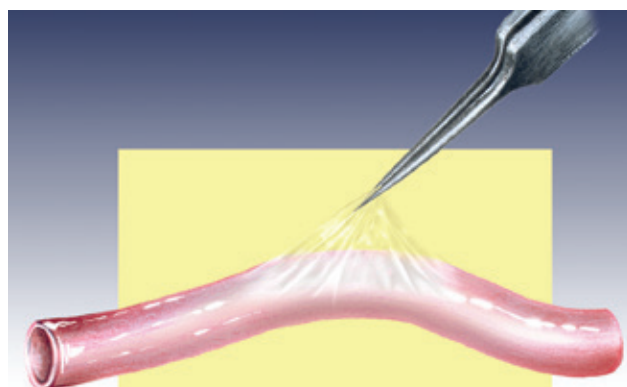


Figura 3. Manejo de vasos. Movilización por la adventicia.

- Para la disección de la capa adventicia, deberemos sujetarla con unas pinzas n° 5, continuando su disección paralela al vaso (Fig. 4).
- Si nos encontramos con la presencia de una arteria y vena unida mediante el tejido propio perivascular, deberemos disecarla mediante el pinzamiento de la capa adventicia de la arteria, ya que sus paredes son más consistentes que las de las venas (Fig. 5).
- Si nos encontramos en la disección de una arteria o vena pequeñas bifurcaciones, realizaremos coagulación con el coagulador bipolar. Este nos permitirá la oclusión de estas bifurcaciones sin lesionar el vaso principal (Fig. 6).

Tipos de anastomosis vasculares

Anastomosis término-terminales

Sutura arterial término-terminal

Existen una serie de pasos fijos en la realización de esta sutura, que se llevan a cabo por la mayor parte de los cirujanos vasculares, a excepción de pequeñas variaciones. Así, una vez liberado el vaso, (esta práctica la podemos realizar en la carótida de una rata), colocamos el clamp doble de Acland, teniendo la precaución de evitar el enrollamiento del mismo (Fig. 7), y aproximamos estos para quitar tensión al vaso.

A continuación situamos debajo del vaso una cinta de color azul, verde o amarilla, con el fin de obtener un trasfondo (Fig. 2).

Una vez situado el doble clamp de Acland aproximador, siempre con buen alineamiento del vaso, realizaremos la arteriotomía. Este hecho lleva consigo la presencia de sangre en el campo quirúrgico y en la luz vascular.

Para la limpieza de esta sangre, así como de los pequeños coágulos existentes en ambos extremos vasculares, procederemos a lavarlos introduciendo a través de la luz de los mismos una solución de Ringer heparinizada y atemperada, mediante una aguja roma aplicada a una jeringuilla, siempre teniendo cuidado de no lesionar las estructuras vasculares (Fig. 8).

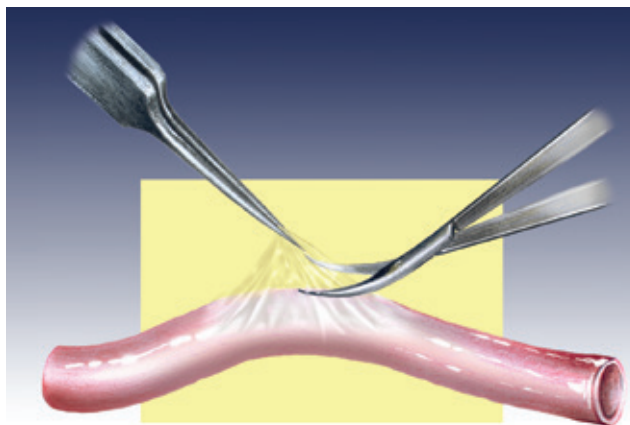


Figura 4. Disección de la adventicia vascular de un vaso.

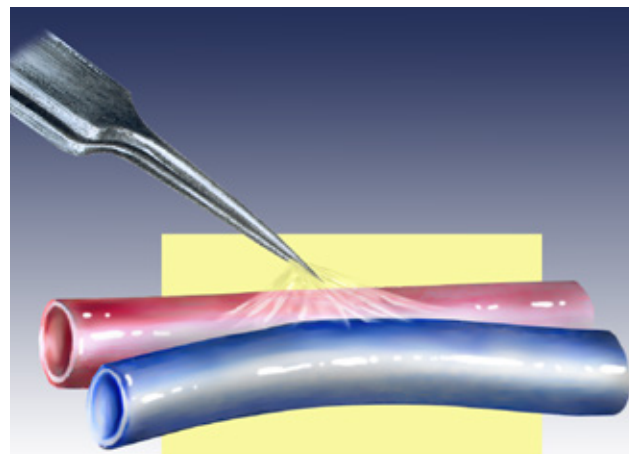


Figura 5. Disección de arteria y vena unidas por tejido propio perivascular. Pinzamiento de la capa adventicia arterial.

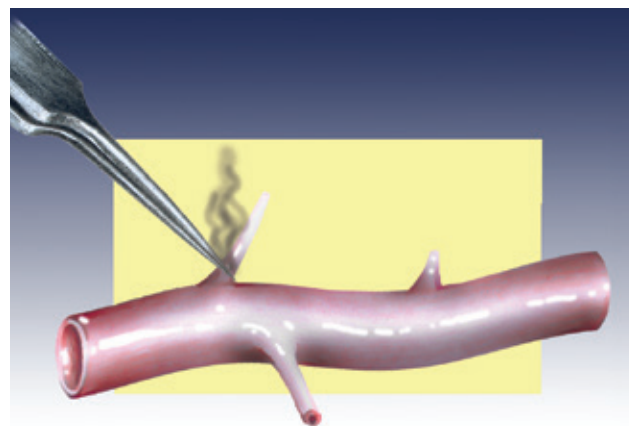


Figura 6. Coagulación de bifurcaciones y colaterales con el coagulador bipolar.

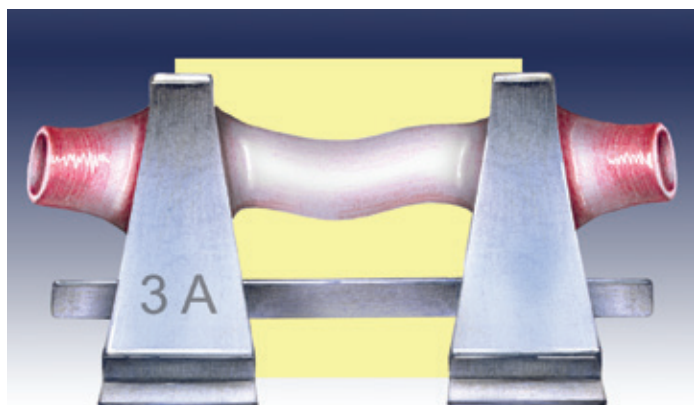


Figura 7. Clampaje, sin tensión, del vaso.

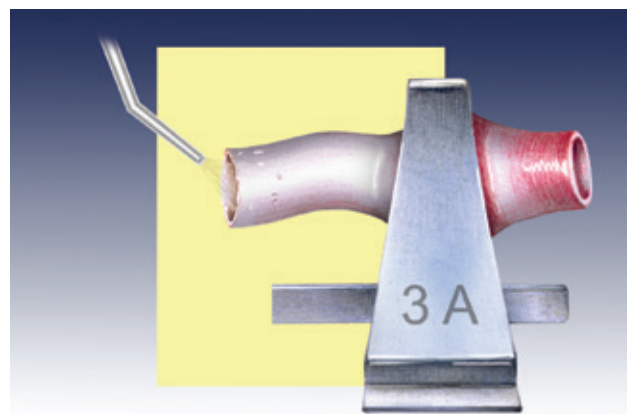


Figura 8. Limpieza vascular tras la arteriotomía.

A continuación realizaremos una maniobra denominada circuncisión, que consiste en el pinzamiento de la capa adventicia de cada uno de los extremos, pasando posteriormente a seccionarla (Fig. 9).

No debemos olvidar que tenemos que realizar una sección completa de la adventicia, pues de dejarnos parte de ella, esta penetraría en la luz del vaso al realizar la sutura, dando como resultado la posible formación de un trombo.

Las maniobras anteriores, nos pueden producir un vasoespasmó en cada uno de los extremos de la arteria; como ya explicamos anteriormente podremos combatirlo lavando con solución Ringer heparinizada atemperada, y la dilatación de los extremos, introduciendo en la luz vascular una pinza cerrada o dilatadora de vasos, que iremos abriendo con delicadeza sucesivas veces, con el fin de obtener la dilatación deseada (Fig. 10).

Solucionado el espasmo, comenzaremos la sutura. La técnica se basa en la realización de tres puntos guía, dos en la cara anterior y uno en la cara posterior con una separación de 120° entre cada uno de ellos; alrededor de los cuales iremos realizando los restantes puntos, hasta terminar la sutura. Para facilitarnos la visión de la pared posterior y no lesionarla, en el momento de la penetración de la aguja, nos podemos servir de una pinza recta, que colocamos en la luz del vaso.

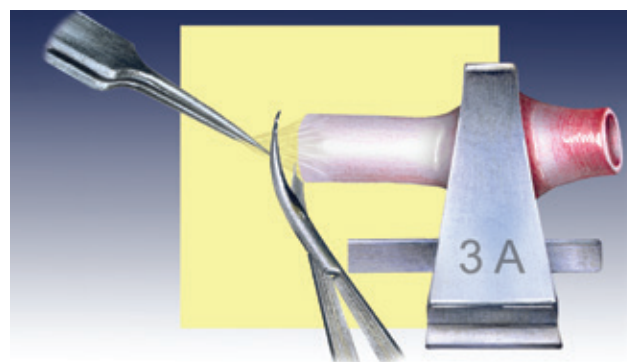


Figura 9. Técnica de "circuncisión" del vaso.

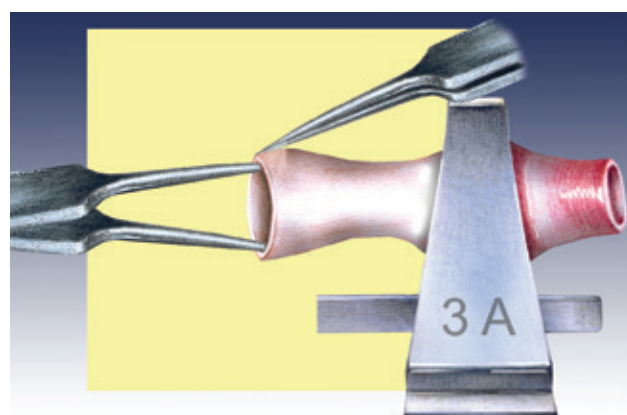


Figura 10. Dilatación de la luz vascular con ayuda de unas pinzas rectas.

La aguja debe penetrar de forma perpendicular a la pared del vaso, guardando la misma distancia entre cada uno de los extremos (Fig. 11).

El primer punto guía, lo colocaremos en la cara anterior del vaso, a la altura de las 12 en la esfera del reloj. Una vez realizado, y con el fin de mantener la visión, uno de los cabos lo enrollamos entre los dos extremos del doble clamp de Acland (Fig. 12).

Evitaremos la tensión entre los dos extremos de la arteria, ya que esto provoca desgarros al realizar el anudado.

El segundo punto lo colocamos también en la cara anterior, y a 120° del primero, a la altura de las 4 en la esfera del reloj. Seguidamente cogemos un extremo de este punto y lo llevaremos a los extremos del clamp, fijándolo allí. Con este

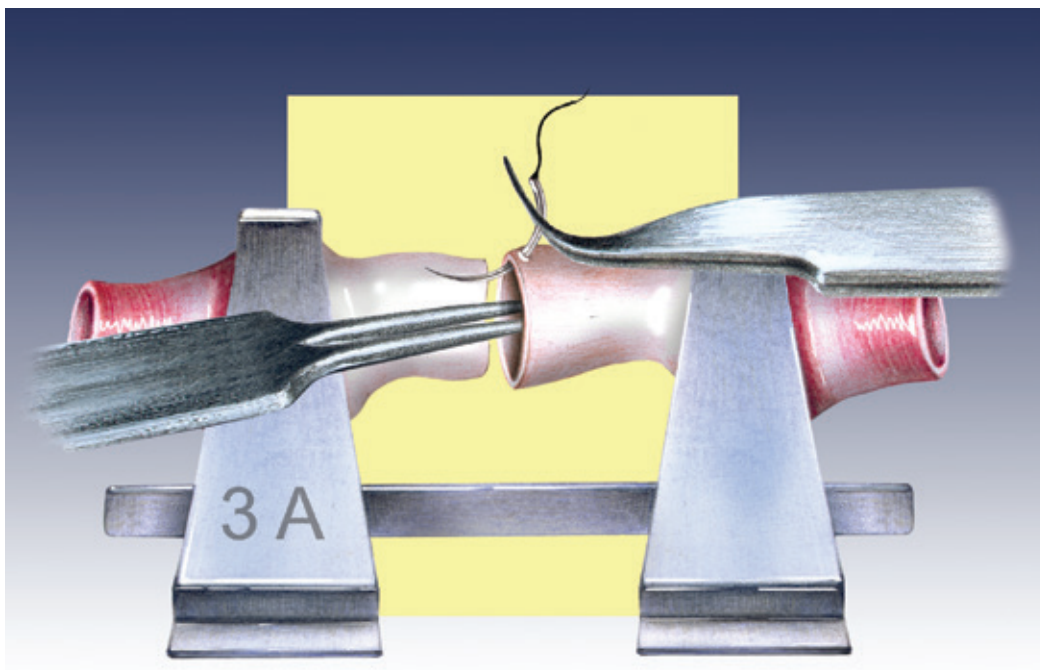


Figura 11. Posición correcta de la aguja para lograr una mínima lesión de la pared.

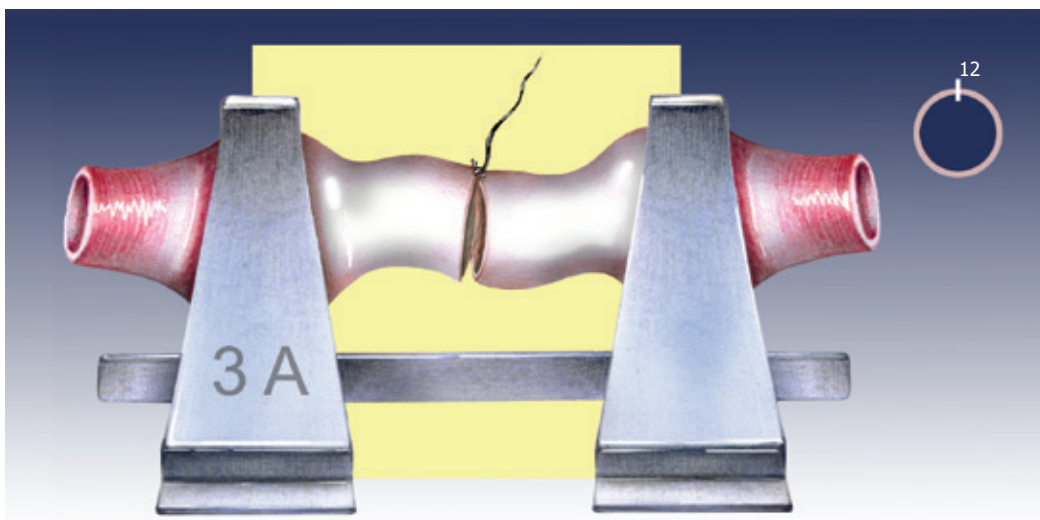


Figura 12. Sutura arterial. Colocación del primer punto guía o de referencia.

segundo punto guía, obtendremos la biangulación excéntrica de 120° de Cobett, la que nos evitará en las puntadas siguientes introducir la aguja en la pared posterior del vaso.

El afrontamiento correcto de los extremos vasculares va a condicionar en gran manera el buen resultado de la anastomosis.

Una vez situados los dos puntos guía en la cara anterior, continuaremos la sutura con los siguientes, guardando una equidistancia entre cada uno de ellos y los puntos guía, hasta finalizar con la sutura de esta cara (Fig. 13).

Terminada la sutura en la cara anterior, giraremos el clamp 180° . Ahora podemos observar la cara posterior del vaso que está sin suturar, y en el fondo visualizaremos los puntos de la cara anterior que acabamos de realizar y así vamos a poder valorar su estado. Seguidamente colocamos el tercer punto guía en la parte media, a la altura de las 8 respecto a la esfera del reloj, y cuya tracción nos servirá para evitar las puntadas en la pared opuesta (Fig. 14).

Colocado el tercer punto guía, y traccionando de él, pasaremos a realizar los restantes, situándolos a ambos lados del punto guía, a una distancia proporcional entre ellos y el punto guía, hasta finalizar la sutura del vaso (Fig. 15).

Terminada la sutura, volveremos a lavar de nuevo el campo operatorio con una solución de Ringer heparinizada atemperada, pasando a quitar primero el clamp distal y después el proximal al flujo, dejando un algodón impregnado con la solución anteriormente citada durante 5 a 10 minutos. Si al quitar el algodón nos encontramos con la presencia de fugas a través de los puntos de sutura deberemos colocar de nuevo el clamp, lavar el campo de sangre y coágulos, y realizar los puntos de sutura necesarios.

Respecto al número de puntos de sutura que debemos realizar, estos están en relación con el diámetro del vaso, consistencia (arteria o vena) y tamaño de la sutura, por ejemplo, para una arteria de 1 mm de diámetro se necesitan del orden de 9 puntos de sutura de 9/0 o 10/0 aproximadamente.

A medida que los vasos sean mayores, mayor deberá ser la distancia entre los puntos. Las arterias por norma general, necesitan un mayor número de puntos de sutura que las venas, debido a la mayor presión sanguínea.

Si después de terminar la sutura y de comprobarla, nos encontramos con un espasmo que no podemos solucionar, y dudáramos respecto a la permeabilidad del vaso, deberemos realizar la prueba de permeabilidad que se describe más adelante en este capítulo.

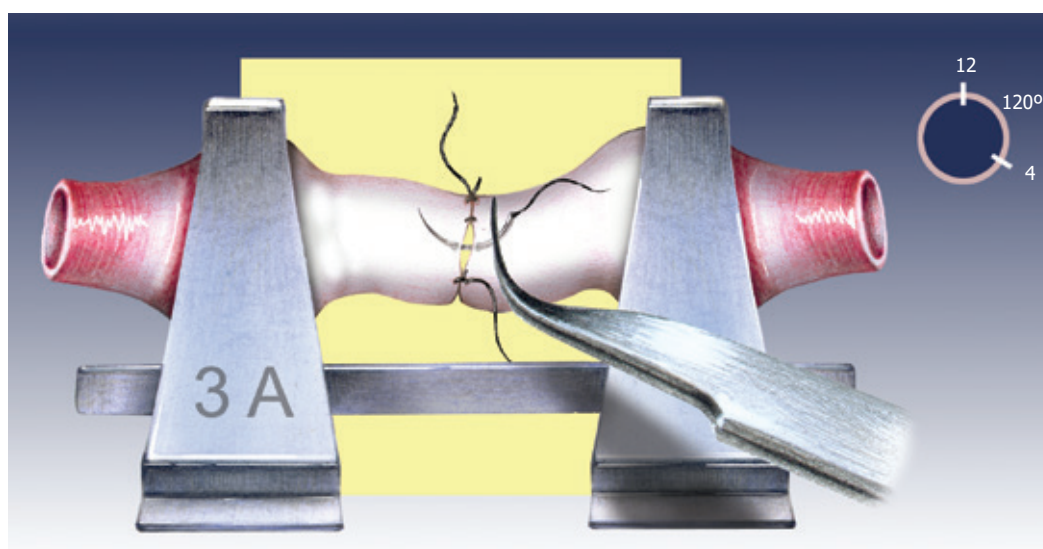


Figura 13. Sutura arterial. Puntos guía a las 12 y las 4 en la esfera del reloj, resto de puntos de manera proporcional.

Sutura venosa término-terminal

La diferencia estructural entre las paredes de venas y arterias, la menor consistencia y peor manejo de la capa adventicia, así como una menor presión sanguínea, es lo que nos lleva a realizar la sutura término-terminal, con diferentes variaciones respecto a las suturas arteriales. Así deberemos tener en cuenta siempre que se realice una sutura venosa lo siguiente:

Al intentar disecar y eliminar la parte correspondiente de la capa adventicia nos encontraremos con grandes dificultades, y en ciertos casos es casi imposible su realización.

Procuraremos tener sumo cuidado a la hora de confrontar los dos extremos, evitando la posible entrada de parte de la pared a la luz del vaso, lo que provocaría un problema de trombosis.

La túnica media debe ser lesionada lo menos posible, ya que esta condiciona en gran parte el resultado de la sutura.

Las venas presentan una mayor dificultad en la práctica de la sutura que las arterias. Esto es debido a la gran flacidez de sus paredes, por lo que obtendremos unos resultados menos satisfactorios que en las anastomosis arteriales de igual tamaño.

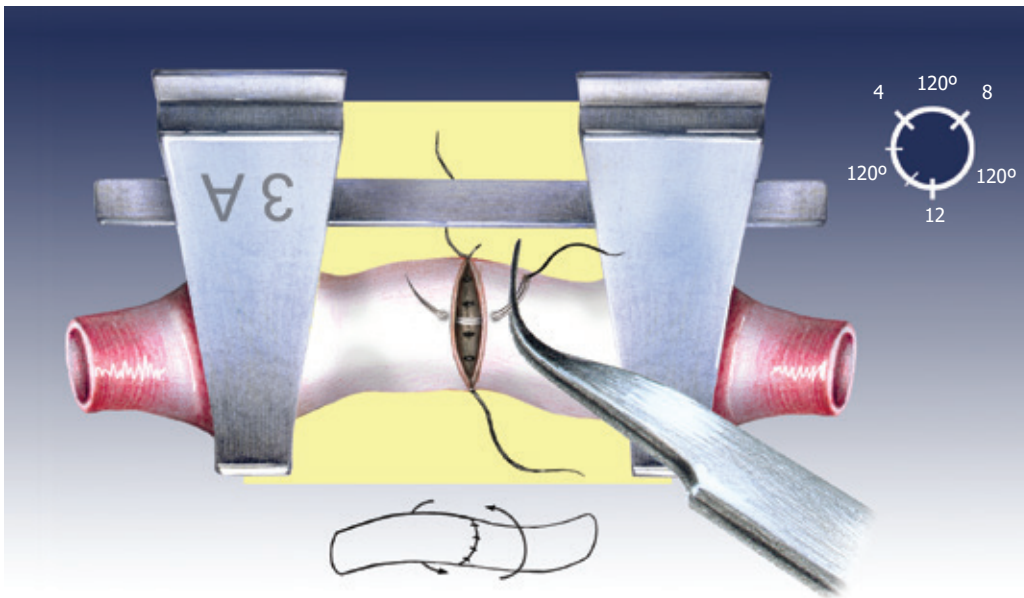


Figura 14. Colocación del tercer punto guía o soporte (a las 8 en la esfera del reloj).

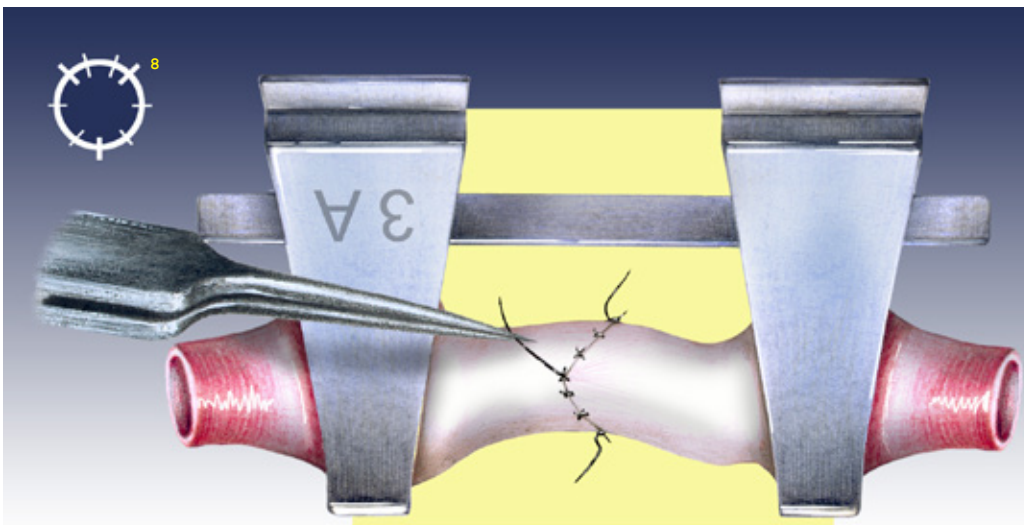


Figura 15. Esquema de la finalización de la sutura arterial de la cara posterior.

Procuraremos colocar el mínimo número de puntos posibles. Una vena necesita menor número de puntos que una arteria, ya que no tiene que soportar la misma presión.

Por ejemplo, el número de puntos necesarios para realizar una anastomosis venosa término-terminal en un vaso de 1 mm de diámetro oscila entre 6 y 8, con sutura de 9/0 o 10/0.

El proceso de reparación en una sutura venosa es mucho más largo que en una arteria.

Para la práctica de suturas venosas término-terminales podemos utilizar la vena yugular, cava

o femoral de la rata, siendo la yugular y femoral las de más fácil disección y manejo.

En la sutura de estos vasos deberemos realizar los siguientes pasos:

Una vez hayamos disecado la vena deseada, colocaremos el clamp doble y debajo de esta una cinta de color azul, verde o amarilla con el fin de tener trasfondo.

Seguidamente realizaremos la sección venosa (Fig. 16), continuando con un lavado tanto de la sangre existente en el campo quirúrgico, como de los restos que permanecen en la luz del vaso. El

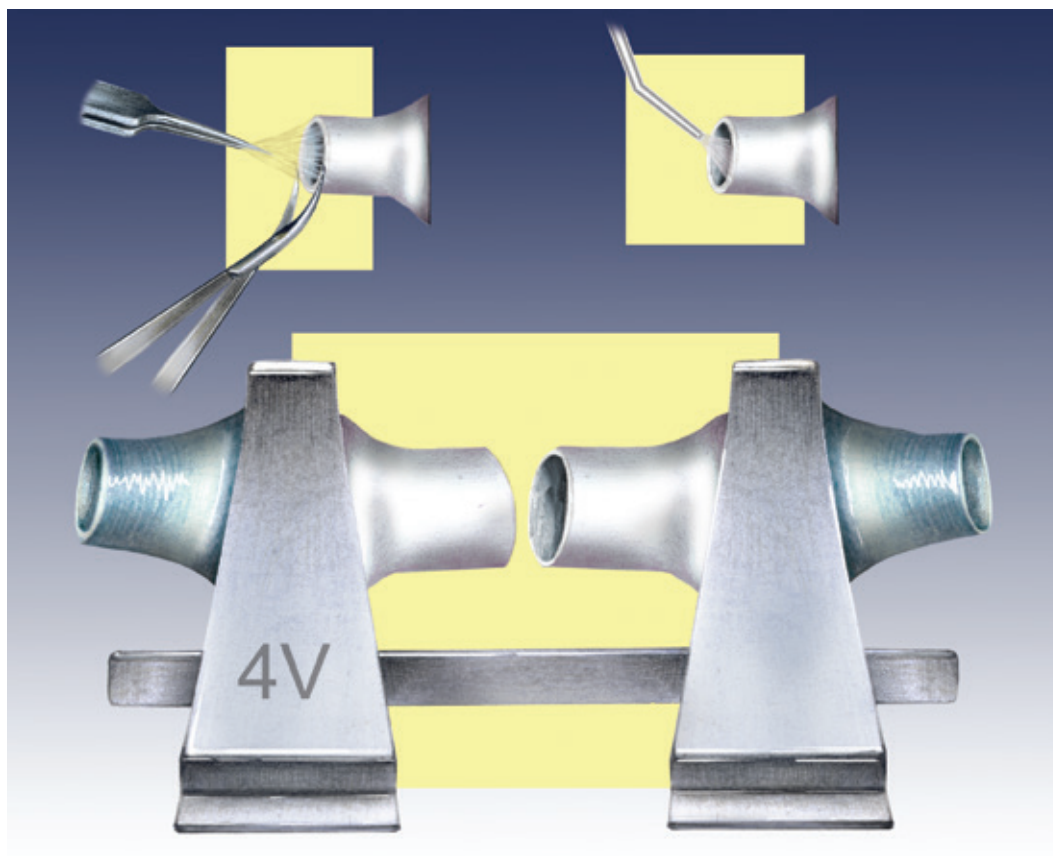


Figura 16. Sutura venosa: sección venosa, lavado de la luz vascular y resección de la adventicia venosa.

lavado como ya hemos repetido con anterioridad debe realizarse con una solución Ringer heparinizada y atemperada. Limpio el campo quirúrgico de sangre, procuraremos resecar en lo posible la capa adventicia, maniobra difícil en las venas.

Así como en las arterias utilizábamos unos puntos de biangulación excéntrica de 120° con el fin de facilitarnos las maniobras de sutura, en las anastomosis venosas esta técnica no es posible debido a la poca consistencia de las paredes y a la flacidez de las mismas. Para esta sutura venosa colocaremos dos puntos guía a 180° , fijando sus extremos al clamp (Fig. 17).

En las puntadas deberemos tener sumo cuidado para que la aguja penetre la pared del vaso en sentido perpendicular, siguiendo siempre el sentido de la curvatura de la aguja. Esta penetración de la aguja va a evitar traumatismos excesivos en la túnica media (Fig. 18).

Colocados los dos puntos guía, evitaremos la tensión de la sutura y procuraremos realizar un afrontamiento lo más preciso posible entre los dos extremos. A continuación comenzaremos con la sutura de la cara anterior y para ello lavaremos lo mejor posible el campo con una solución Ringer, con el fin de poder visualizar mejor la pared

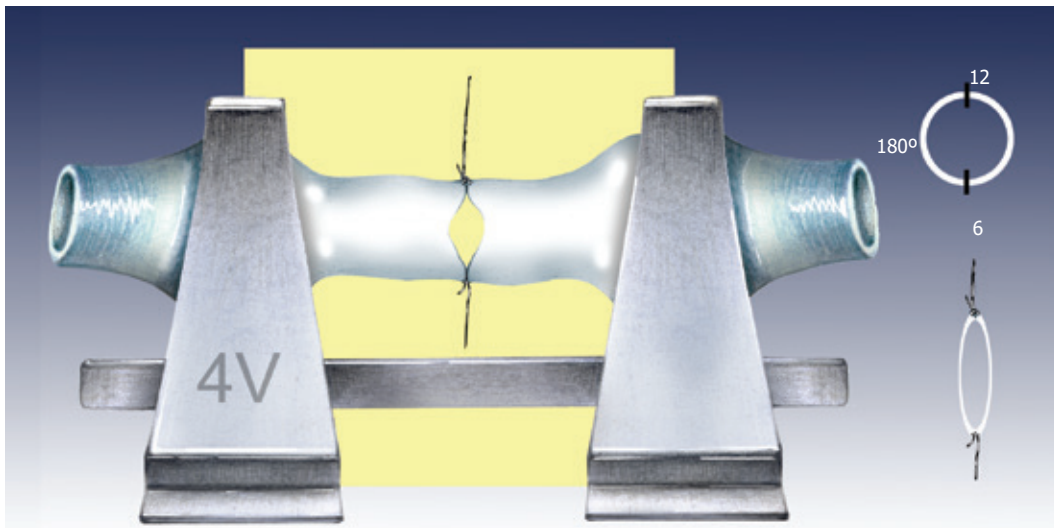


Figura 17. Sutura venosa: colocación de puntos guía a 180° (a las 12 y a las 6 en la esfera del reloj).

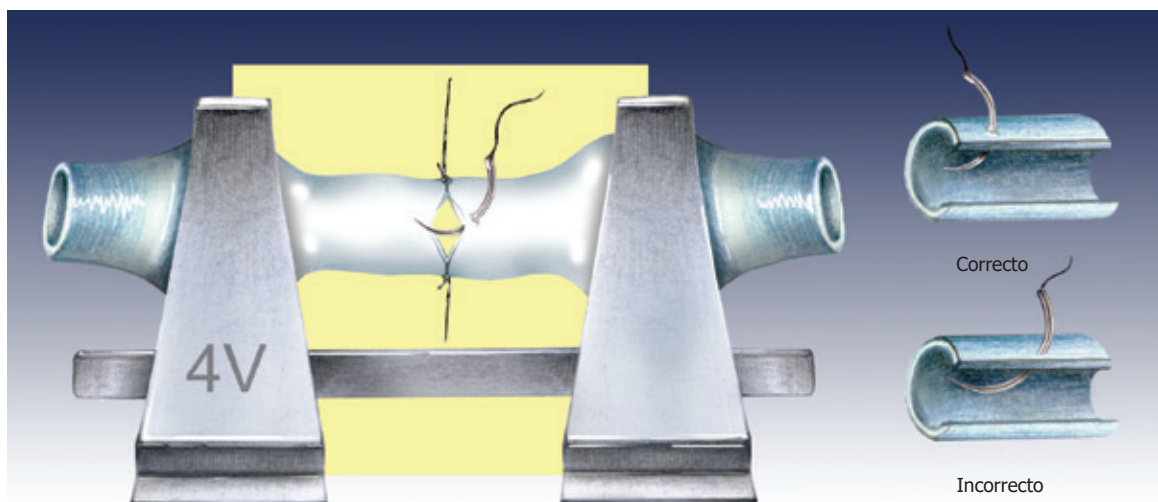


Figura 18. Sutura venosa: paso de la aguja a través de la pared venosa.

posterior, ya que en las venas se nos pega a la anterior por su escasa consistencia. Esto nos ayudará a evitar atravesar con el mismo punto las dos paredes. Debemos evitar cometer errores (Fig. 19), como una doble puntada en la misma pared o una puntada que solo coja la capa adventicia. En ambos casos el resultado va a llevarnos a una introducción del extremo de la luz del vaso, que conduce a la formación de una trombosis.

Una vez terminada la sutura de la pared anterior voltearemos los clamps 180° y comenzaremos la sutura de la pared posterior. Para ello colocaremos

en su parte media un punto, cuya tracción nos permitirá una mejor visión y espaciamiento de la pared anterior y una mejor sutura de la posterior (Fig. 20).

Terminada la sutura, volveremos a lavar el campo quirúrgico y quitamos los clamps. Debemos comprobar las posibles fugas y valorar si es necesario o no realizar o extraer algún punto mal colocado. En el caso de que el resultado sea satisfactorio, pasaremos a comprobarlo mediante la prueba de permeabilidad que se describe en otro apartado.

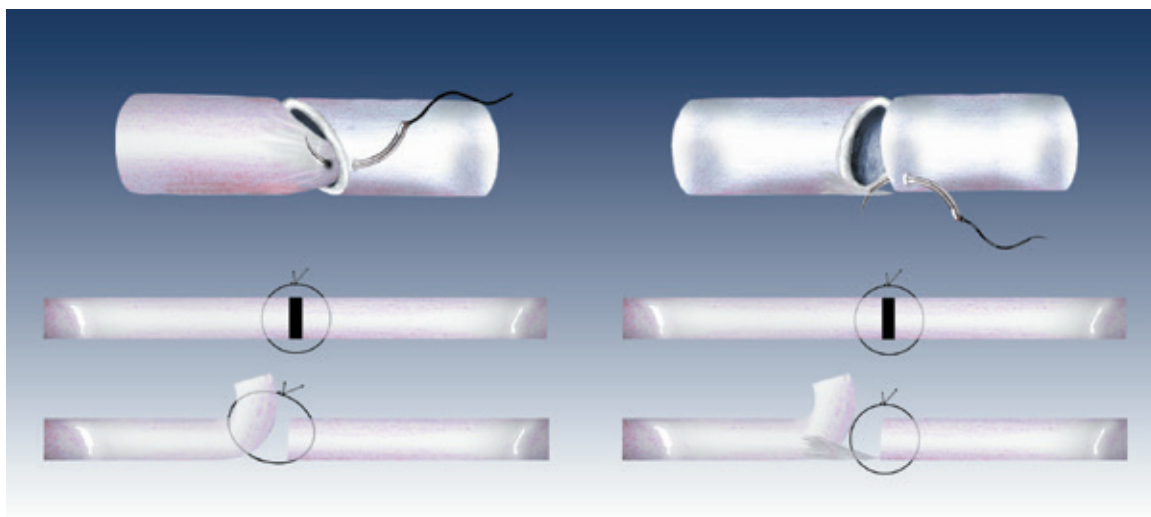


Figura 19. Principales errores en la sutura vascular venosa.

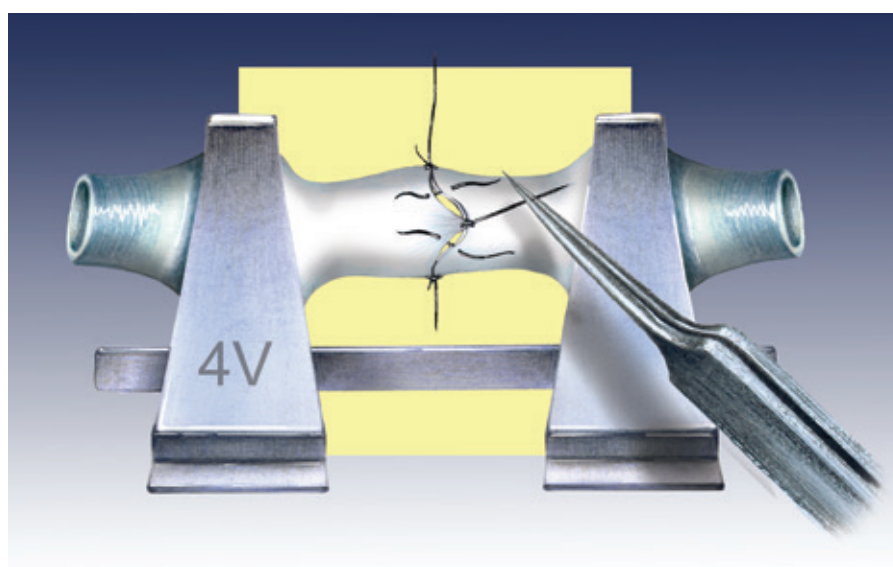


Figura 20. Sutura venosa: cara anterior completa.

Anastomosis término-laterales

Sutura arterial término-lateral

Para la realización de esta técnica podemos utilizar las dos carótidas de la rata. Una de ellas la resecaremos y seccionaremos 1 cm aproximadamente, colocando un clamp en uno de los extremos; esta nos servirá como donante. La carótida del lado contrario la utilizaremos como receptor. En la práctica clínica este tipo de sutura se utiliza en el caso de que un vaso (el receptor) tenga el doble calibre que el otro (donante).

En primer lugar colocaremos los clamps en el vaso receptor. Seguidamente resecaremos una superficie de su capa adventicia de igual tamaño que el diámetro del vaso donante. No debemos olvidar que la tijera debe resecar la adventicia en dirección paralela al vaso con el fin de evitar lesiones en otras capas (Fig. 21).

A continuación, y en el mismo lugar de la adventicia resecada, seccionaremos y resecaremos una parte de esta arteria de igual tamaño al del diámetro donante (Fig. 22). Esta maniobra lleva consigo la presencia de sangre en el campo qui-

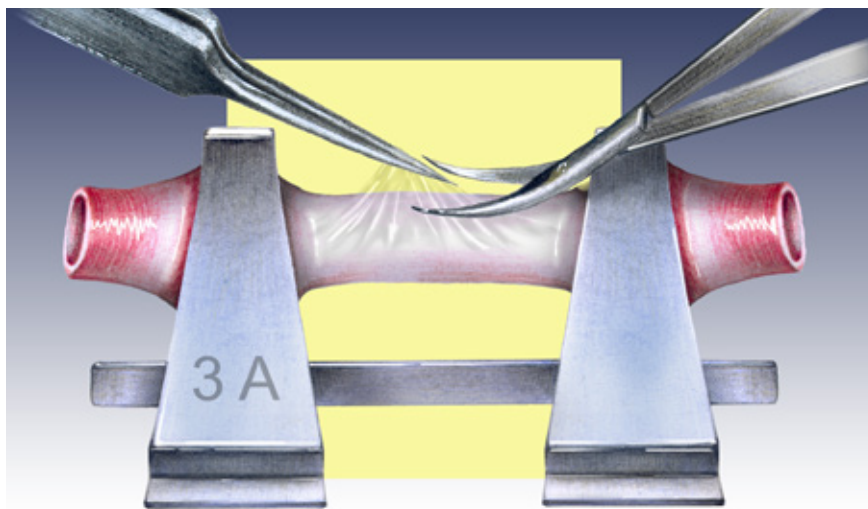


Figura 21. Anastomosis T-L: separación del vaso receptor. Disección de la adventicia.

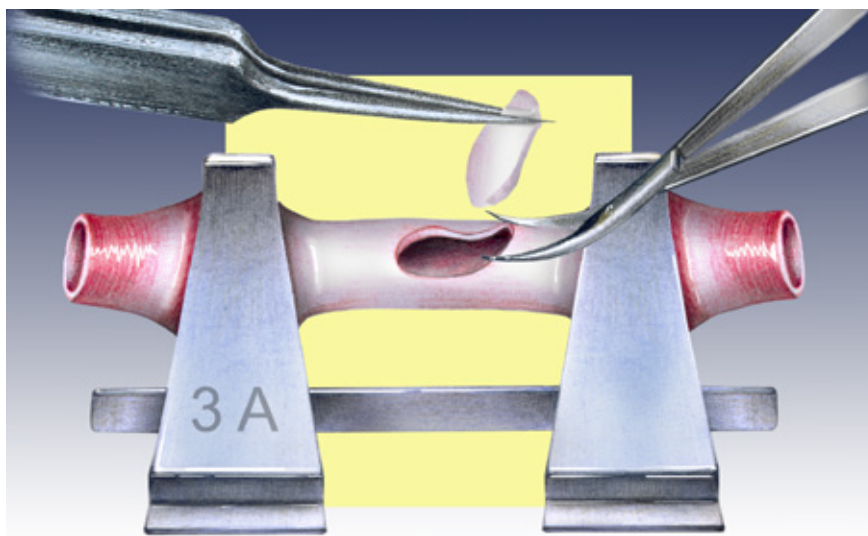


Figura 22. Anastomosis T-L: separación del vaso receptor. Resección de igual tamaño al diámetro del vaso donante.

rúrgico, sangre que debemos lavar, así como la existente en la luz vascular, mediante una solución de Ringer heparinizada y atemperada. Una vez limpio el campo quirúrgico de sangre, aproximamos el vaso donante al orificio realizado en el vaso receptor. Antes de esta maniobra, como es de suponer, hemos resecaado la adventicia del extremo del vaso donante (Fig. 23).

Aproximado el extremo del vaso donante al orificio del receptor, fijaremos ambos mediante la colocación de dos puntos en sus extremos, evitando la tensión con los clamps. Estos dos puntos nos van a servir de guía, procurando dejar los cabos largos por si fuese necesario realizar una tracción sobre ellos a lo largo de la sutura (Fig. 24).

A continuación pasaremos a suturar la pared posterior. La sutura de esta pared se debe comenzar con la colocación de un punto en su parte media (Fig. 25), a partir del cual iremos colocando el resto a ambos lados hasta completar la misma (Fig. 26).

En este primer punto, si dejamos su extremo largo, nos puede servir para traccionar de él y facilitarnos las maniobras de sutura. Finalmente pasaremos a suturar la pared anterior. Al igual que hemos realizado la sutura de la cara posterior debemos proceder para la cara anterior. Colocaremos un punto en su parte media y a partir de él iremos situando el resto (Fig. 27).

Terminada la sutura quitaremos los clamps y comprobaremos la permeabilidad de los vasos.

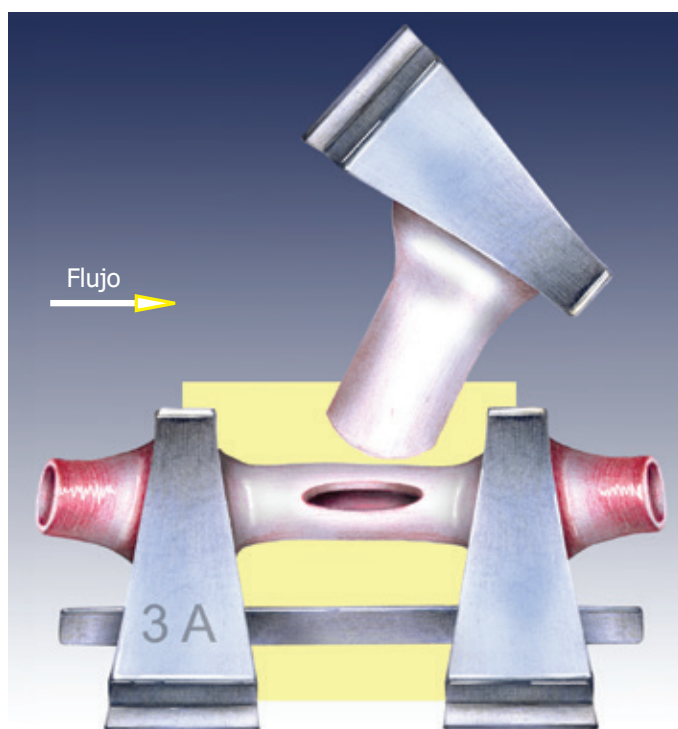


Figura 23. Anastomosis T-L: aproximación del vaso donante al receptor.

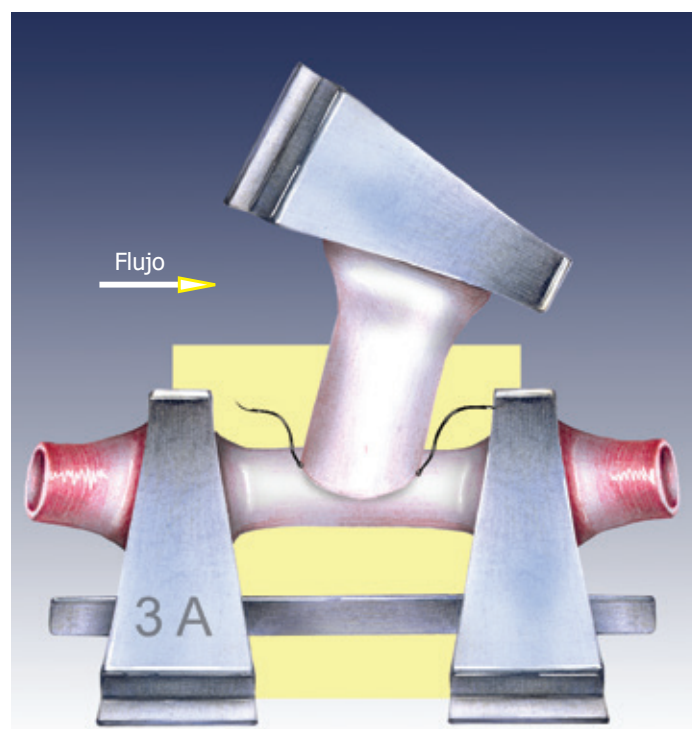


Figura 24. Anastomosis T-L: fijación del vaso donante al orificio del vaso receptor mediante dos puntos de fijación.

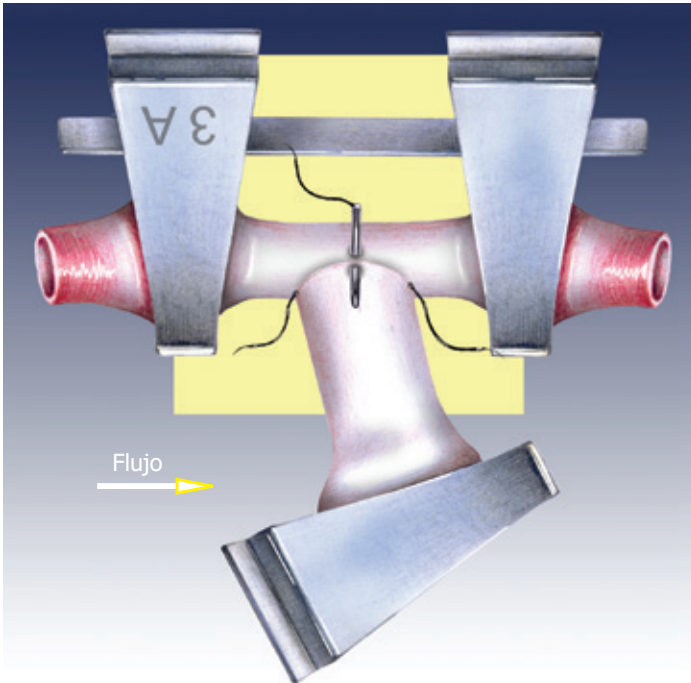


Figura 25. Anastomosis T-L: sutura de la pared posterior. Colocación de un tercer punto de fijación para facilitar la sutura.

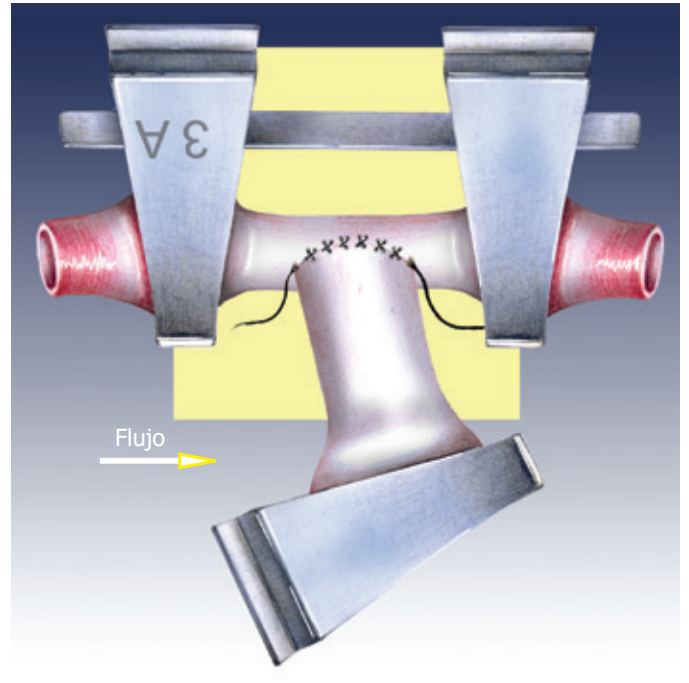


Figura 26. Anastomosis T-L: sutura de la pared posterior finalizada.

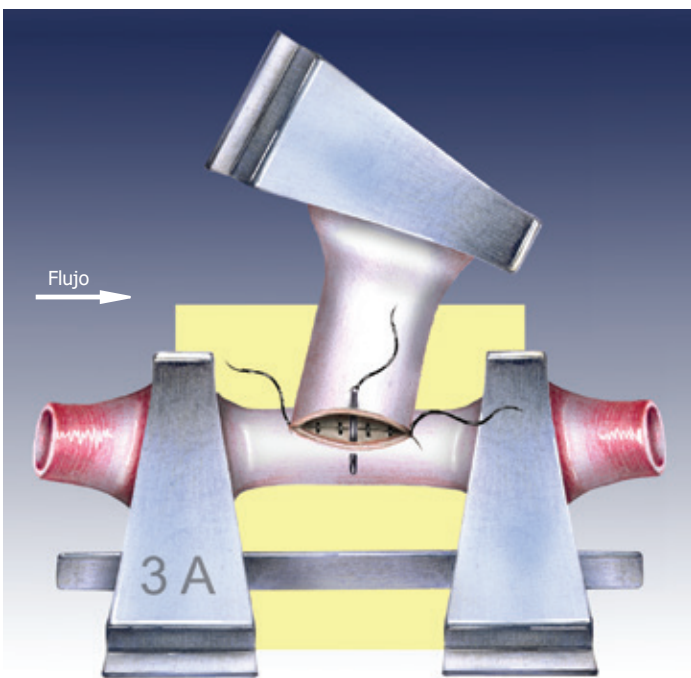


Figura 27. Anastomosis T-L: sutura de la pared anterior. Inicio con la colocación de un punto en la parte media para facilitar la sutura.

Consideraciones particulares de la microcirugía vascular

Reglas de Cobett:

- La íntima es intocable.
- Limpiar la adventicia de las arterias.
- Mantener los coágulos fuera del campo.
- No suturar la pared anterior con la posterior.
- Usar un número correcto de puntos. Cada punto es un centro de atracción para las plaquetas y cada espacio entre puntos es una fisura en potencia.

Reglas de O'Brien:

- Suturar vasos con diámetros similares.
- Es preferible la sutura T-T.
- Evitar la tensión en la sutura.
- Evitar la torsión de la misma.
- El uso de una sutura continua está totalmente contraindicado en microcirugía vascular.

- A la hora de anudar, la sutura debe ser traccionada paralelamente en la dirección del vaso para evitar toda posible distorsión de su pared.

Test de permeabilidad vascular

Se utilizan con el objeto de comprobar la estanqueidad de la anastomosis realizada. Son varios los métodos que pueden utilizarse para este fin:

- Visualización del vaso empleando medios de magnificación para comprobar el paso de la sangre a través del vaso y notar el pulso en el caso de que la anastomosis sea arterial.
- Test de permeabilidad: es el más usado en la práctica; para realizarlo nos serviremos de dos pinzas del nº 5. La primera pinza la situaremos en la parte distal de la sutura ocluyendo la luz, evitando los traumatismos y tirones. La segunda pinza la colocamos al lado de la primera arrastrando todo el contenido vascular a una distancia de 1 cm aproximadamente en la dirección de la sutura. Hecho esto, nos

encontramos con un espacio de 1 cm de vaso, aproximadamente, en la dirección de la sutura, sin contenido entre ambas pinzas (Fig. 28). Ahora solo nos queda comprobar la permeabilidad vascular, liberar la pinza más próxima a la anastomosis y examinar el relleno del vaso (Fig. 29). Si este no se realiza, esto es debido a una anastomosis imperfecta o a la presencia de un trombo. En este momento, debemos levantar la sutura, reseca los tejidos lesionados y volver a comenzar la misma, en lugar de extraer el posible trombo existente.

- Doppler: registra el paso de la sangre a través del vaso mediante el efecto Doppler. La sonda se aplica directamente.
- Fluximetría: menos empleado, registra la cantidad de sangre que circula por el vaso.
- Angiografía: más aplicado a la investigación ya que necesita de gran cantidad de material de contraste con lo que se compromete la vida del animal. Se basa en métodos radiográficos.

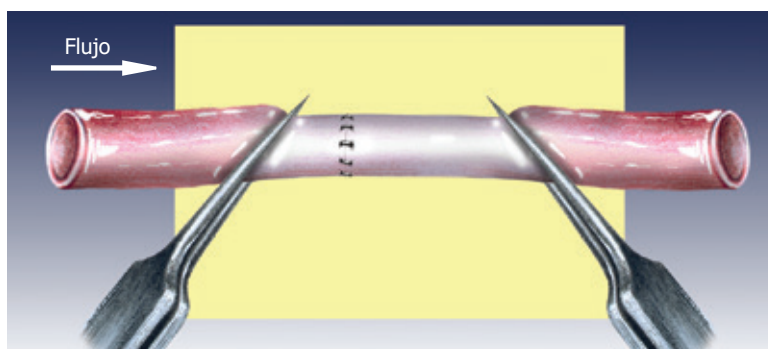


Figura 28. Test de permeabilidad vascular. Paso 1.

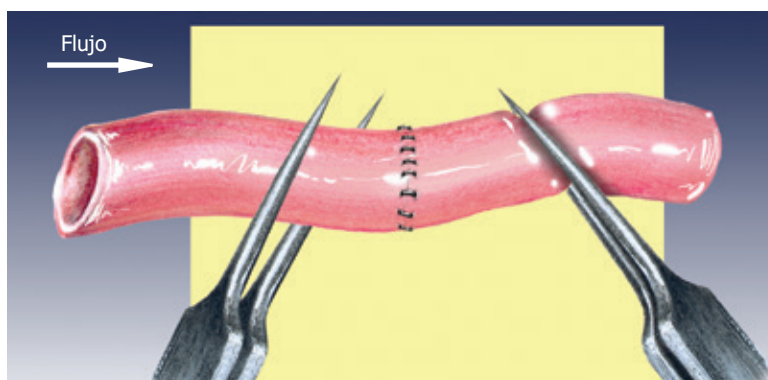


Figura 29. Test de permeabilidad vascular. Paso 2.

Bibliografía

- Lee, S. History and development of experimental microsurgery in rats. En Lee S.: Microsurgical models in rats for transplantation research. Tiede *et al* (eds). Springer-Verlag. Berlín, 1985. pp. 1-10.
- Lorente, L. *et al*. Técnicas microquirúrgicas. En Rodríguez-Fabián G: Microcirugía experimental. Nueva Editorial Médica. Madrid. 1ª edición 2000; pp. 31-42.
- Onoda, S., Kimata, Y., Matsumoto, K. Iliolumbar Vein as a Training Model for Microsurgical End-to-Side Anastomosis. *J Craniofac Surg*. 2016 May;27(3):767-8. doi: 10.1097/SCS.0000000000002501. PMID: 27046465.
- Safi, A.F., Safi, S., Tayeh, M., Timmer, M., Goldbrunner, R., Kauke, M. A novel microsurgical anastomosis training model using gradually thawed cryopreserved microvessels of rat cadavers. *J Craniomaxillofac Surg*. 2018 Jul;46(7):1126-1131. doi: 10.1016/j.jcms.2018.05.018. Epub 2018 May 22. PMID: 29802058.
- Serin, M., Bayramiçli, M., Çilingir Kaya, Ö.T., Levent, H.N., Akdeniz Doğan, Z.D., Ercan, A., Kurt Yazar, S. The Efficacy of Hydrodilatation for the Prevention of Vasospasm following Microsurgical Anastomosis. *J Reconstr Microsurg*. 2022 Jul;38(6):460-465. doi: 10.1055/s-0041-1735834. Epub 2021 Oct 1. PMID: 34598279.
- Xiao, Z., Samii, M., Wang, J., Pan, Q., Xu, Z., Ju, H. Training model for the intraluminal continuous suturing technique for microvascular anastomosis. *Sci Rep*. 2021 Mar 1;11(1):4862. doi: 10.1038/s41598-021-84619-6. PMID: 33649423; PMCID: PMC7921418.
- Xiao, Z., Wang, J. Side-to-Side Microvascular Anastomosis Using Rat Cervical Vessels. *World Neurosurg*. 2022 Jan;157:e188-e197. doi: 10.1016/j.wneu.2021.09.133. Epub 2021 Oct 7. PMID: 34626847.

6. MANEJO MICROQUIRÚRGICO DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS

Jesús M^a. Usón • Eva M^a. Pérez • Javier Vela • Daniel Camporro • Jesús Usón

Introducción

Como cualquier estructura de nuestra economía, los nervios periféricos son susceptibles de sufrir lesiones, que pueden dar lugar desde una limitación temporal a una pérdida de funcionalidad total y permanente.

Hemos de tener en cuenta que, como en todo tejido especializado, su recuperación es lenta, por lo que no podremos apreciar la bondad o maldad de nuestros resultados, hasta que haya pasado un cierto tiempo. Resulta paradójico, que una técnica que se presenta a priori como muy sencilla, si no se realiza correctamente, proporcione resultados desastrosos o cuando menos mediocres.

La actuación del cirujano requiere además de un profundo conocimiento de la fisiopatología de la regeneración del nervio, una técnica microquirúrgica precisa, depurada y efectiva para conseguir nuestro objetivo: la reinervación.

Por tanto, necesitamos dominar la técnica microquirúrgica general para poder manejarnos con precisión y obtener unos buenos resultados. Además, la Microcirugía comporta una importante misión formadora del cirujano ya que la técnica microquirúrgica proporciona un adiestramiento básico para la cirugía convencional, dándole una nueva dimensión y aportando al cirujano una mayor riqueza de recursos técnicos. El trauma quirúrgico se reduce notablemente, ya que la precisión y la sensibilidad se potencian y consecuentemente el respeto por las pequeñas estructuras, “cuanto más experimentado es el cirujano, tanto mayor es su respeto por la pérdida de sangre”.

Aumenta así el margen de seguridad, el porcentaje de éxito en cirugía convencional se eleva, y por qué no, la confianza en sí mismo; podríamos decir que la microcirugía imprime un temple especial a cualquier cirujano.

Como dice el Maestro Acland, “la lucha invita al desastre”. La capacidad de evitar la lucha a través de una preparación cuidadosa, permanece como virtud cardinal de la técnica microquirúrgica. Ya comentaba Guillermo de Saliceto en su *Chirurgía*, manuscrita en 1276, que “has de saber que el aprender convenientemente este arte no se consigue sino con abundante práctica y operación manual”. O como decía Rabelais en 1532, “quien tiene paciencia puede conseguir cualquier cosa”. Es obvio que la microcirugía precisa de grandes dosis de sosiego, con un umbral de paciencia muy alto, perseverancia y tozudez, entendidas según el más puro estilo cajaliano; “Más a la voluntad que a la inteligencia; toda obra grande resulta de una pasión al servicio de una idea”.

Microcirugía de los nervios periféricos

Actualmente la microcirugía de los nervios periféricos tiene como base fundamental el fascículo nervioso, pasando a un segundo término el tronco nervioso (Fig. 1), aunque con esto no pretendemos ser dogmáticos ni excluyentes; en la realidad clínica cada proceso puede requerir de un tratamiento distinto y particularizado.

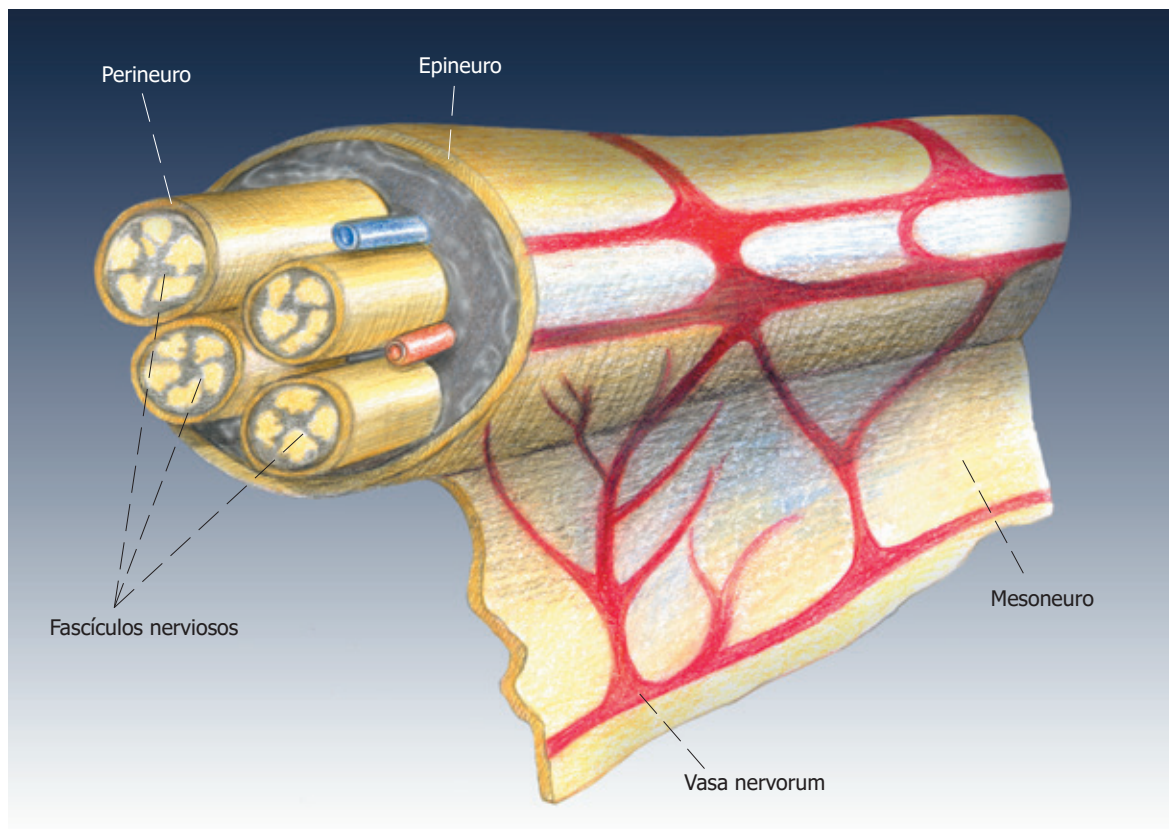


Figura 1. Esquema de la microanatomía del nervio.

Antes de tratar las normas básicas de manejo de estas estructuras tan delicadas, parece interesante hablar del instrumental necesario. Así, se precisa del instrumental básico de microcirugía, compuesto por dos pinzas rectas, una acodada en 45°, un portaagujas con el extremo muy fino y la tijera microquirúrgica de Wescott. Si en la fase experimental el instrumental estándar es válido, a la hora de la aplicación clínica deberá tener una longitud de 15 cm al menos (el plano de trabajo suele ser profundo) y preferiblemente ser de tipo ergonómico para mejorar el rendimiento.

Otra pieza esencial para el manejo atraumático, imprescindible para la buena consecución de un buen pronóstico, es un juego de neurotomos, tipo Meyer, con los que abrazamos el tronco nervioso pudiéndolo seccionar con el mínimo trauma.

El tipo de sutura más usual es el nilón monofilamento con aguja atraumática, y calibres entre 8/0 a 11/0, no obstante hay muchos autores que utilizan monofilamento reabsorbible, justificándose en que

la sutura, una vez que el nervio se ha anastomosado (y por lo tanto ha cumplido su misión) impide la reconexión de numerosos axones que mejorarían la motilidad o la sensibilidad; por otra parte y aunque hoy en día los materiales utilizados son altamente histocompatibles, la sutura no deja de ser un cuerpo extraño. Algunos cirujanos abogan por otro tipo de sustancias para la síntesis, no hay que olvidar la cantidad de trabajos que nos refieren las excelencias de los pegamentos orgánicos.

Principios generales del manejo

Una vez diagnosticada y valorada la lesión nerviosa se puede proceder a la manipulación, y aquí hay una serie de normas muy importantes que debemos tener siempre presentes ya que el tejido nervioso, como cualquier tejido especializado tiene una regeneración difícil, que si no encuentra un medio idóneo y una técnica adecuada, a buen seguro que fracasará.

El objetivo fundamental de cualquiera de estas técnicas es conseguir la máxima y rápida regeneración del tejido nervioso y consecuentemente la recuperación funcional, y esto se consigue entre otras cosas minimizando la fibroplasia. El tejido cicatricial es un claro obstáculo para la reconexión, es como un muro que difícilmente pueden atravesar los axones para encontrar el extremo homónimo. Por tanto todas las medidas del manejo van a ir encaminadas a reducir al máximo la fibroplasia exuberante.

Una de las normas más esenciales es manejar, sujetar o movilizar el nervio por el tejido conjuntivo que lo envuelve y adhiere a los tejidos vecinos; el mesoneuro. Nunca jamás se debe sujetar un nervio por el tejido noble pues estaríamos provocando un aplastamiento de los axones, es decir provocando una lesión añadida que retrasaría el crecimiento axonal o incluso lo impedirá (Fig. 1).

Otra de las reglas de oro, se refiere a la nutrición del nervio. No debemos provocar por una mala manipulación, un estado de hipovascularización e incluso de isquemia. Esto no es fácil y se relaciona con la regla anterior, puesto que los *vasa nervorum* caminan por el mesoneuro y penetran progresivamente en las distintas capas nerviosas hasta llegar al tejido nervioso. Existen diferentes opiniones sobre cuánta porción de dicho nervio puede ser separada del mesoneuro sin que se produzcan alteraciones en la nutrición del axón. Habitualmente pueden liberarse de 6 a 8 cm sin riesgos de isquemia, aunque algunos autores han determinado que se puede llegar a movilizar hasta 20 cm, pero recordemos que en microcirugía la prudencia es asunto proverbial, y por tanto respetemos siempre la mayor cantidad de vascularización que le llegue al nervio.

El lecho donde descansa el nervio debe de estar bien vascularizado, sin infección ni cuerpos extraños. Si existe tejido mortificado o poco vascularizado puede movilizarse el nervio para llevarlo a un lecho vascularizado, interponer un colgajo muscular que aporte la adecuada irrigación, o incluso interponer colgajos de omento.

Respecto a la hemostasia debe ser precisa, es decir, la suficiente para cohibir la hemorragia, que

no se produzca un coágulo de interposición entre los extremos neurales que vamos a anastomosar, y que por supuesto no comprometamos la vitalidad de las estructuras nerviosas. Como ya conocemos, se realizará siempre con bisturí bipolar. Es asombrosa la cantidad de vascularización intraneural existente, por lo que si es preciso añadiremos una solución de epinefrina al 1/100.000. Para eliminar los pequeños coágulos y mantener frescos los tejidos debe lavarse asiduamente con suero fisiológico atemperado, Ringer lactato o preferiblemente con soluciones preparadas específicamente para ello.

Los nervios deben manejarse con mucho cuidado. Para ello los sujetaremos única y exclusivamente mediante pinzas por el epineuro, a través del mesoneuro o incluso colocando unas suturas de tracción en el epineuro para así evitar su machacamiento con las pinzas; huelga decir que la manipulación de los extremos nerviosos debe ser la mínima posible y, desde luego jamás abusiva.

Hay que realizar un buen desbridamiento de la zona, eliminando tanto los tejidos circumnerviosos que estén muertos como las áreas propiamente nerviosas que no sean vitales, si no es así se producirá una fibroplasia excesiva.

Otros pequeños consejos pueden ser el evitar la desecación de los nervios; siempre hay que humedecer la zona, y cuando vayamos a secar, utilizar siempre materiales que no dejen fibras. Una mejor visualización del nervio se consigue colocando unas bandas plásticas coloreadas debajo de él, con lo que aumenta la profundidad de campo y mejora el rendimiento.

A pesar de todos los avances que la técnica y la industria nos han proporcionado, los resultados en microcirugía nerviosa todavía no son los deseados, pues hay problemas en la reparación y regeneración nerviosa que aún no han sido superados. Por ello representa un campo atractivo para el estudio y la investigación.

El cirujano debe estar preparado en cada caso, para variar el momento y la técnica, según nos dicten las circunstancias clínicas, pero en todo caso siempre procuraremos conseguir los factores y condiciones que nos acerquen hacia una sutura ideal, así tendremos en cuenta que:

1. La reparación ideal debe ser realizada tan pronto como sea posible.
2. La unión debe hacerse siempre entre extremos viables.
3. Hay que dejar los mínimos restos de cuerpos extraños.
4. Identificar y realinear correctamente los extremos nerviosos.
5. Nunca debe haber tensión en la sutura.
6. Utilizar la mínima cantidad precisa de material de sutura.
7. Evitar la desecación del tejido nervioso.
8. Realizar la hemostasia adecuada y precisa para cada momento.
9. La reparación debe realizarse sobre un lecho bien vascularizado.
10. Realizar el mínimo traumatismo no solo en la anastomosis, sino en el abordaje y durante todo el acto quirúrgico.

Principales técnicas microquirúrgicas

Las principales técnicas que vamos a considerar aquí para la resolución de los problemas neuroquirúrgicos son los distintos tipos de neurolisis, las neuroanastomosis, el injerto y la implantación nerviosa. Otras técnicas como el gap o los mangitos exceden los objetivos de esta obra.

Neurolisis

La neurolisis es una técnica dirigida a la disección y extirpación del tejido fibroso, que puede comprimir las estructuras nerviosas a distintos niveles. La formación del neuroma atiende a distintas situaciones, como contusiones, rupturas subepineurales, secciones epineurales, neuropatías compresivas, etc. El neuroma puede estar localizado tanto a nivel extraperineural, interfascicular o intrafascicular. Hablaremos entonces de neurolisis extraperineural o externa, fascicular o interna e intrafascicular.

Mediante la neurolisis externa liberamos el nervio del tejido fibroso que lo rodea y comprime.

Para liberar al nervio comenzaremos la disección, siempre desde una zona próxima de epineuro sano. Es importante preservar la máxima vascularización posible, pero evitando siempre la presencia de coágulos. Si no es así, el nervio se desplazará hacia un lecho bien vascularizado (Fig. 2).

La neurolisis interna consiste en la eliminación del tejido fibroso existente debajo de la membrana epineural, entre los fascículos nerviosos (Fig. 3).

Para abordar el neuroma es necesario realizar una epineurotomía mediante tijeras microquirúrgicas finas o con bisturí (Fig. 4). Deben coagularse los vasos epineurales para evitar hemorragias, y lavar muy bien los restos hemáticos.

Una vez realizada la epineurotomía se procede a reseca el tejido epineural fibroso (epineurectomía), tanto epifascicular como interfascicular (Fig. 5).

La disección de los fascículos para liberarlos de ese tejido fibroso se realiza con tijeras microquirúrgicas de punta roma. A ser posible se deben respetar las ramificaciones y anastomosis entre los distintos fascículos. Normalmente en la epineurectomía suele ser suficiente con reseca el epineuro de la superficie anterior del nervio, dejando la parte posterior, donde quedará unida la adventicia y podrá penetrar la vascularización.

Para realizar estas neurolisis se debe comenzar por una zona proximal a la fibrosis, sobre el nervio intacto e ir progresando distalmente hasta liberar los distintos fascículos afectados (Fig. 5).

En la neurolisis intrafascicular el tejido fibroso se sitúa entre las distintas fibras nerviosas, y como podemos imaginar es imposible ir liberando axón por axón. Lo aconsejable ante esta situación es la resección de los fascículos afectados (fibrosados, seccionados, con neuromas) para posteriormente realizar una sutura fascicular con injertos nerviosos (Fig. 6).

En casos de neuromas dolorosos y sin posibilidades de recuperación funcional distal, puede aliviarse el dolor resecando el neuroma y colocándolo debajo de un lecho de tejidos blandos, implantándolo en músculo o bien enterrándolo en la cavidad medular de un hueso.

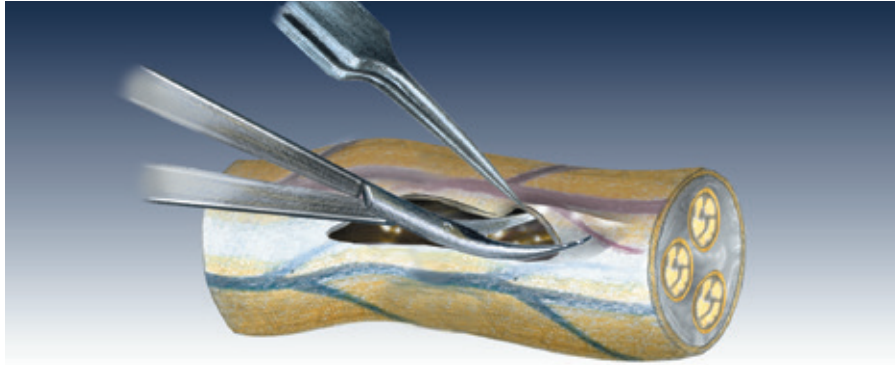


Figura 2. Esquema de la disección de un neuroma. Disección de epineuro. Neurolisis externa.

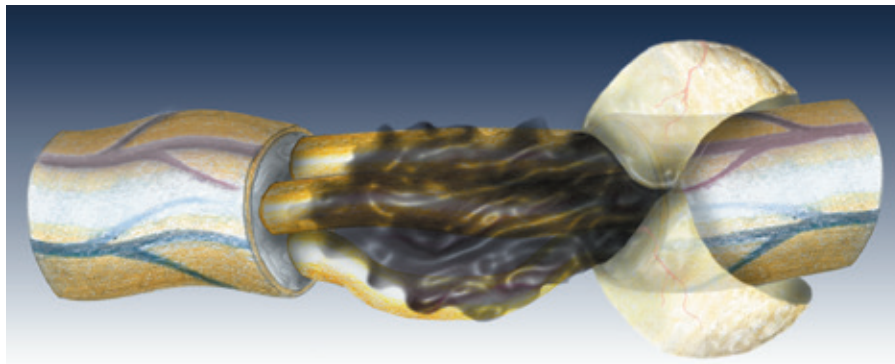


Figura 3. Tejido fibroso entre los fascículos nerviosos.

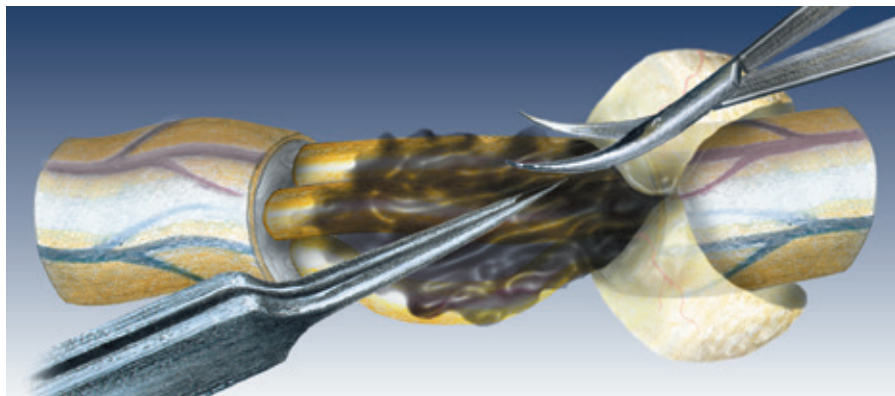


Figura 4. Epineurotomía. Liberación del neuroma.

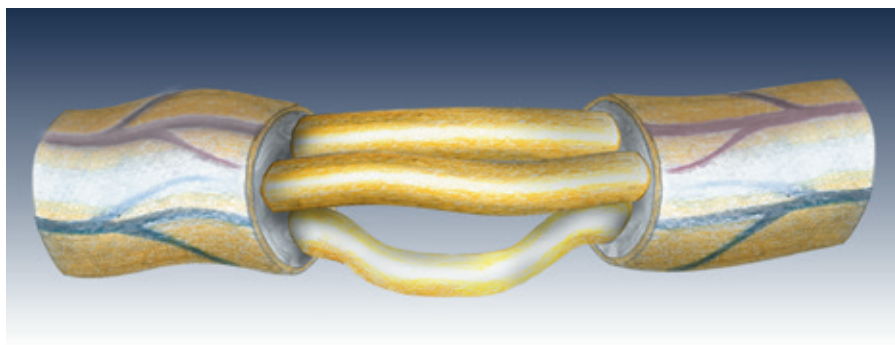


Figura 5. Imagen tras epineurotomía, epifascicular e interfascicular. Liberación de fascículos nerviosos.

El resultado final de una neurlisis es impredecible ya que aunque liberemos cada fascículo y veamos el perineuro intacto no sabemos cómo se encuentran los axones dentro de este. Además la evolución posquirúrgica puede dar lugar a la aparición de fibrosis que compriman de nuevo al tronco nervioso. A pesar de estos inconvenientes si se respeta la técnica microquirúrgica en la gran mayoría de los casos se consigue una recuperación funcional adecuada.

Sutura nerviosa

El número de puntos de sutura que se colocaran debe ser el menor posible ya que van a actuar como cuerpos extraños, favoreciendo la reacción fibrosa. Se pondrán los suficientes para mantener los dos extremos en aposición pero sin que exista tensión entre los extremos. La aguja solo debe atravesar el epineuro, el perineuro, o ambos, sin coger los elementos neurales, ya que obstruiría la regeneración.

Desde hace algunos años se está investigando para sustituir las suturas por sustancias adhesivas, como la cola de fibrina; el problema es su menor resistencia a la tracción, por ello solo se usan si no existe tensión. Las ventajas de los adhesivos tisulares son el ahorro de tiempo durante la intervención, el menor traumatismo a los extremos nerviosos, la menor reacción de cuerpo extraño así como menor probabilidad de aproximación del epineuro y separación de los fascículos. La desventaja es que en muchos casos además de la sustancia adhesiva requiere aplicar algún punto de sutura.

Antes de proceder a la sutura como tal hay que preparar los extremos resecaando los tejidos desvitalizados, así como el neuroma proximal y el glioma distal. La sección se realiza siempre con neurotomos, y si no se poseen estos, con microcuchillettes, pero nunca con tijeras. Como ya comentamos al hablar de la anatomía, al seccionar el perineuro el tejido endoneural hace protusión hacia el exterior, adquiriendo una forma de hongo. Hay que intentar dejar los extremos nerviosos lo más lisos posible para lograr un buen afrontamiento.

La sutura epineural es la técnica más sencilla. El tronco nervioso es suturado como un todo

colocando puntos de sutura en el epineuro epifascicular. Esta técnica está indicada en nervios monofasciculares o en los oligofasciculares con tan solo 2-4 fascículos; es decir, en las partes más proximales (plexo braquial donde todavía no se ha producido una salida definitiva de los axones y tanto los sensitivos como los motores están ampliamente difundidos en todo el tronco nervioso) y en las más distales (nervios digitales, que solo tienen 2-4 fascículos, con escaso tejido conectivo).

Antes de dar los puntos deben afrontarse correctamente cada uno de los fascículos, para lo que hay varios métodos como la realización de mapas, imágenes especulares, por la vascularización epineural, etc. El mayor inconveniente de este tipo de sutura, es lograr un buen funcionamiento ya que los extremos de cada fascículo pueden encabalgarse, debido a la elasticidad del epineuro interfascicular, o incluso, alinearse de forma incorrecta; por ejemplo, si un fascículo motor en regeneración penetra en la porción distal de uno sensitivo no se producirá la recuperación funcional (Fig. 7).

Seccionado el tronco nervioso de forma limpia, se realiza la hemostasia de forma equilibrada en los bordes de los extremos nerviosos (Fig. 8). Posteriormente se retrae ligeramente la membrana epineural o incluso se resecan los restos de la misma que se puedan introducir dentro de la sutura nerviosa.

Tras la preparación de los extremos, se colocan primeramente dos puntos a 180°, con material de 9/0, que se dejan largos para voltear el nervio (Fig. 9), y a continuación se completan el resto de puntos de sutura, primero la cara anterior y después volteando el nervio, la posterior (Fig. 10).

Como características de la sutura recordaremos que no debe existir tensión alguna, que no hay que dar excesivo número de puntos y que estos solo deben atravesar el epineuro, no llegando a los fascículos.

La sutura fascicular es la que habitualmente se utiliza por sus mejores resultados, aunque técnicamente es más compleja. Consiste en afrontar los fascículos individualmente, evitando así el encabalgamiento, el mal afrontamiento y la interposición de membrana o tejido epineural.

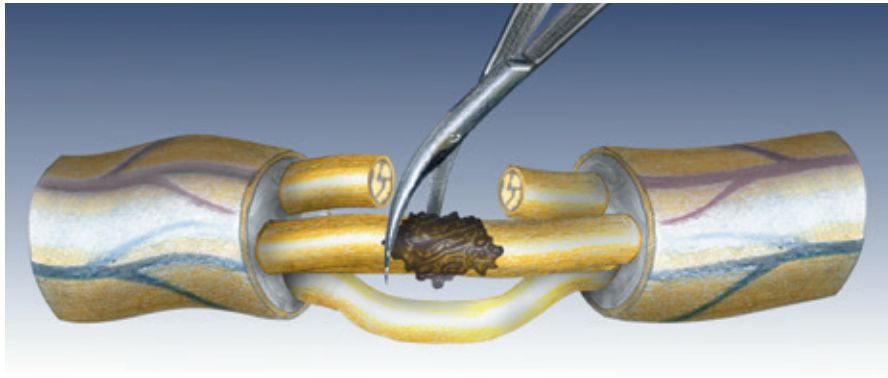


Figura 6. Neurolysis interfascicular.

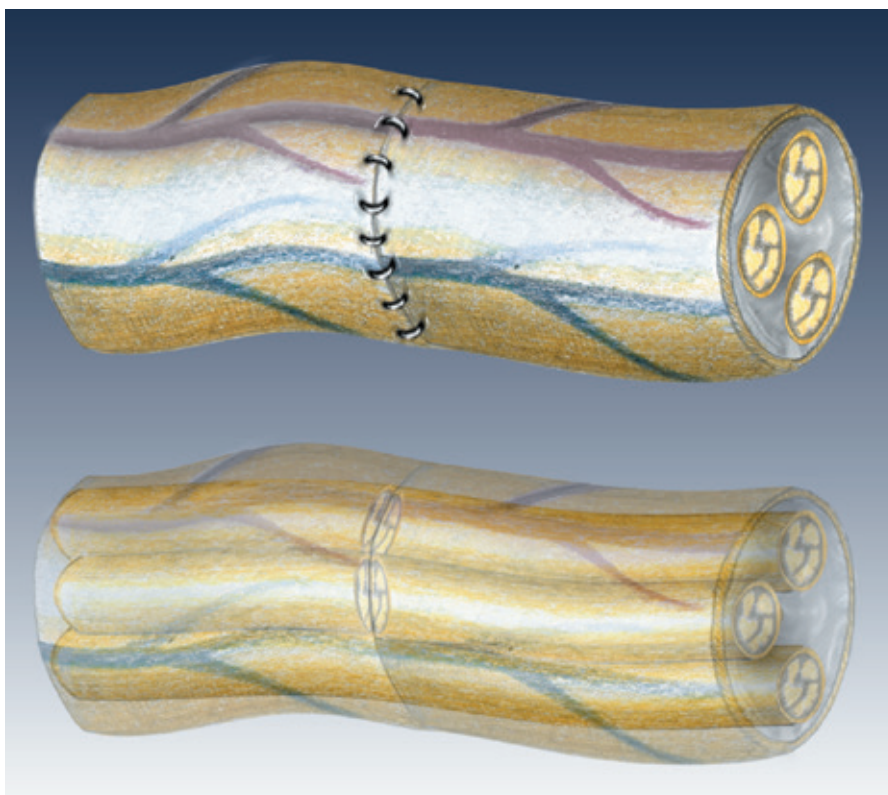


Figura 7. Sutura epineural. Los fascículos quedan alineados.

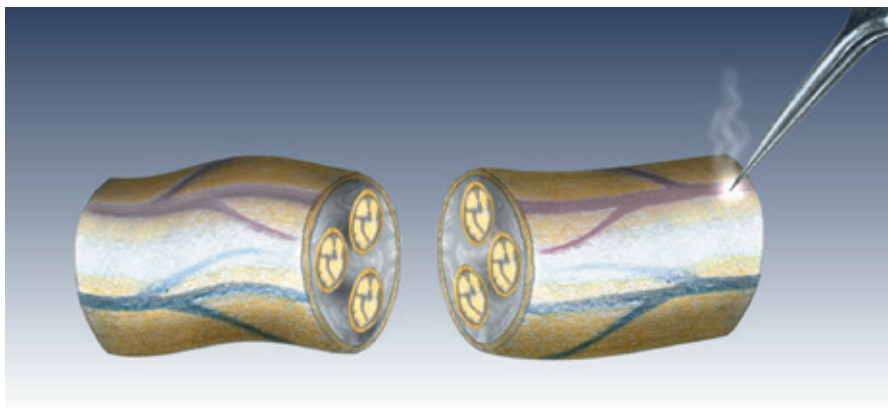


Figura 8. Sutura epineural. Hemostasia mediante coagulación bipolar.

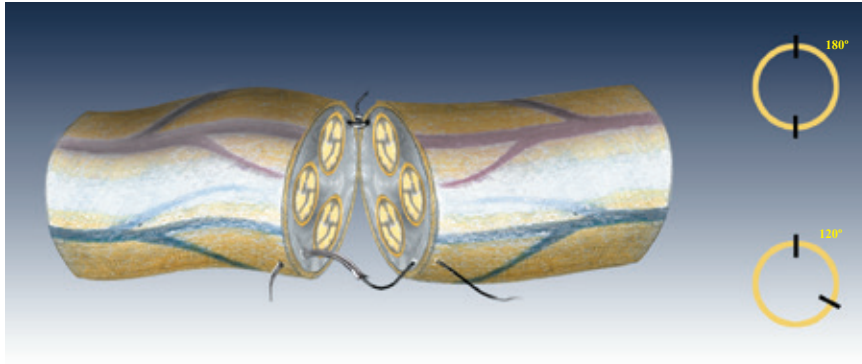


Figura 9. Sutura epineural. Colocación de puntos a 180° para facilitar el manejo y la sutura del nervio.

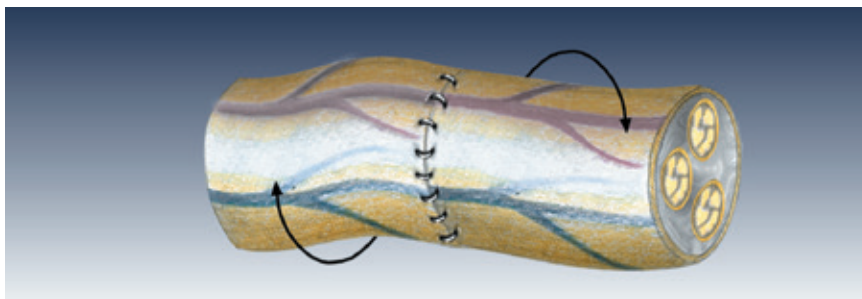


Figura 10. Sutura epineural. Cara anterior finalizada y volteo para realizar la posterior.

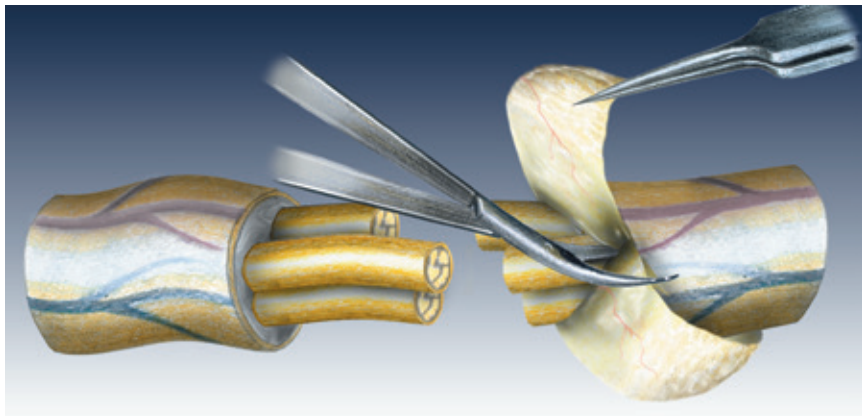


Figura 11. Sutura fascicular. Epineurectomía y liberación fasciales.

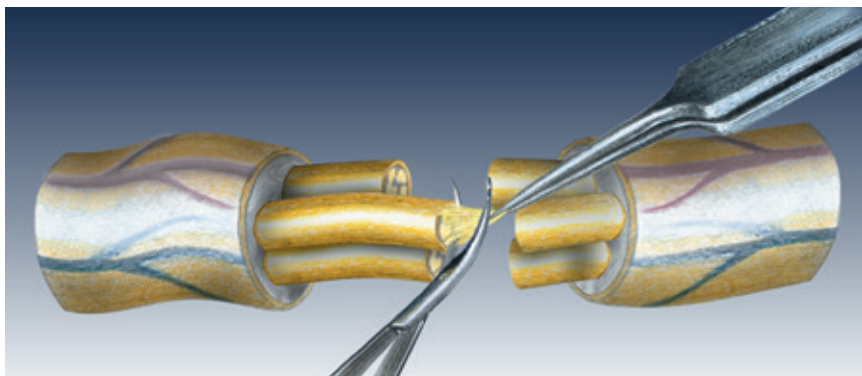


Figura 12. Sutura fascicular. Extirpación del tejido endoneural.

Para su práctica se procede a la resección, previa hemostasia, de unos 5 mm de epineuro en cada uno de los extremos para que no se interponga en la línea de sutura (Fig. 11), y luego se alinean los diferentes fascículos, extirpando el tejido endoneural que hace protusión en ellos (Fig. 12).

Solo es necesario colocar dos puntos de sutura a 180° en cada fascículo, no siendo necesario que la sutura sea hermética. El material de sutura es de 9/0, 10/0 u 11/0, lógicamente con aguja redonda (Fig. 13).

La línea de sutura, en la medida de lo posible, no debe coincidir en todos los fascículos para evitar el excesivo crecimiento de tejido fibroso, esto se consigue disecando el neuroma desde proximal a distal y seccionando cada fascículo a distintos niveles. Procediendo de la misma manera en los extremos distal con el glioma, cuando se produce esta interdigitación entre los fascículos, se consigue que el afrontamiento sea más adecuado e incluso a veces es suficiente con colocar un solo punto de sutura en algunos. En esta sutura el afrontamiento de los fascículos es perfecto (Fig. 14).

Los puntos de sutura deben colocarse en el epineuro interfascicular, nunca directamente en el perineuro, por lo que es más adecuado denominar a la sutura como fascicular y no como perineural. Si los fascículos son muy pequeños y numerosos, disponiéndose en grupos fasciculares la aposición se hace por grupos fasciculares más que por fascículos como tal; así también se denomina a esta sutura como sutura del grupo fascicular.

Aunque hemos señalado la importancia de resecar el epineuro epifascicular de cada uno de los extremos para evitar su interposición y la proliferación de tejido fibroso de origen epineural hay otros estudios que indican que es indiferente su resección o no.

Para aliviar la tensión de la línea de anastomosis nerviosa en una técnica de sutura fascicular puede hacerse una férula epineural, que consiste en resecar el epineuro epifascicular, excepto en la cara posterior del tronco nervioso en ambos extremos. A continuación se sutura dicho epineuro para que soporte la tensión de la anastomosis y posteriormente se suturan cada uno de los fascículos libres de tensión.

En nervios oligofasciculares podemos utilizar la técnica epi-perineural, en la que la sutura se apoya tanto sobre el epineuro como sobre el perineuro, dando una mayor consistencia en la síntesis.

Injertos nerviosos

Los injertos nerviosos se utilizan cuando existe pérdida de sustancia, se han retraído los muñones nerviosos, o tras una neulolisis, y en general siempre que exista la mínima tensión que, a buen seguro va a perjudicar la regeneración (Figs. 15 y 16).

Los injertos suponen la interposición de un fragmento nervioso entre los dos muñones seccionados. Pueden ser autoinjertos, homoinjertos, aloinjertos o heteroinjerto, frescos o conservados. Normalmente se utilizan frescos y en veterinaria se toman del nervio cutáneo lateral del muslo y del mediano a nivel del antebrazo. Nosotros utilizamos el nervio cubital, ya que tiene un diámetro y longitud adecuado, y el déficit neurológico que provocamos es imperceptible.

El diámetro debe ser similar al del fascículo o grupo fascicular y su longitud de un 15 a un 25% mayor que la pérdida de sustancia, para evitar la tensión. El defecto nervioso existente se mide con la extremidad en extensión para de ese modo calcular la longitud de injerto necesaria que evite la tensión en las anastomosis nerviosas.

La desventaja de los injertos es que los axones en regeneración deben atravesar dos zonas de cicatrización, a diferencia de en las suturas en las cuales solo hay una; a pesar de ello son ventajosos debido a la eliminación de la tensión.

El riesgo principal de los injertos es su posible necrosis; para evitar esto la longitud máxima de los injertos libres será de unos 15 cm y deberán descansar sobre lechos bien vascularizados. Hoy en día, se pueden realizar injertos nerviosos con su pedículo vascular que se anastomosa a vasos de la zona donde se implanta, evitando de esta forma la necrosis.

Además del uso de troncos nerviosos o fascículos como injertos también se han utilizado otros tejidos orgánicos para realizar la tubulización, como son los vasos sanguíneos colocados en posición

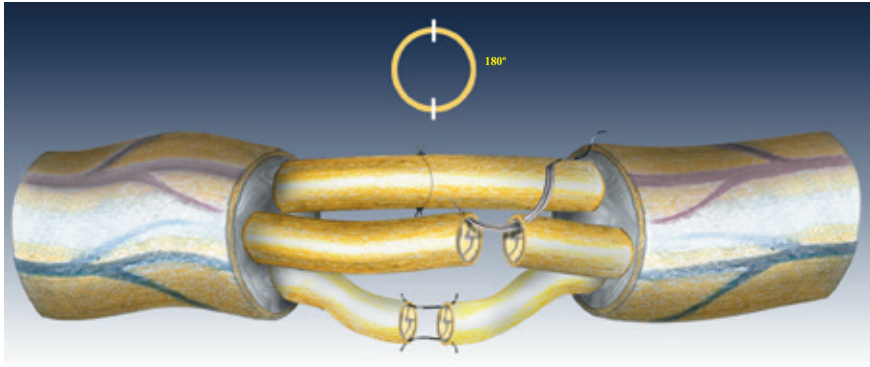


Figura 13. Sutura fascicular. Sutura de los fascículos con 2 puntos a 180°.

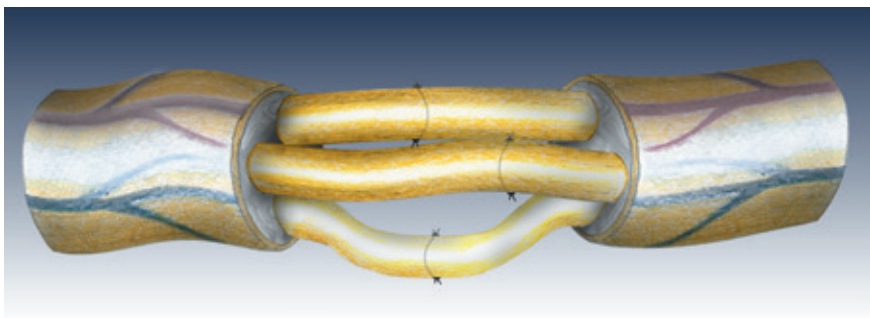


Figura 14. Sutura fascicular. Líneas de sutura no alineadas para evitar la fibroplasia.

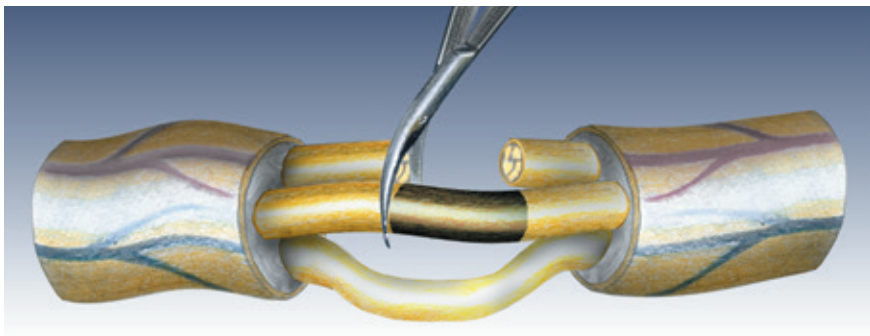


Figura 15. Injertos nerviosos. Epineurectomía y disección fascicular.

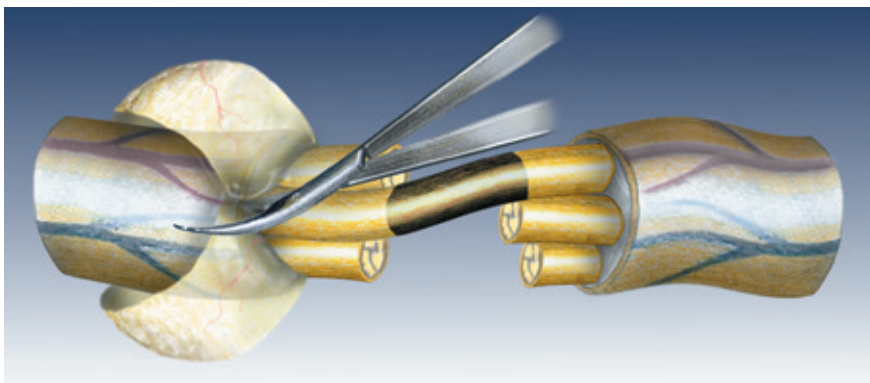


Figura 16. Injertos nerviosos. Resección de los fascículos afectados.

invertida al flujo, mesotelio o tubos de polietileno, de ácido poliglicólico y de politetrafluoroetileno (PTFE). En estos casos la regeneración nerviosa se produce por neurotización neuromatosa, es decir, por crecimiento de un neuroma a lo largo del espacio vacío hasta llegar al extremo distal. Se están investigando nuevos substratos para conseguir una regeneración más rápida, como son los tubos biodegradables revestidos con sustancias estimulantes de la neuroregeneración, y por supuesto se abre un nuevo campo con la terapia celular.

La técnica microquirúrgica para colocar los injertos interfasciculares (o entre grupos fasciculares) es similar a la de sutura fascicular ya descrita, utilizándose el mismo material (Fig. 17).

Implantación nerviosa o neurotización muscular directa

Podríamos definir la neurotización muscular directa como la implantación de un nervio sano sobre la superficie de un músculo paralizado, o mejor aún en el interior de la zona neural del músculo, con el fin terapéutico de obtener un estado de reinervación sobre las fibras musculares, creando nuevas placas motoras o reinervando las antiguas.

La técnica es sencilla y consiste en introducir un nervio sano dentro de un músculo paralizado. Para

estabilizarlo, se hace una incisión de 1 cm de profundidad en el músculo y lo alojamos dentro de él con tres o cuatro puntos de sutura monofilamento de 9/0. En este caso unimos el tronco nervioso con el músculo mediante lo que denominamos sutura epineuromuscular (Fig. 18).

Otra manera más razonable de hacerlo, es dividir el nervio en fascículos, de tal manera que al implantarlos, lo haremos en distintas direcciones, así la neurotización conseguida es más amplia y abarcamos más fibras musculares. En este caso la sutura la denominaremos perineuromuscular, y se estabiliza simplemente con dos puntos de sutura de 9/0 (Fig. 19).

Los resultados obtenidos son buenos en ambas técnicas, aunque mejores en la perineuromuscular. Esto se debe en parte al fenómeno de adopción, por el cual las fibras nerviosas adoptan un número de dos o tres veces mayor de fibras musculares, formando unidades de fibras motoras gigantes.

Otras técnicas

Entre los problemas asociados con las suturas nerviosas se encuentra el crecimiento de tejido fibroso que penetra en la línea de sutura, y la salida por esta de axones mal dirigidos. Para evitarlo se utilizan los denominados *cuffs* o manguitos ner-

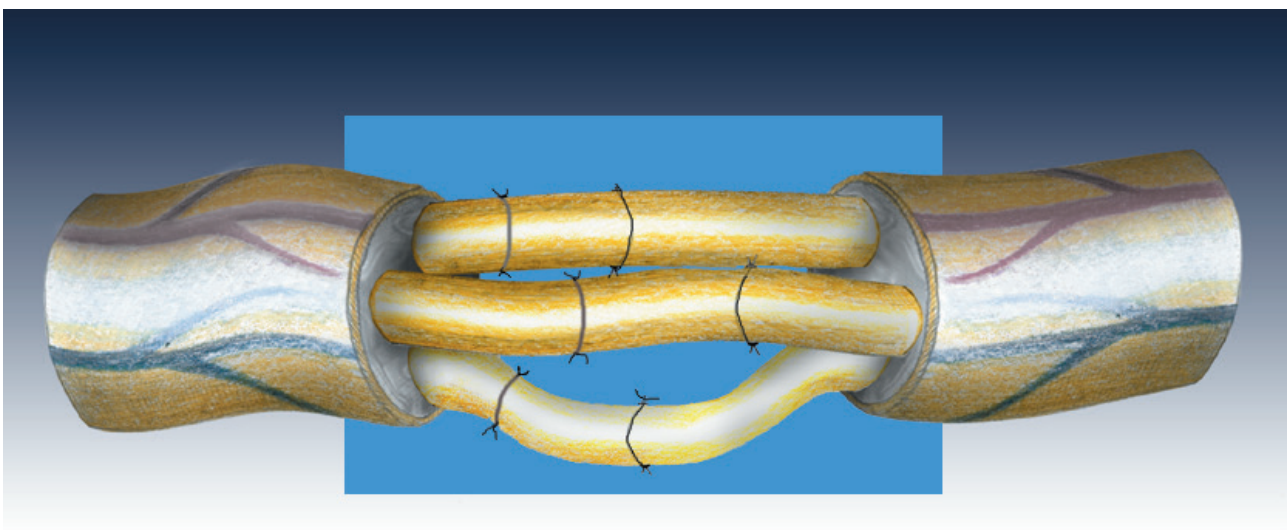


Figura 17. Injertos nerviosos. Sutura fascicular.

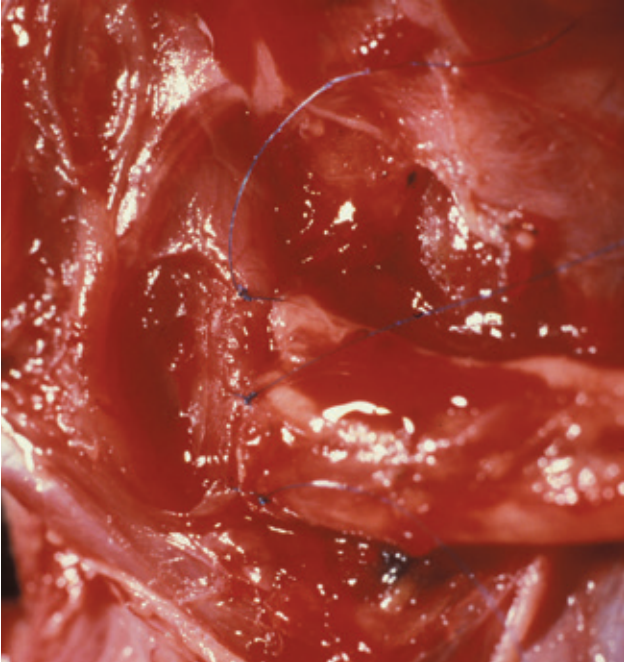


Figura 18. Imagen bajo visión microscópica. Implantación epineuromuscular.



Figura 19. Imagen bajo visión microscópica. Implantación perineuromuscular.

viosos. Se han probado muchos materiales para impermeabilizar la línea de sutura, destacando los tubos de silicona y PTFE, cuya sección debe ser 2-3 veces mayor que la del nervio y con una longitud de unos 8 mm. Se fijan mediante una sutura en cada extremo al epineuro.

Y como última técnica podemos utilizar los denominados *gaps* o lagunas nerviosas, cuando hay pérdidas de sustancia pequeñas, máximo 1-2 cm, los muñones pueden colocarse uno enfrente de otro, sobre un lecho muscular al que se fijan con suturas epineurales consiguiendo los axones

regenerarse, atravesar el espacio y encontrarse, llegando al muñón distal. La regeneración se produce por neurotización neuromatosa. Se han visto que son eficaces en niños y perros, pero su tiempo de regeneración es mayor.

En el postoperatorio debe inmovilizarse el miembro para evitar que se rompa la sutura. A las dos semanas ya se comienzan a realizar movimientos pasivos, progresivamente, para que a las seis semanas el movimiento del miembro sea completo y se eviten atrofias y anquilosis.

Bibliografía

- Ferraresi, S., Garozzo, D. *et al.* Hemihypoglossal nerve transfer in brachial plexus repair: technique and results. *Neurosurgery*. February 2002. 50(2): 332-335.
- Kubiak, C.A., Kung, T.A., Brown, D.L., Cederna, P.S., Kemp, S.W.P. State-of-the-Art Techniques in Treating Peripheral Nerve Injury. *Plast Reconstr Surg*. 2018 Mar;141(3):702-710. doi: 10.1097/PRS.0000000000004121. PMID: 29140901
- Menderes, A., Ylmaz, M., Vayvada, H. *et al.* Effects of nerve growth factor on the neurotization of denervated muscles. *Annals of plastic surgery*. April 2002. 48(4): 415-422.
- Modrak, M., Talukder, M.A.H., Gurgenashvili, K., Noble, M., Elfar, J.C. Peripheral nerve injury and myelination: Potential therapeutic strategies. *J Neurosci Res*. 2020 May;98(5):780-795. doi: 10.1002/jnr.24538. Epub 2019 Oct 13. PMID: 31608497; PMCID: PMC7072007
- Ramachandran, S., Midha, R. Recent advances in nerve repair. *Neurol India*. 2019 Jan-Feb;67(Supplement):S106-S114. doi: 10.4103/0028-3886.250702. PMID: 30688243.
- Samardzic, M., Grujicic, D., Rasulic, L. *et al.* Transfer of the medial pectoral nerve: myth or reality? *Neurosurgery*. June 2002. 50(6): 1277-1282.
- Teboul, F., Kakkar, R., Ameer, N. *et al.* Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Jul; 86-A(7): 1485-90.
- Vela, F.J., Martínez-Chacón, G., Ballestín, A., Campos, J.L., Sánchez-Margallo, F.M., Abellán, E. Animal models used to study direct peripheral nerve repair: a systematic review. *Neural Regen Res*. 2020 Mar;15(3):491-502. doi: 10.4103/1673-5374.266068. PMID: 31571661; PMCID: PMC6921335.

7. TÉCNICA DEL SOBRE PARA RECESIONES ÚNICAS

Javier Cabezas • Mariano Sanz

En 1985 Raetzke describió la llamada «Técnica del sobre» para el tratamiento de recesiones gingivales localizadas en dientes aislados con el objetivo de cubrir el área localizada de exposición radicular utilizando injertos de tejido conectivo subepitelial (SCTG). La técnica implica la preparación de un “sobre” o “bolsa” supraperióstica mediante una

incisión de espesor parcial que va socavando los tejidos que rodean la recesión, para crear un lecho perióstico que acoja un SCTG. El injerto se coloca directamente sobre la raíz expuesta y se fija a las superficies subyacentes mediante suturas simples que fijan el injerto al margen gingival o incluso sin suturas utilizando cianocrilato.

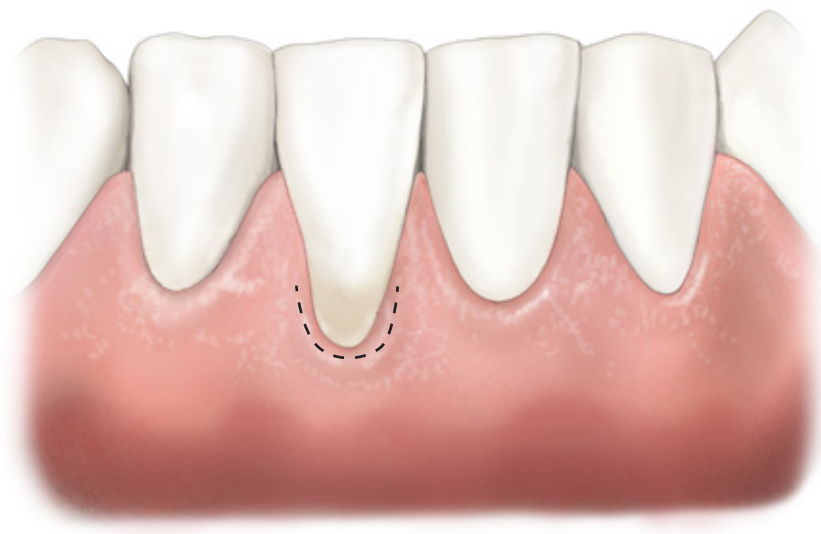


Figura 1. Primera incisión submarginal a nivel del surco gingival con una micro-hoja de bisturí creando un espacio inmediatamente debajo del margen gingival.

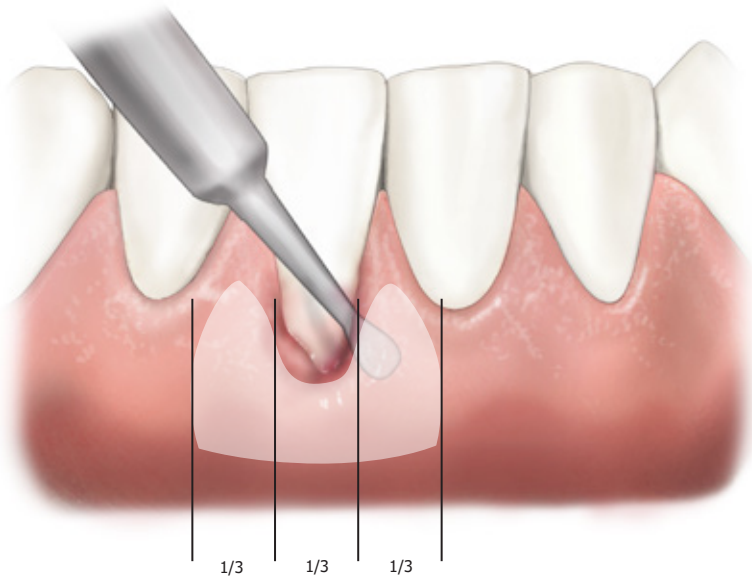


Figura 2. Segunda incisión que continúa la incisión submarginal, extendiendo la inserción a espesor parcial en todas las direcciones, creando un espacio submarginal de aproximadamente 2 veces la dimensión de la recesión, para que pueda acoger el injerto de tejido conectivo.

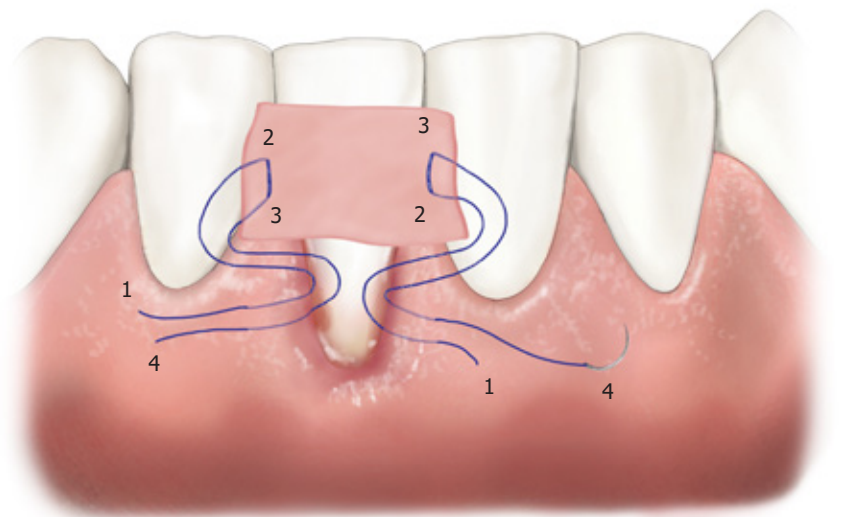


Figura 3. Colocación de injerto.

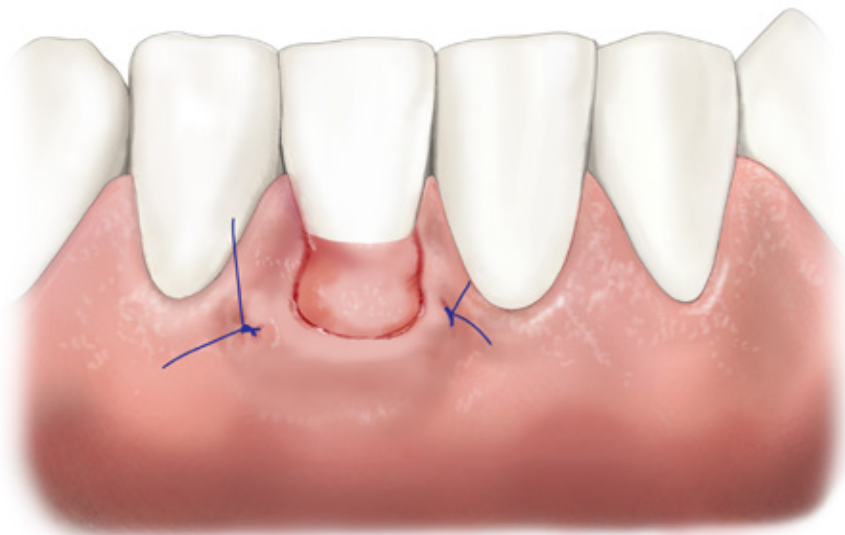


Figura 4. Sutura.

Bibliografía

- Raetzke, P.B. (1985). Covering localized areas of root exposure employing the “envelope” technique. *Journal of Periodontology* 56, 397–402.

8. TÉCNICA DEL TÚNEL PARA RECESIONES MÚLTIPLES

Javier Cabezas • Mariano Sanz

La técnica del sobre para recesiones únicas descrita por Raetzke en 1994, fue modificada para tratar recesiones múltiples adyacentes, convirtiendo el espacio submarginal supraperiostico (sobre) en un túnel al extender dicho espacio bajo la papila entre dos dientes adyacentes, lo que permite un espacio supraperióstico que abarca varios dientes, manteniendo al mismo tiempo la estabilidad de las papilas interdentarias Allen (1994) y Zabalegui *et al.* (1999).

Esta técnica implica diseñar incisiones intra-sulculares a ambos lados de la recesión que se extienden a espesor parcial para crear el espacio supraperióstico entre los dientes afectados, que posteriormente se conectan entre sí tras socavar

cuidadosamente la base de las papilas (túnel). Tras la preparación del túnel, se extrae un SCTG grande del paladar, que se introduce con cuidado utilizando la tracción de la sutura y se va adaptando en el túnel y sobre la superficie radicular cubriendo las recesiones gingivales.

La primera sutura de tracción es un colchonero vertical interno en uno de los extremos (mesial o distal) del túnel y una vez fijado dicho extremo al cerrar dicha sutura, se realiza otro idéntico en el extremo contralateral.

La sutura termina fijando el borde coronal del injerto al margen gingival a ambos lados de las recesiones mediante suturas en asa simple utilizando suturas de pequeño calibre.



Figura 1. Incisión en surco.



Figura 2. Despegamiento.

Figura 3. Ampliación de la incisión submarginal a espesor parcial en sentido lateral debajo de las papilas creando un túnel submucoso alrededor de las recesiones gingivales.

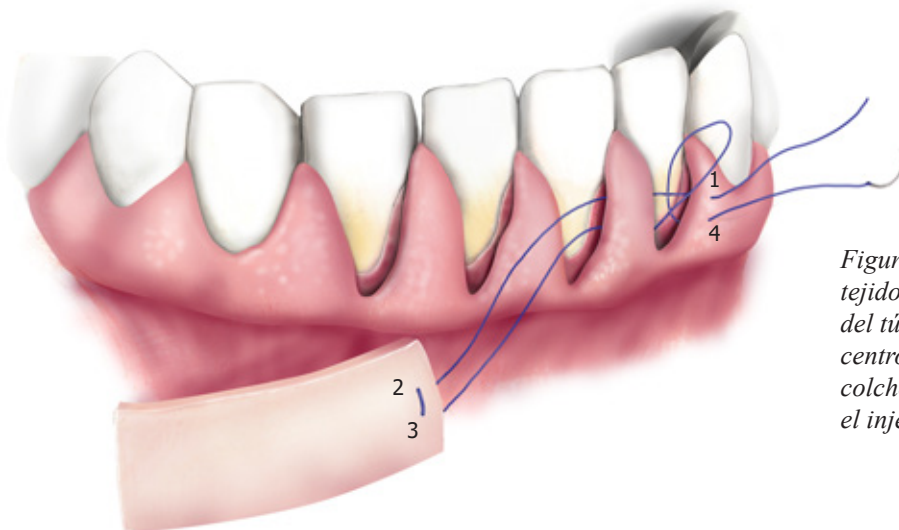
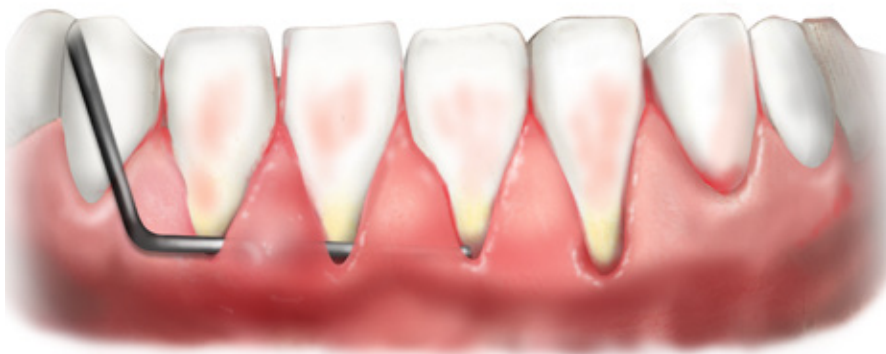


Figura 4. Introducción del injerto de tejido conectivo en la mitad izquierda del túnel creado empezando por el centro y fijando el injerto con suturas de colchonero vertical invertido para fijar el injerto en ese lado.

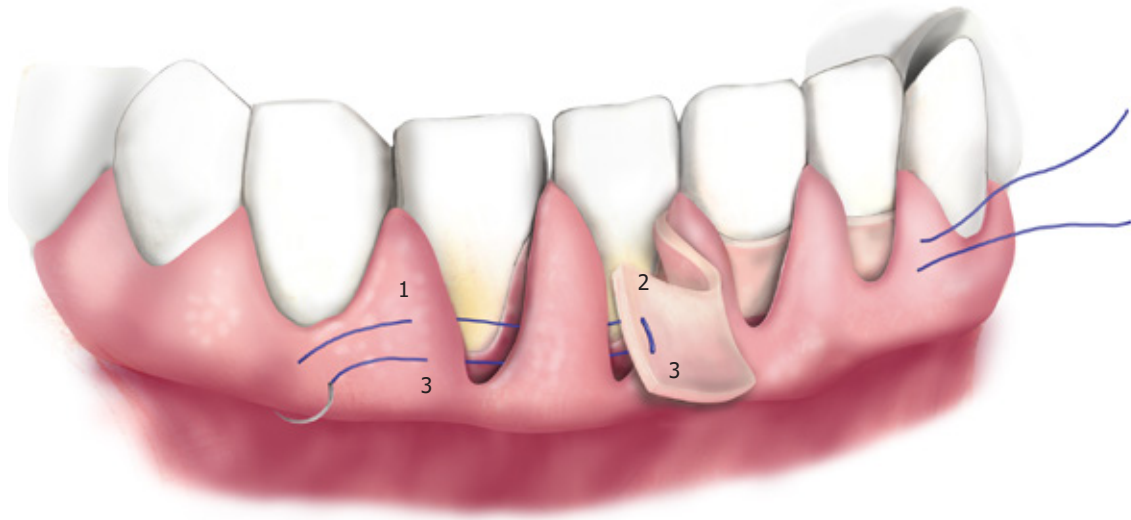


Figura 5. Una vez fijado el injerto en el interior del túnel en un lado, introducirlo en el lado opuesto y de nuevo fijarlo con el mismo método de sutura.

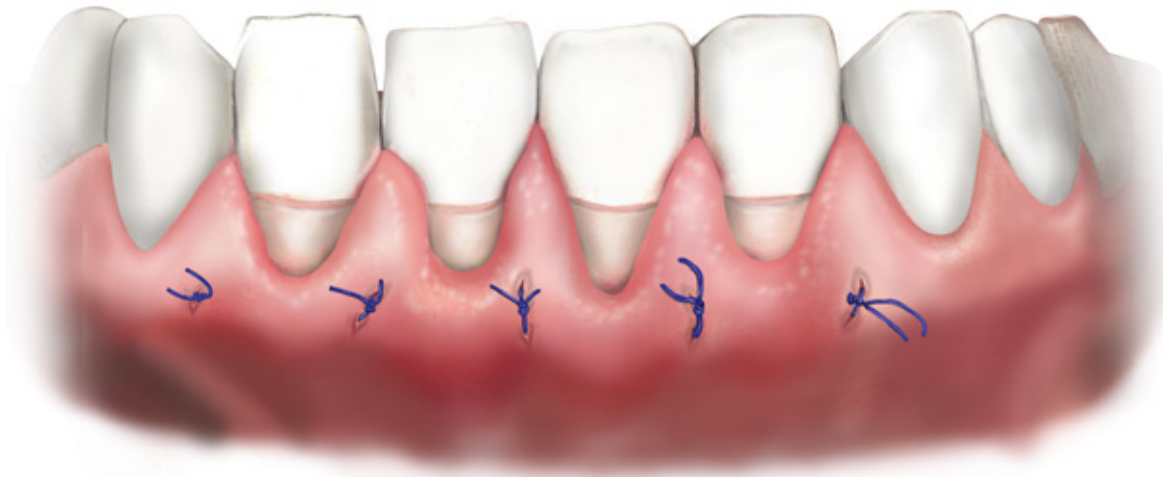


Figura 6. Un vez fijo a los extremos, se realizan suturas independientes a nivel de cada papila interdental para fijar el injerto en el interior del túnel.

Bibliografía

- Allen, A.L. (1994). Use of the supraperiosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage. I. Rationale and technique. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 14, 217–227.
- Raetzke, P.B. (1985). Covering localized areas of root exposure employing the “envelope” technique. *Journal of Periodontology* 56, 397–402.
- Zabalegui, I., Sicilia, A., Cambra, J., Gil, J. & Sanz, M. (1999). Treatment of multiple adjacent gingival recessions with the tunnel subepithelial connective tissue graft: a clinical report. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 19, 199–206.

9. VARIACIONES DE OBTENCIÓN DEL TEJIDO DONANTE

Javier Cabezas • Mariano Sanz

El tejido conectivo se extrae de la mucosa lateral del paladar o del área retromolar a nivel de la tuberosidad.

Se han propuesto varias técnicas para obtener el injerto de tejido conectivo palatino utilizando una, dos o tres incisiones para levantar el colgajo primario.

En la técnica del sobre se realiza una única incisión paralela al plano superficial de la superficie externa del paladar y a una distancia de seguridad del margen gingival palatino. Una vez levantado un fino colgajo primario se tiene acceso a la capa de tejido conectivo inmediatamente debajo del epitelio que se retira con una segunda incisión más profunda también paralela a la anterior y tras una tercera incisión apical se recoge la lámina de tejido conectivo dejando el tejido conectivo profundo con un alto contenido en tejido adiposo y glandular. Es importante también dejar el periostio en su posición adherido al hueso maxilar. Posteriormente se cierra el colgajo principal y la herida cicatrizará por intención primaria.

En lugar de realizar una única incisión primaria horizontal se pueden realizar dos pequeñas incisiones laterales, con lo que levantaremos una “trampilla” previa a la toma del injerto o un diseño en “L” cuando la incisión horizontal se combina con una incisión vertical.

Una técnica alternativa es tomar un injerto de tejido epitelio-conectivo, que posteriormente se desepiteliza fuera de la boca. La herida en este caso cicatrizará por segunda intención. Esta técnica se sugiere para tomar injertos de grosor más homogéneo, sobre todo en paladares muy verticales o con un fenotipo fino. Con esta técnica se incluye solo el tejido conectivo más superficial, con lo que se evita la inclusión de tejido graso o glandular.

El tejido conectivo recolectado se coloca inmediatamente sobre la raíz expuesta, que ha sido previamente tratada, y se estabiliza con suturas marginales en la base de la papila anatómica a ambos lados de la recesión.

Técnica "en sobre"

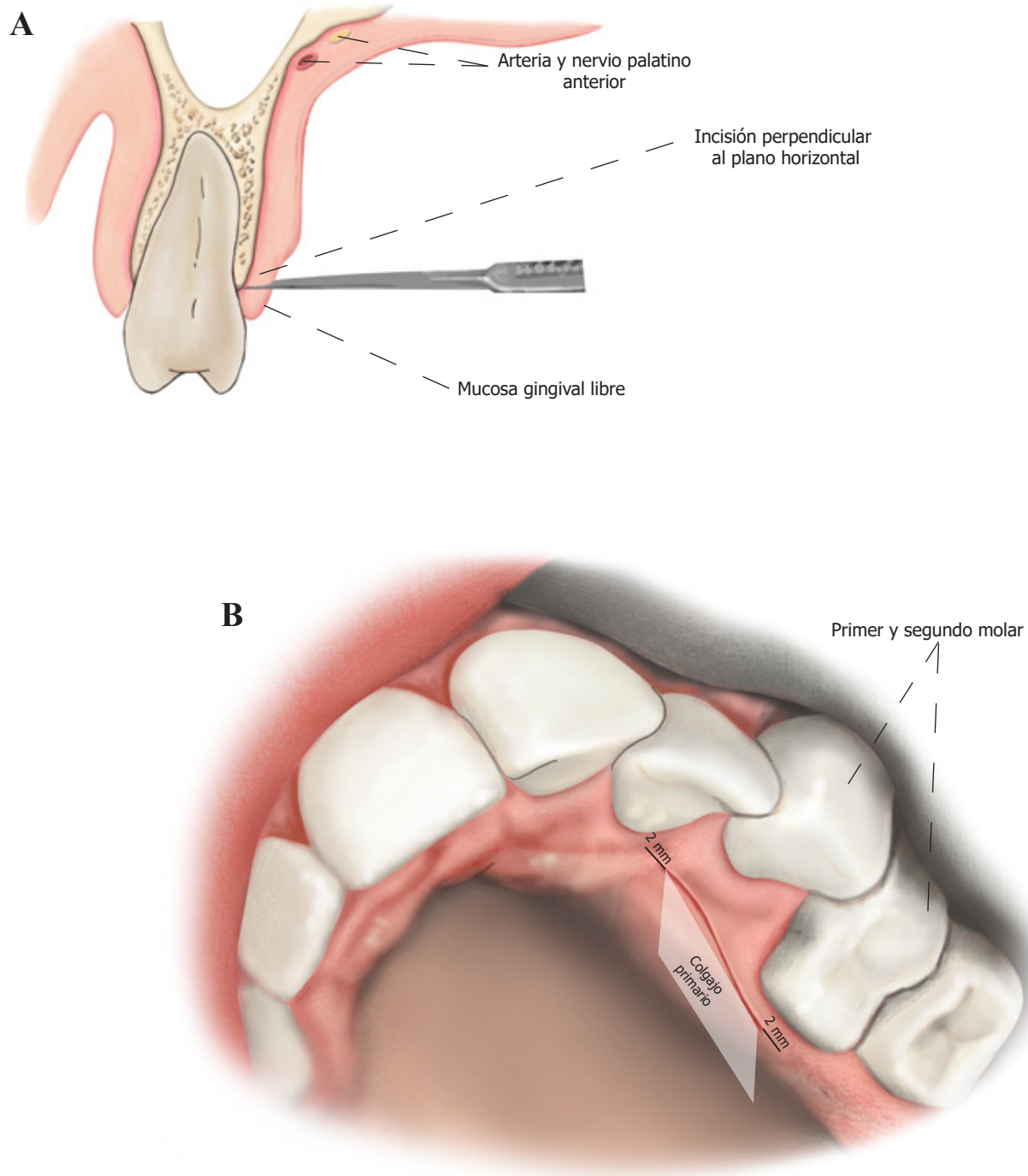


Figura 1. A, visión del plano coronal. B, la incisión.

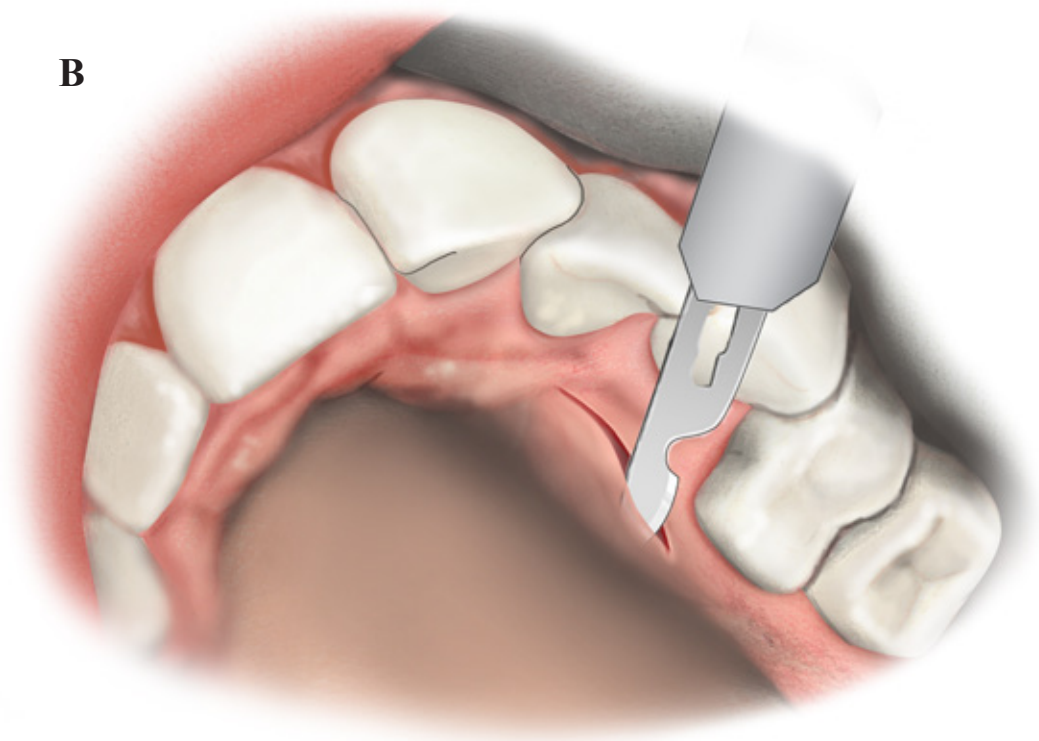
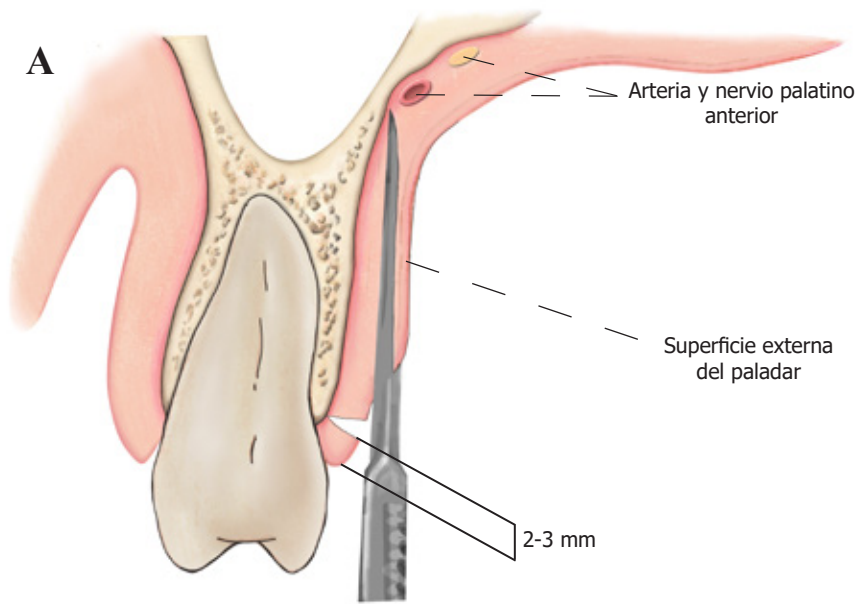


Figura 2. A, visión coronal de la primera incisión. B, primera incisión paralela a la superficie externa del paladar, el bisturí se controla a través de la transparencia.

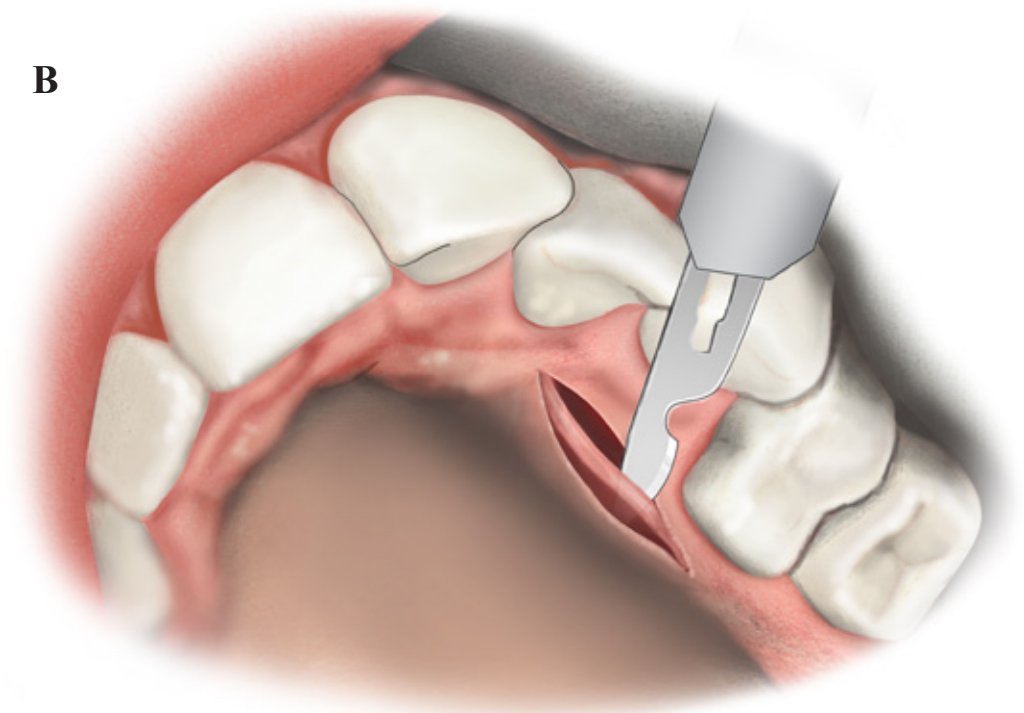
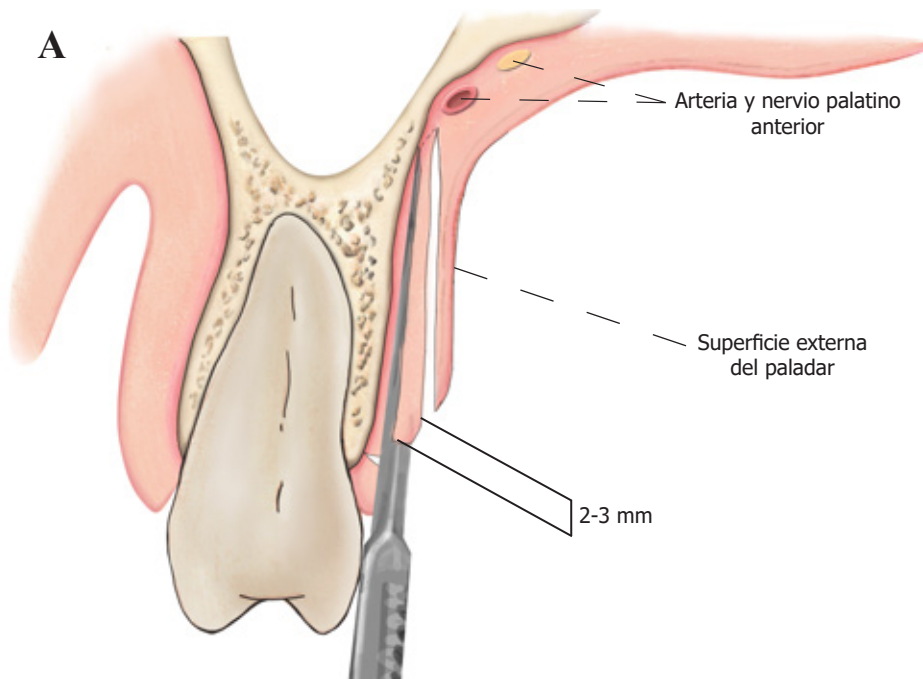


Figura 3. A, visión coronal de la segunda incisión. B, segunda incisión paralela al plano superficial.

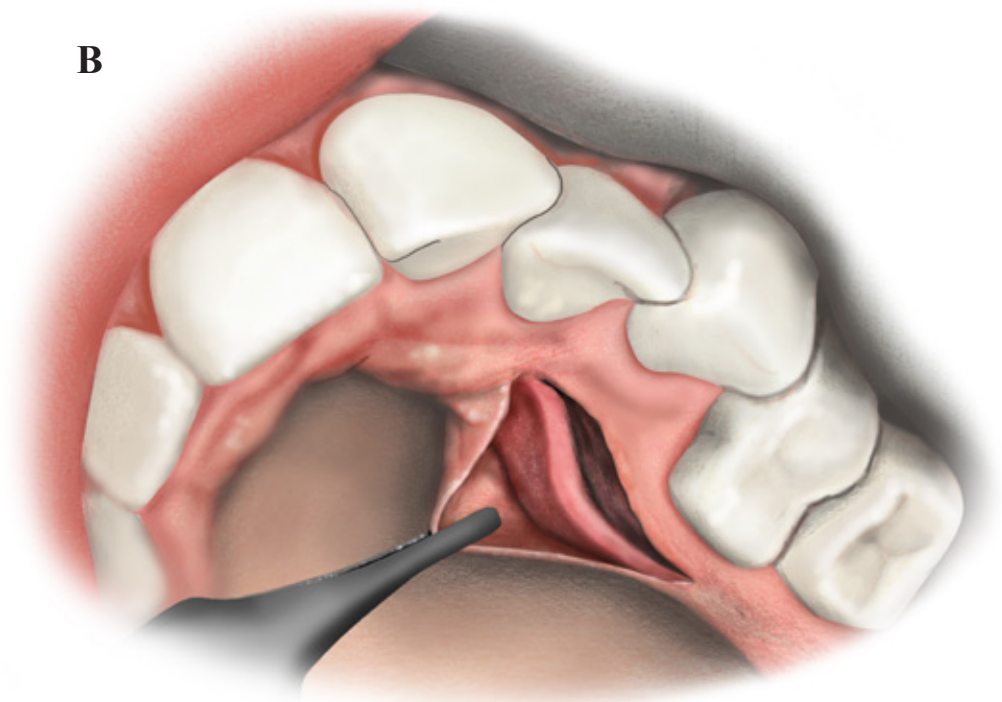
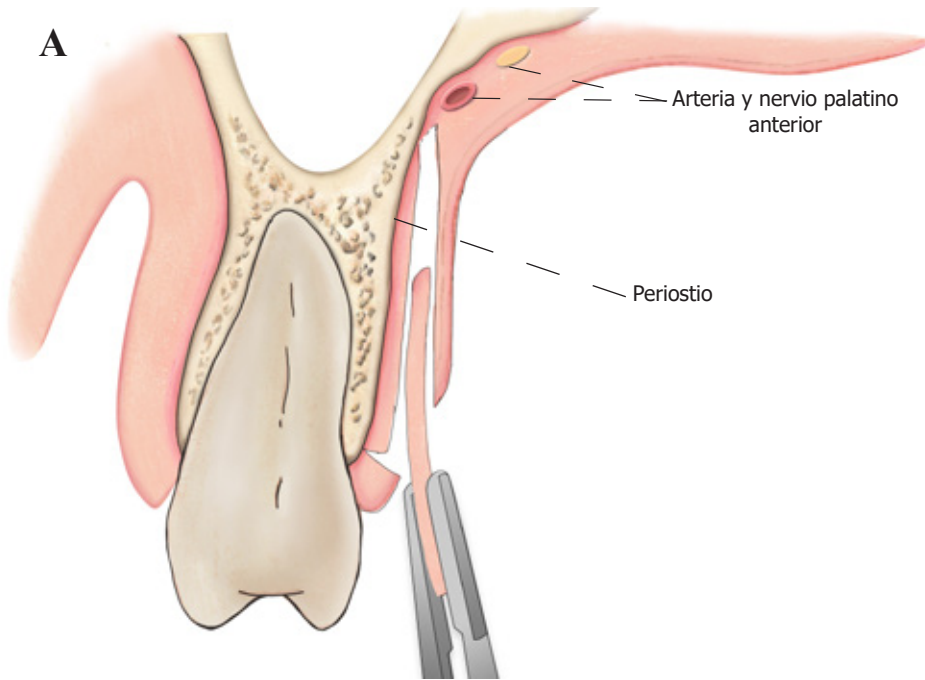


Figura 4. A, visión coronal de la extracción del injerto. B, para cortar el injerto se realizará una incisión apical, en esta técnica es importante conservar el periostio.

Tipos de obtención de injerto

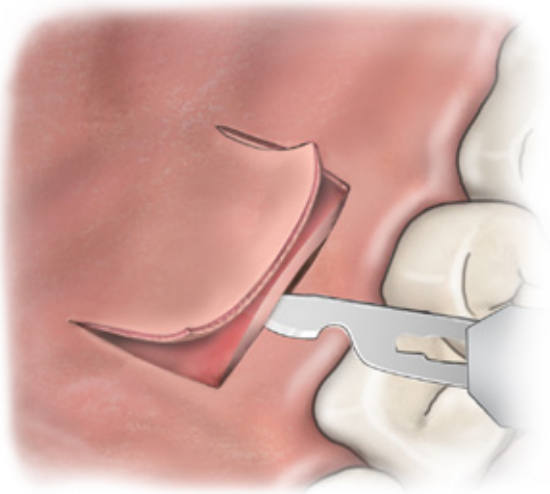


Figura 5A. Diseño de incisión, técnica de la trampilla "Trap-door".

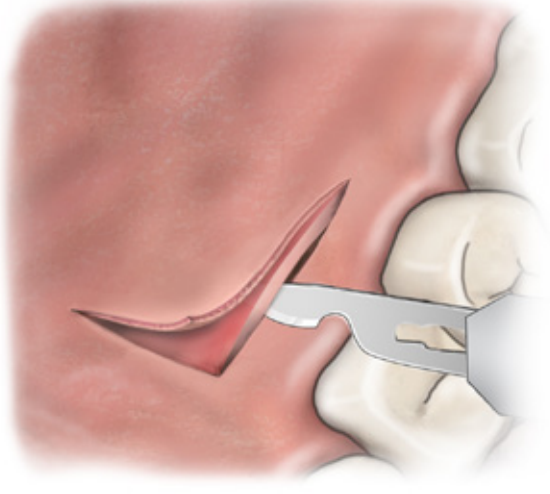


Figura 5B. Diseño de incisión, técnica en "L".

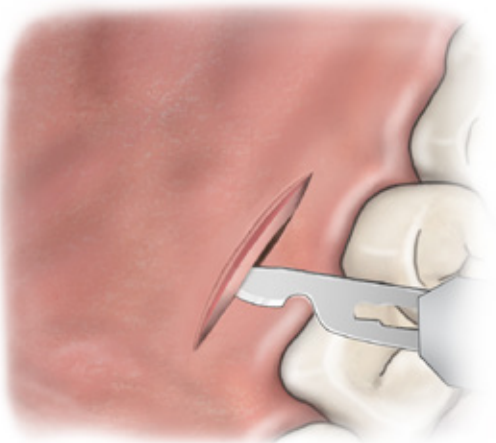


Figura 5C. Diseño de incisión, técnica en "sobre".

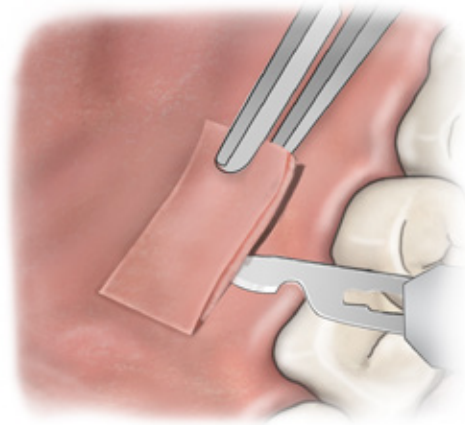


Figura 5D. Diseño de incisión, la técnica alternativa es tomar un injerto de tejido epitelio-conectivo, que posteriormente se desepiteliza fuera de la boca.

Bibliografía

- Hurzeler, M.B., Weng, D. (1999) A single-incision technique to harvest subepithelial connective tissue grafts from the palate. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 19:279-287.
- Zucchelli, G., Amore, C., Montebugnoli, L. & De Sanctis, M. (2003). Bilaminar techniques for the treatment of recession type defects. A comparative clinical study. *Journal of Clinical Periodontology* 30, 862–870.
- Zucchelli, G., Mele, M., Stefanini, M., *et al.* (2010) Patient morbidity and root coverage outcome after subepithelial connective tissue and de-epithelialized grafts: A comparative randomized-controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology* 37, 728-738.

10. INJERTO GINGIVAL LIBRE

Javier Cabezas • Mariano Sanz

El procedimiento del injerto de tejido blando libre epitelizado se puede realizar como una técnica quirúrgica en uno o dos pasos. Cuando se realiza en dos intervenciones, el injerto de tejido blando libre epitelizado se coloca apical a la recesión y después de su cicatrización se coloca coronalmente

sobre la raíz desnudada (Bernimoulin *et al.* 1975; Guinard & Caffesse 1978), o como una técnica de un solo paso mediante la cual el injerto se coloca directamente sobre la superficie de la raíz (Sullivan & Atkins 1968a, b; Miller 1982). Esta última técnica ha sido la más utilizada.

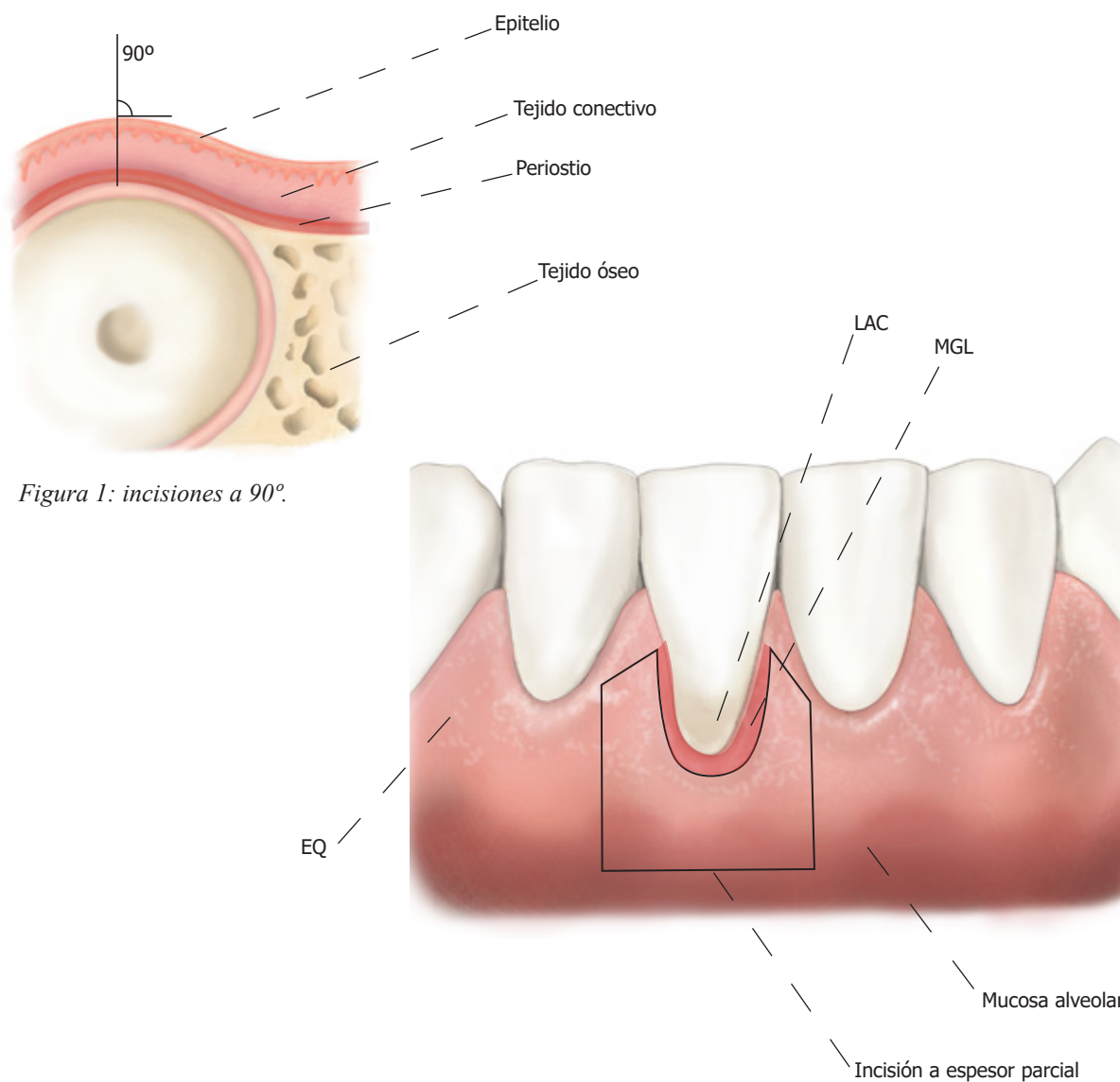


Figura 1: incisiones a 90°.

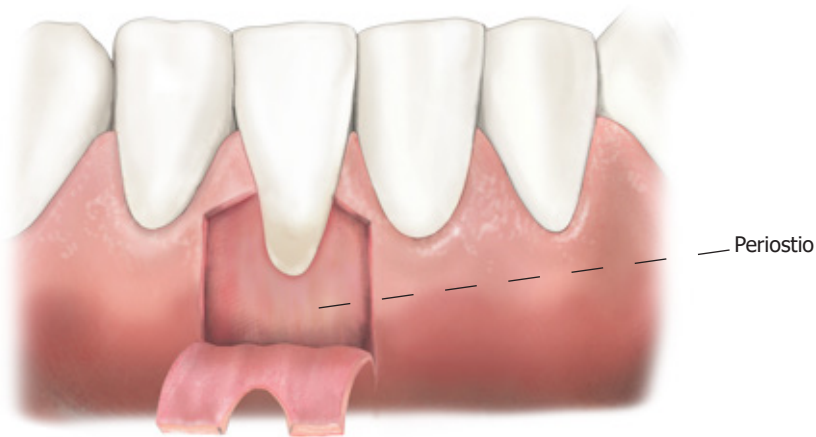


Figura 2. Levantamiento del colgajo de espesor parcial.

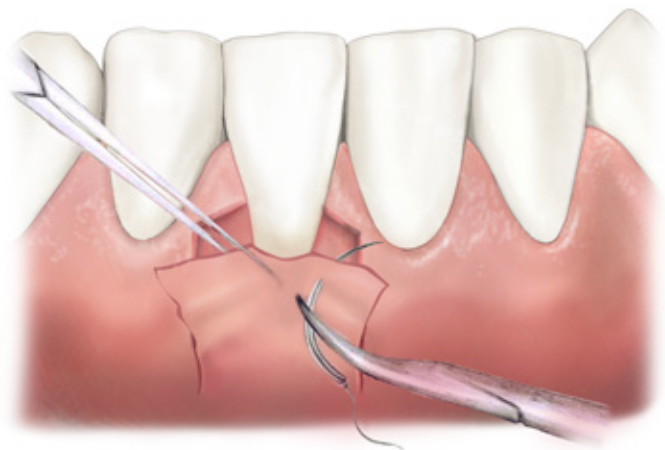


Figura 3. Desplazamiento apical del colgajo de espesor parcial.

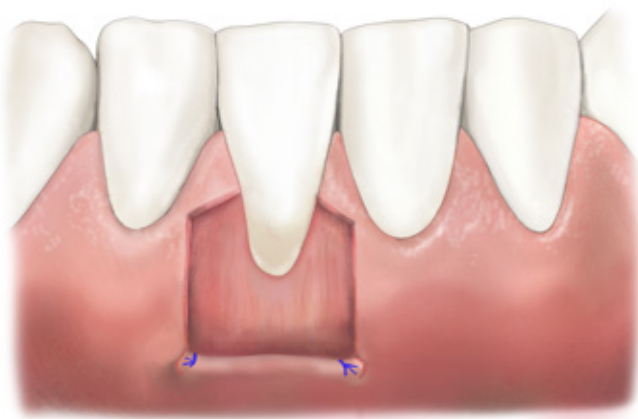


Figura 4. Desplazamiento fondo de vestíbulo.

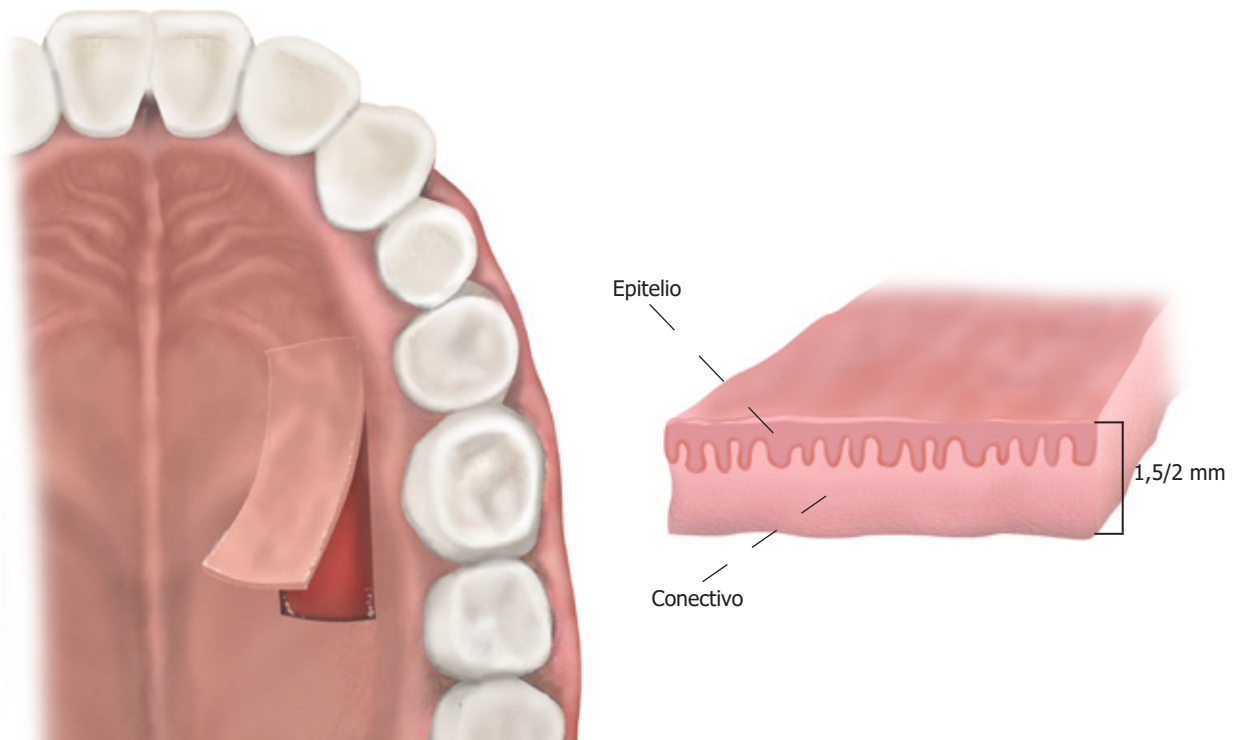


Figura 5. Toma de injerto gingival libre.

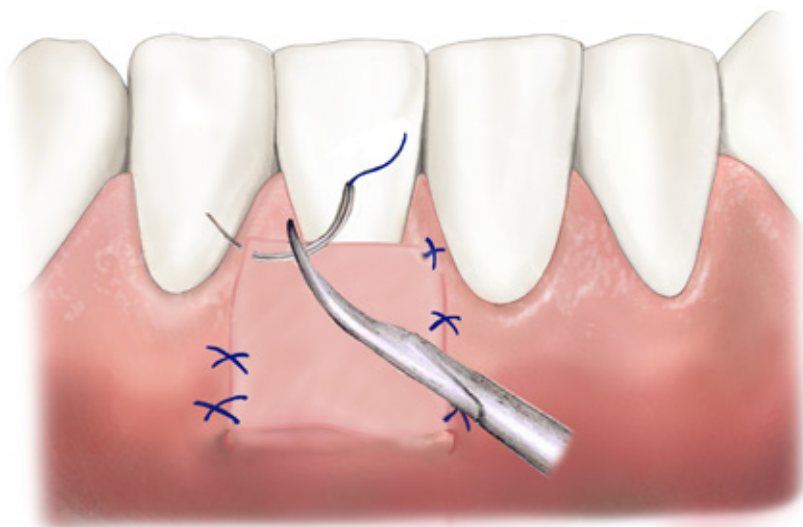


Figura 6. Sutura para inmovilizar el injerto.

Bibliografía

- Bernimoulin, J.P., Lüscher, B. & Mühlemann, H.R. (1975). Coronally repositioned periodontal flap. Clinical evaluation after one year. *Journal of Clinical Periodontology* 2, 1–13.
- Guinard, E.A. & Caffesse, R.G. (1978). Treatment of localized gingival recessions. III. Comparison on results obtained with lateral sliding and coronally repositioned flaps. *Journal of Periodontology* 49, 457–461.
- Miller, P.D. (1982). Root coverage using a free soft tissue autograft following citric acid application. I. Technique. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2, 65–70.
- Sullivan, H.C. & Atkins, J.H. (1968b). Free autogenous gingival grafts. III. Utilization of grafts in the treatment of gingival recession. *Periodontics* 6, 152–160.

11. COLGAJO DE DESPLAZAMIENTO LATERAL AVANZADO CORONALMENTE

Bruno Ruiz Gómez • Mariano del Canto Díaz • Mariano del Canto Pingarrón

La presencia de recesiones extensas y escasa disponibilidad de tejido queratinizado apical a la recesión así como la presencia de inserciones musculares (Frenillos) asociadas a la recesión, hacen especialmente indicada esta técnica quirúrgica en cirugía mucogingival.

La obtención de un pedículo gingival adyacente a la recesión que disponga de un grosor adecuado (al menos 1 mm) y una anchura suficiente mesiodistal (6 mm más que el ancho de la recesión) junto con una banda de tejido queratinizado en su porción coronal (al menos 2 mm) garantizarán la viabilidad vascular del procedimiento.

Para mejorar el pronóstico del procedimiento quirúrgico los autores aconsejan la incorporación de un tejido conectivo obtenido del paladar del paciente. Este injerto de tejido conectivo se estabilizará con sutura sobre la recesión previamente y será cubierto por el colgajo de desplazamiento lateral con avance coronal. La liberación perióstica del colgajo en su base y la disección muscular, permitirá su desplazamiento lateral y avance coronal de forma pasiva. La sutura estabilizará el colgajo permitiendo que cubra totalmente el injerto de tejido conectivo y la recesión será cubierta hasta +1 mm de la estimación de cobertura radicular.

La técnica se compone de 6 pasos:

1. Desepitelización a espesor parcial de la zona receptora incluidas las papilas dentarias adyacentes a la recesión gingival. Realizada con bisturí.
2. Incisiones delimitantes del pedículo lateral, alejadas del margen gingival de los dientes (Incisiones horizontales localizadas a la profundidad de sondaje más 1 mm).
3. Levantar el pedículo lateral a espesor parcial en la zona coronal, incisión biselada con bisturí a 45°. Se incide el periostio para obtener un espesor total en la zona media y se vuelve a incidir el periostio para pasar a un espesor parcial en la zona apical, facilitando así la liberación de tensión del colgajo.
4. Tratamiento mecánico y químico de la raíz expuesta.
5. Estabilización del injerto de tejido conectivo sobre la superficie radicular expuesta con sutura de estabilización.
6. Estabilización del colgajo movilizado lateral y coronalmente con puntos sencillos en zona de papilas dentarias y descargas laterales. Los autores recomiendan el uso de sutura accesoria de tracción coronal que asegure la posición del colgajo.

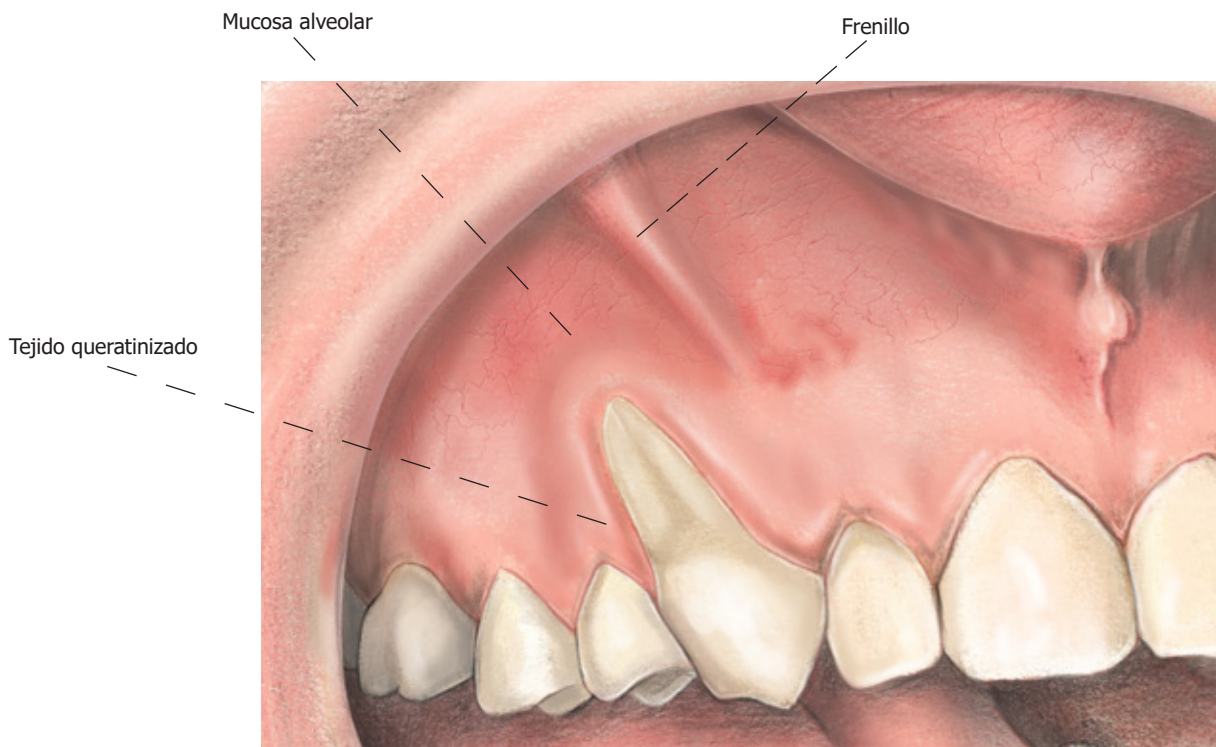


Figura 1. Situación inicial donde se observa la extensión profunda y ancha de la recesión gingival en el diente 13.

Importancia de estimar el nivel de cobertura radicular previo al diseño de incisiones y manejo del colgajo. Cobertura radicular determinada por la posición del límite amelocementario del diente, posición 3D del diente en la arcada dentaria y la pérdida de soporte periodontal interproximal.

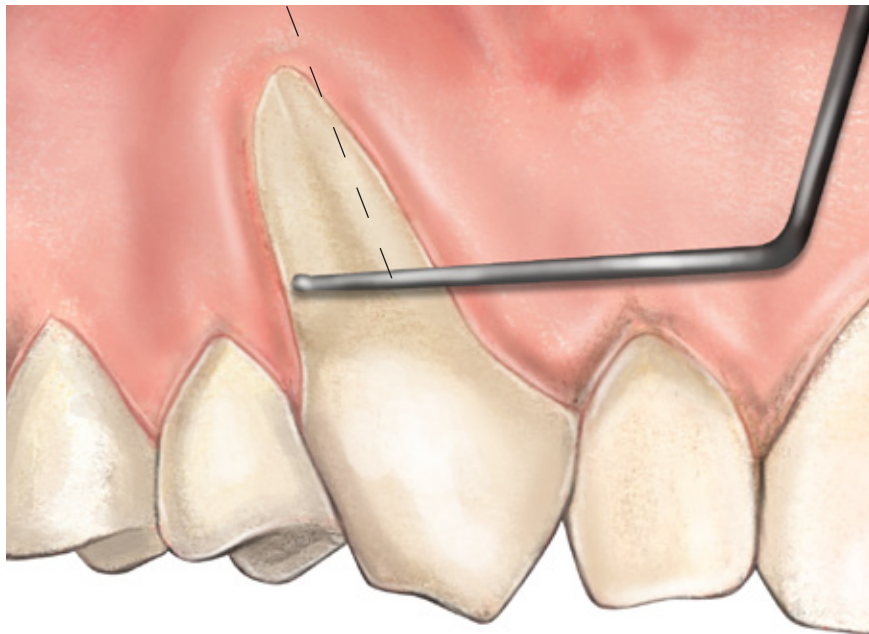


Figura 2. Situación inicial con raíz dentaria expuesta, frenillo asociado y escasa cantidad de tejido queratinizado apical a la recesión. Se muestra con la sonda periodontal la línea de cobertura radicular estimada.

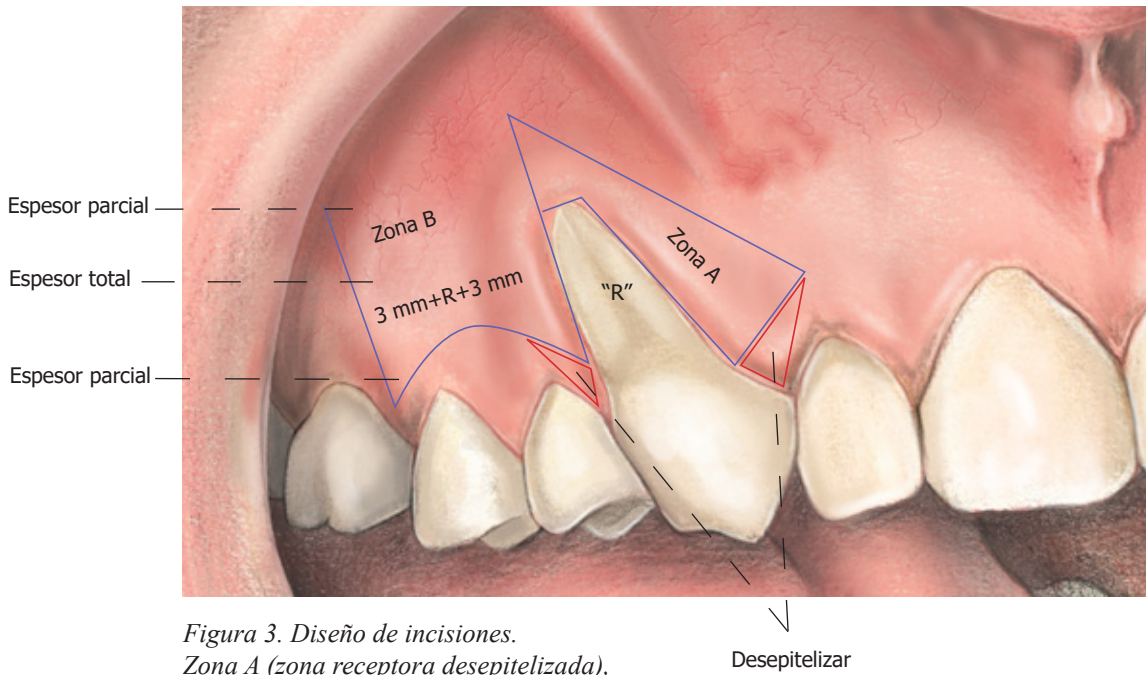


Figura 3. Diseño de incisiones.
Zona A (zona receptora desepitelizada),
Zona B (colgajo pediculado).

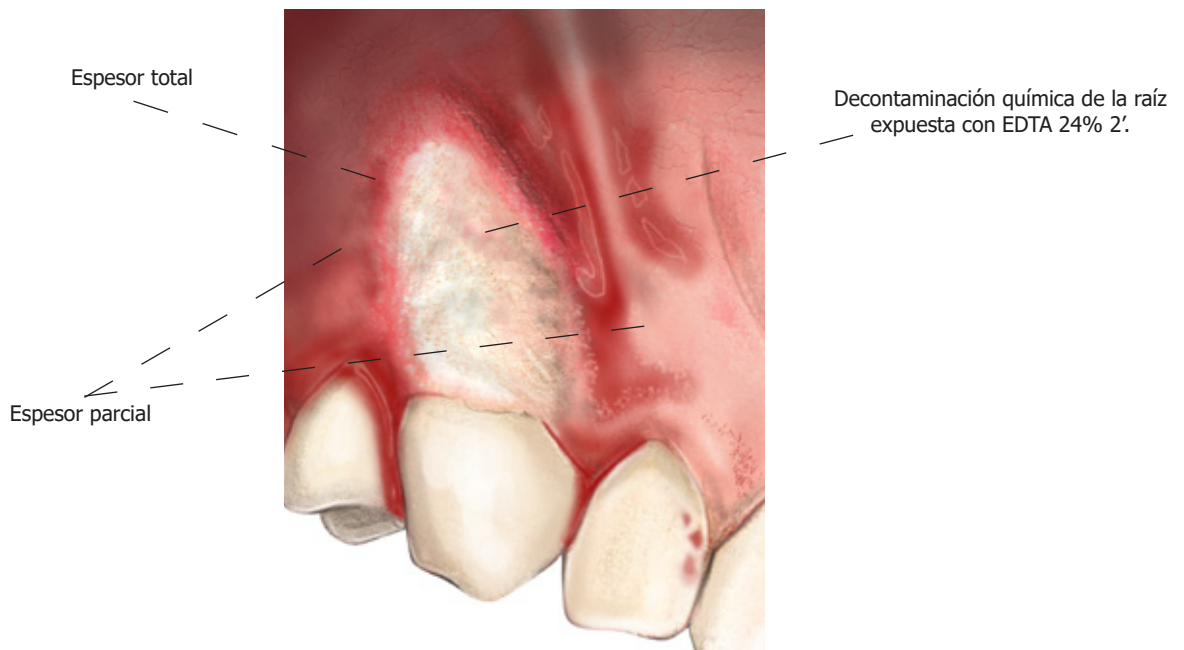


Figura 4. Descontaminación radicular mecánica con curetas y/o instrumental rotatorio y química de la raíz con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 24% en gel durante 2'.

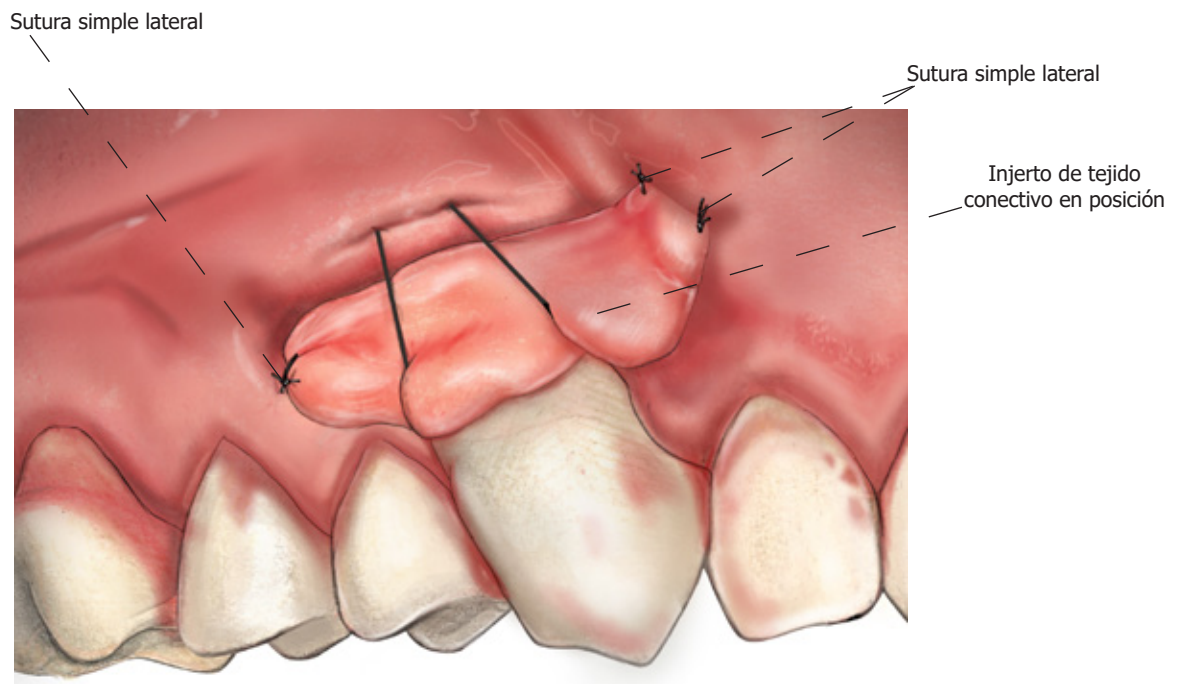


Figura 5. Estabilización del injerto de tejido conectivo con sutura de estabilización. Obsérvense los puntos laterales y central con sutura reabsorbible.

Suturas de tracción coronal. Anclada a fondo de vestíbulo y estabilizada en el cingulo dentario del diente 13.

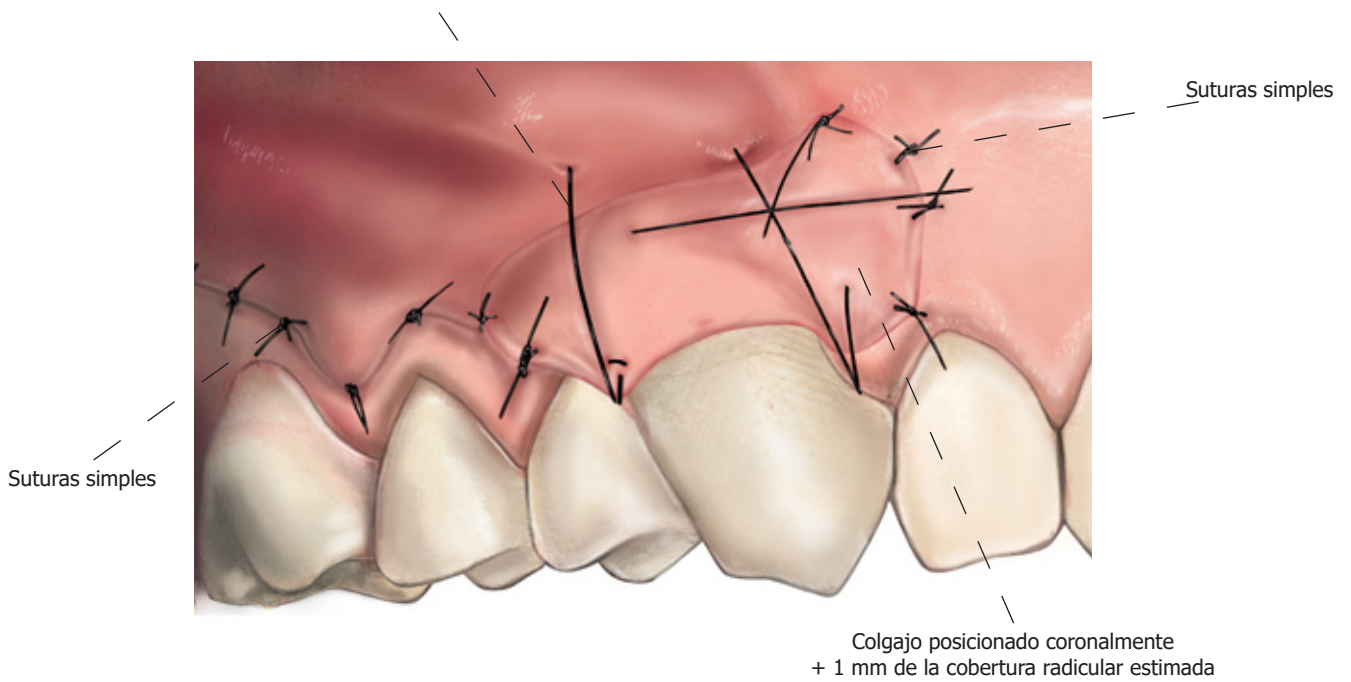
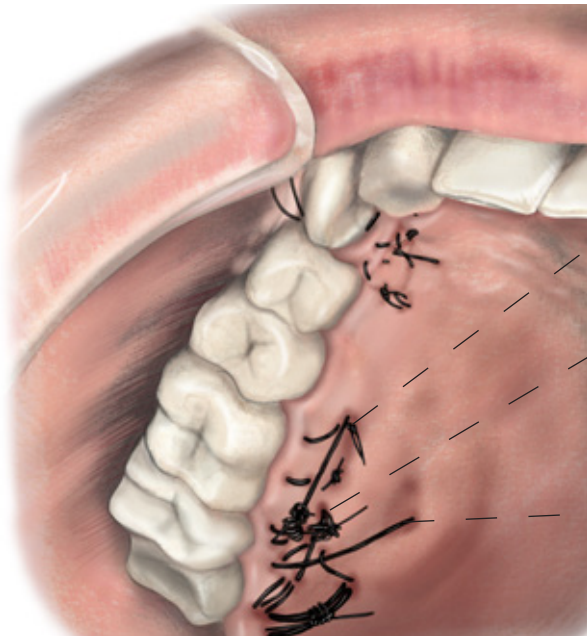


Figura 6. Sutura del colgajo desplazado lateral y coronalmente en posición con puntos sencillos en las papilas e incisiones laterales. Colgajo suturado coronalmente con sobrecorrección de +1 mm. Se deberá utilizar en estos casos sutura monofilamento o multifilamento recubierto.



La sutura utiliza la fibromucosa palatina como anclaje para favorecer la reposición coronal del colgajo

Zona palatina de obtención del injerto de tejido conectivo

La presencia de sangrado en estas zonas anatómicas de obtención de injerto requiere del uso de sutura en asa simple de anclaje profundo con finalidad compresiva. Los autores recomiendan el uso preventivo de hemostáticos en las zonas de obtención de injerto.

Figura 7. Zona palatina de obtención del injerto de tejido conectivo subepitelial.



Figura 8. Resultado final del procedimiento quirúrgico con 100% de cobertura radicular.

Bibliografía

- Zucchelli, G., Cesari, C., Amore, C., Montebugnoli, L., De Sanctis, M. Laterally moved, coronally advanced flap. A modified surgical approach for isolated recession-type defects. *J Periodontol* 2004;75:1734-1741
- Zucchelli, G., Testori, T., De Sanctis, M. Clinical and anatomical factors limiting treatment outcomes of gingival recession: A new method to predetermine the line of root coverage. *J Periodontol* 2006;77:714-721
- Zucchelli, G., Mele, M., Stefanini, M., *et al.* Predetermination of root coverage. *J Periodontol* 2010;81:1019-1026

12. COLGAJO DE AVANCE CORONAL PARA RECESIONES MÚLTIPLES

Mariano del Canto Díaz • Bruno Ruiz Gómez • Mariano del Canto Pingarrón

La presencia de recesiones gingivales múltiples sobre dientes adyacentes exige una evaluación anatómica precisa del área local a nivel de cada una de las recesiones para establecer el tratamiento adecuado:

- Colgajo de reposición o avance coronal.
- Colgajo de reposición o avance coronal + injerto de tejido conectivo (técnica bilaminar).

Estará indicada la técnica bilaminar con tejido queratinizado ausente o no adecuado (< 2 mm), grosor de tejido < 1 mm, con prominencia radicular y abrasiones dentarias.

Para la realización de un colgajo de avance coronal exclusivamente precisamos al menos de 2 mm de tejido queratinizado, >1 mm de grosor de tejido, un vestíbulo profundo, ausencia de prominencias radiculares severas y sin elevada distancia del CEJ a la línea mucogingival.

Disponemos de 3 diseños de colgajo:

1. Colgajo de avance coronal trapezoidal con incisiones de descarga.
2. Colgajo de avance coronal en sobre.
3. Colgajo de avance coronal en sobre con incisión de descarga mesial.

Colgajo de avance coronal trapezoidal con incisiones de descarga



Gingival site				Tooth site	
13	REC Depth	GT	KTW	CFJ (A/B)	Step (+/-)
No recession					
RT1	1,5	>1	3	A	-
RT2					
RT3					



Gingival site				Tooth site	
14	REC Depth	GT	KTW	CFJ (A/B)	Step (+/-)
No recession					
RT1	2,5	>1	2	B	+
RT2					
RT3					

Figura 1. Examen periodontal completo analizando las recesiones gingivales del diente 13 y 14. En la tabla se analizan:

- A nivel gingival: tipo de recesiones (RT1, RT2, RT3) en función de la pérdida de inserción interproximal, profundidad de la recesión, grosor de tejido, anchura de encía queratinizada.
- A nivel de diente: LAC (A: presente / B: ausente) y STEP (+: con step / -: sin step).

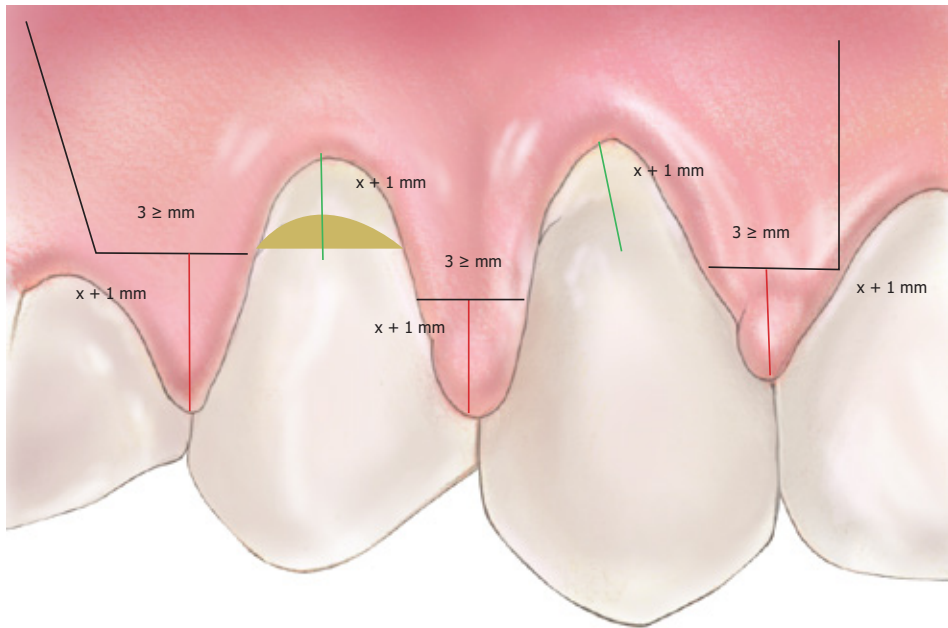


Figura 2. Diseño del colgajo con incisiones de descarga trapezoidales, donde las incisiones horizontales serán de ≥ 3 mm y se posicionarán a una distancia desde la punta de la papila hasta la distancia de la profundidad de la recesión + 1 mm. Las incisiones de descarga serán ligeramente divergentes para que la base del colgajo sea más ancha y sobrepasarán la línea mucogingival para permitir la movilidad del colgajo.

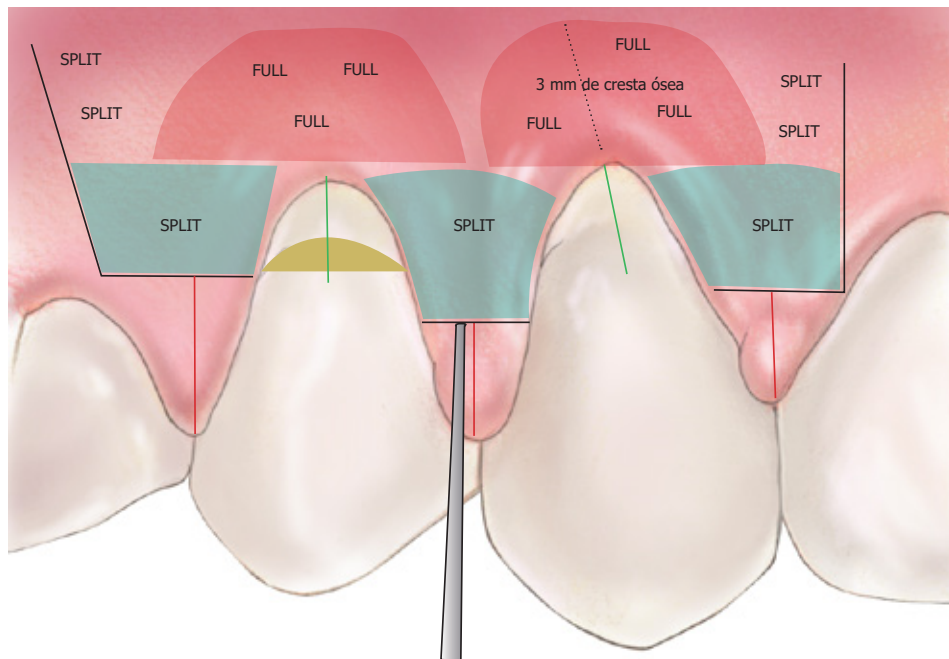


Figura 3. Despegamiento del colgajo Split-Full-Split (parcial-total-parcial). Realizamos un despegamiento a espesor parcial de las papilas quirúrgicas y a espesor total la zona apical a la recesión para preservar el periostio en esta zona. Para asegurar una movilidad adecuada del colgajo y liberar la tensión del mismo realizaremos incisiones a espesor parcial profundo y superficial.

Figura 4. Deseptelización de las papilas anatómicas, para crear un lecho a espesor parcial donde suturar la papila quirúrgica con aporte vascular.

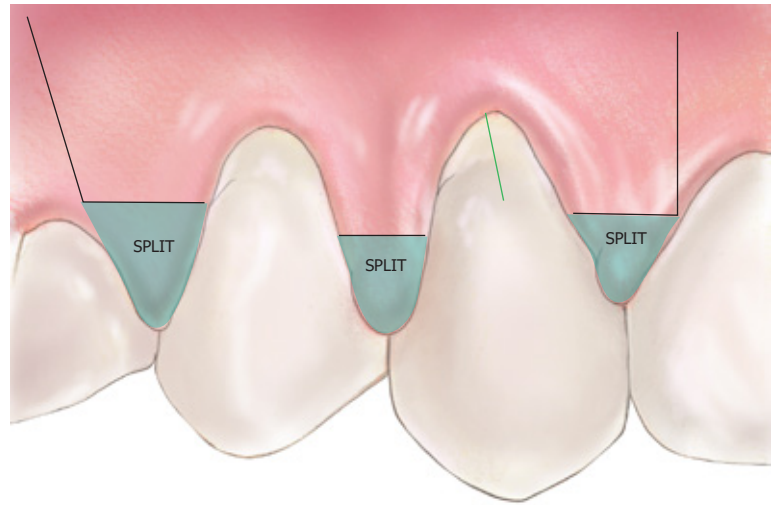


Figura 5. Realizamos una sutura con puntos simples en las descargas verticales y puntos sling en las papilas para asegurar un avance coronal del colgajo.



Figura 6. 6 meses de evolución con recubrimiento radicular completo.

Colgajo de avance coronal en sobre



Figura 1. Situación inicial evaluando los parámetros descritos en el caso anterior.

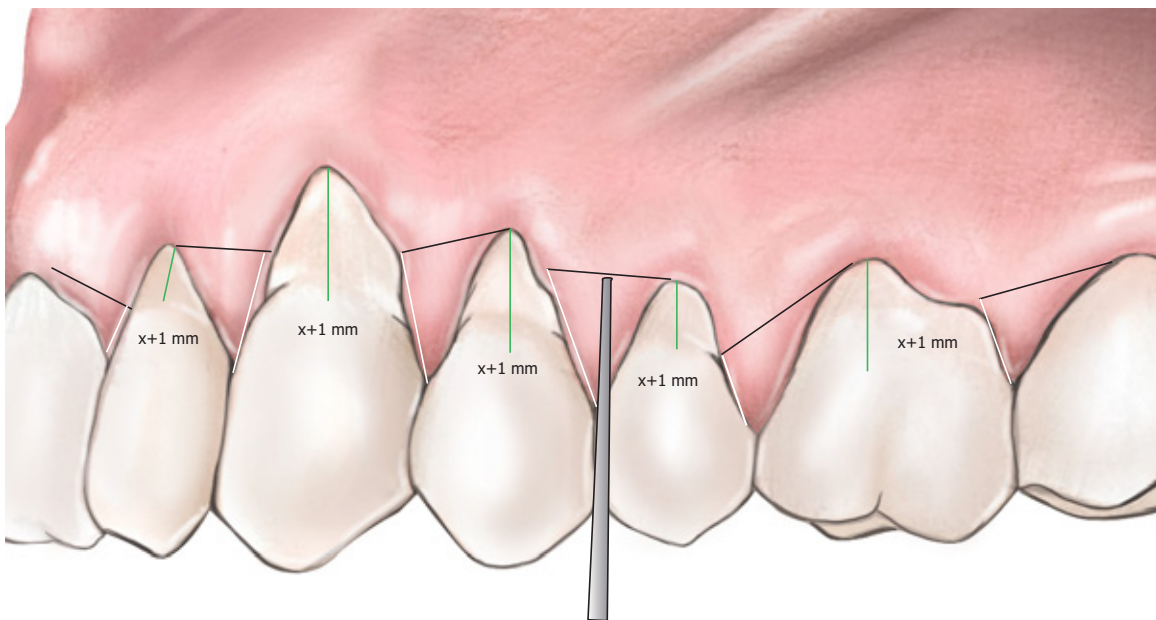


Figura 2. El diseño del colgajo se basa en unas incisiones oblicuas partiendo de un eje de rotación que será el canino. Mediremos la profundidad de la recesión + 1 mm ($X+1$ mm) que será la distancia a la cual irá nuestra incisión al margen gingival del diente adyacente.

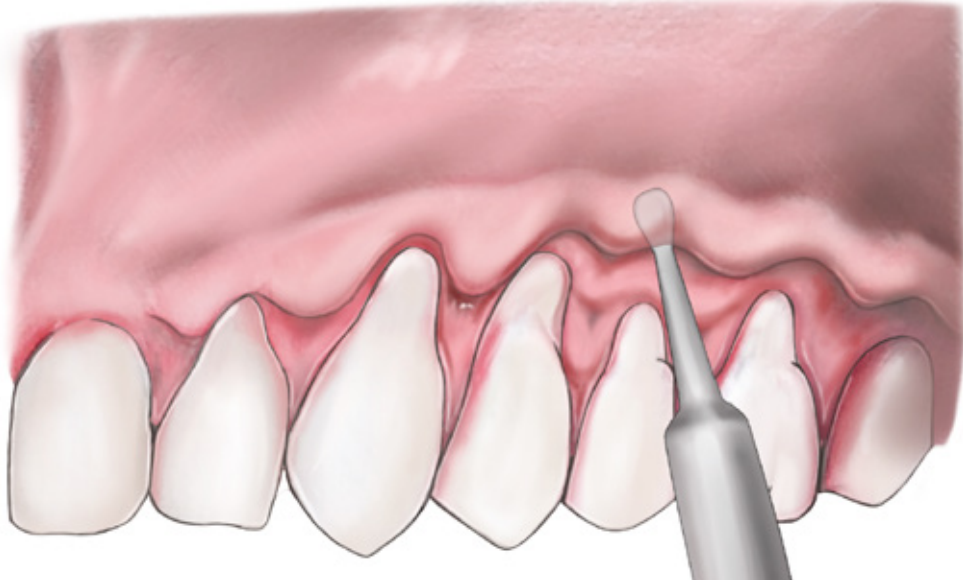


Figura 3. Despegamiento del colgajo Split-Full-Split (parcial-total-parcial). Realizamos un despegamiento a espesor parcial de las papilas quirúrgicas y a espesor total la zona apical a la recesión para preservar el periostio en esta zona, excepto donde pongamos injerto de tejido conectivo (ITC) para favorecer la vascularización que aporta el periostio. Para asegurar una movilidad adecuada del colgajo y liberar la tensión del mismo realizaremos incisiones a espesor parcial profundo y superficial.

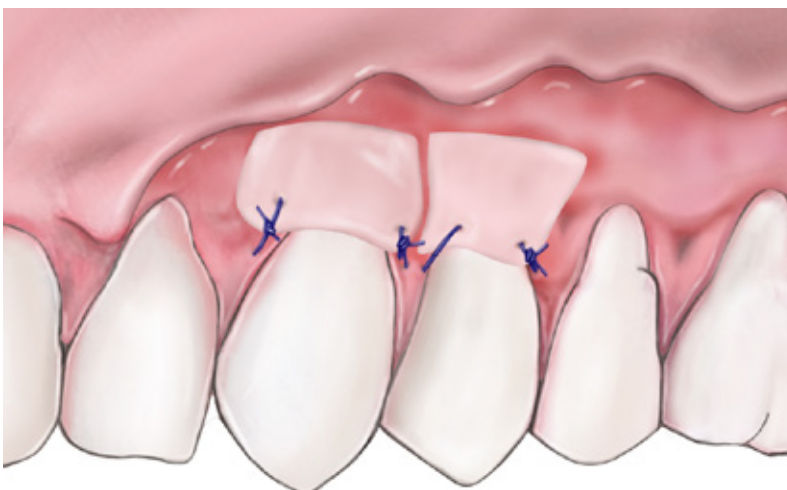
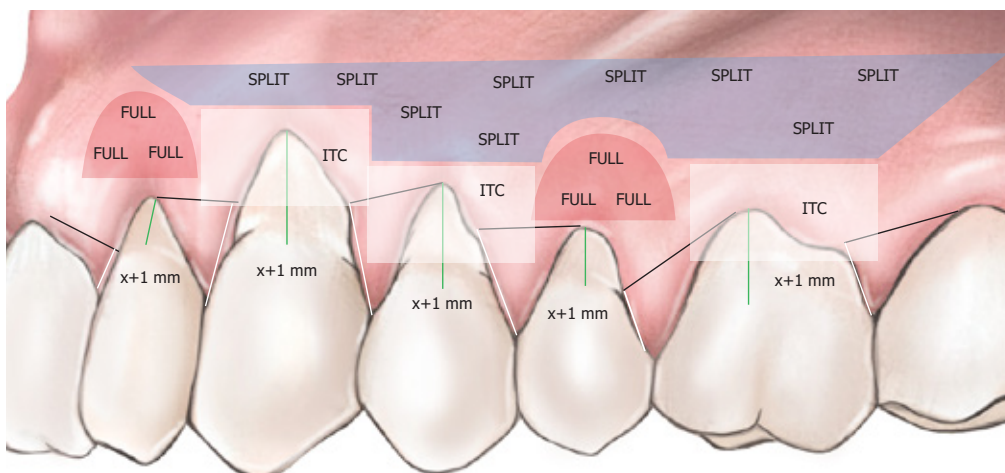


Figura 4. Una vez realizado nuestro despegamiento Split-Full-Split, posicionamos el ITC en aquellas recesiones con menor encía queratinizada y menor grosor gingival, suturándolo a las papilas anatómicas.

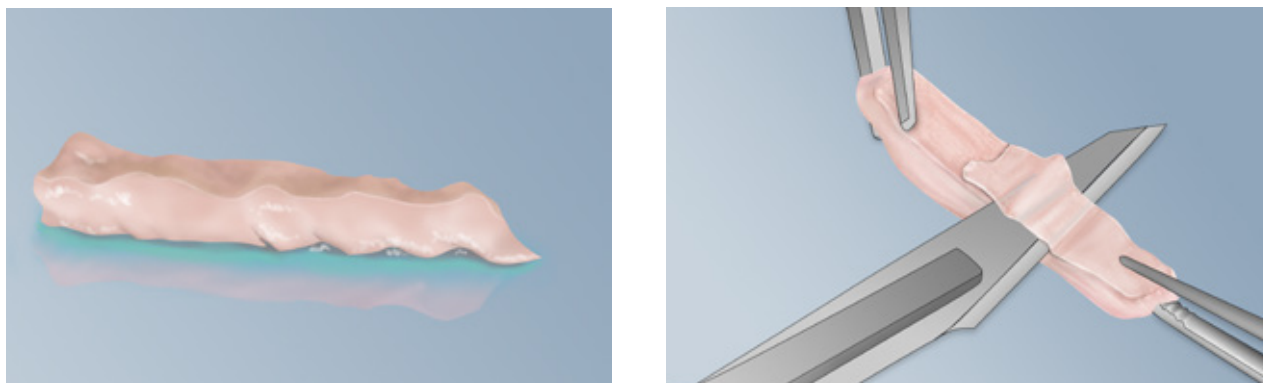


Figura 5. Una vez obtenido el injerto gingival libre del paladar, realizamos la desepitelización del mismo.

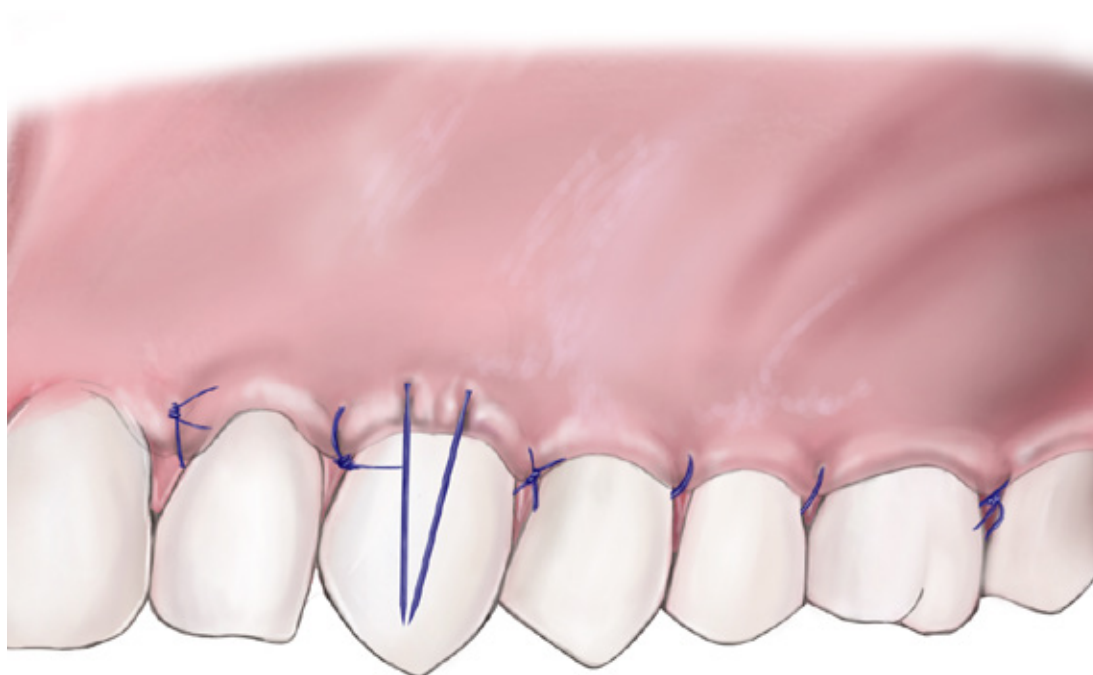


Figura 6. Sutura con puntos sling de avance coronal y puntos dentosuspendidos.

Colgajo de avance coronal en sobre con incisión de descarga mesial

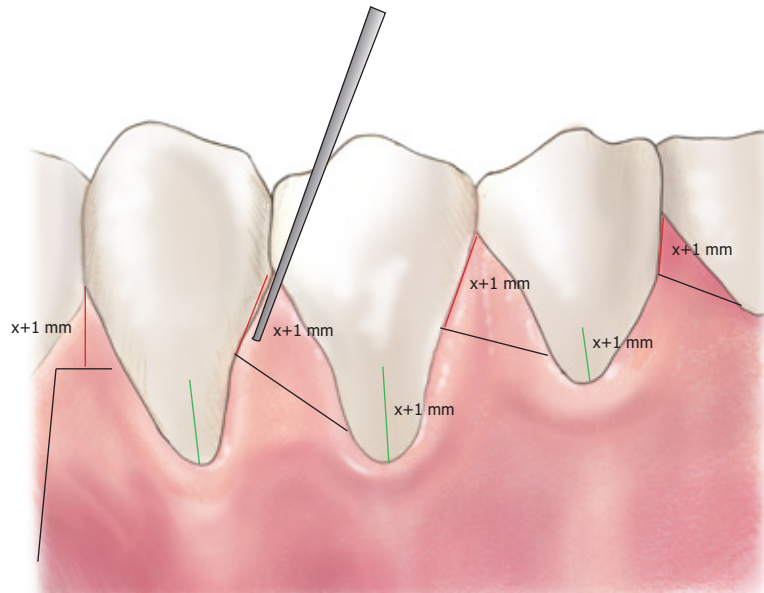


Figura 1. El diseño del colgajo se basa en unas incisiones oblicuas partiendo de un eje de rotación que será el canino y una incisión trapezoidal en mesial del canino similar a la del primer caso expuesto. Mediremos la profundidad de la recesión + 1 mm ($X+1$ mm) que será la distancia a la cual irá nuestra incisión al margen gingival del diente adyacente.

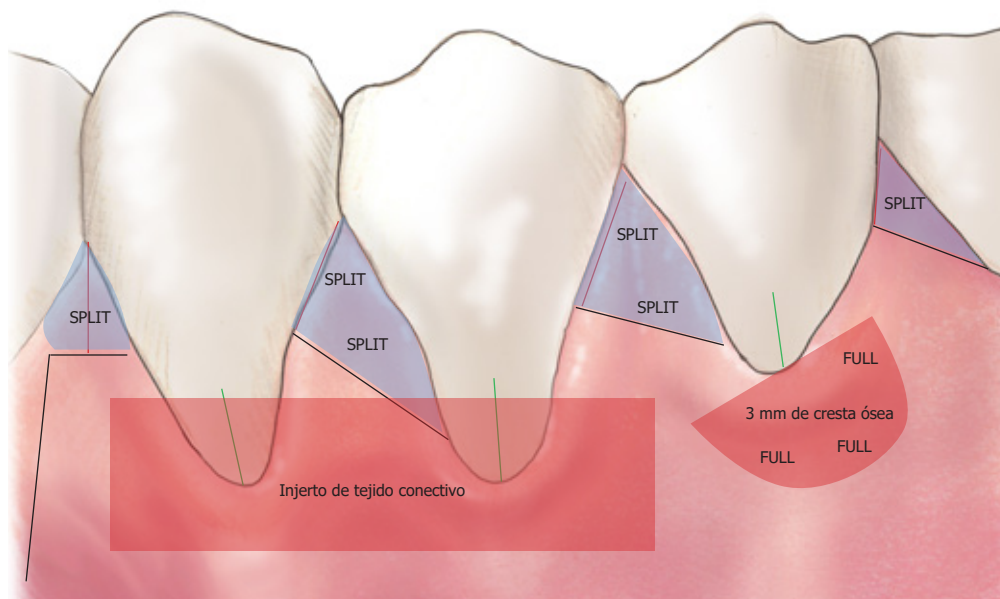


Figura 2. Despegamiento del colgajo Split-Full-Split (parcial-total-parcial). Realizamos un despegamiento a espesor parcial de las papilas quirúrgicas y a espesor total la zona apical a la recesión para preservar el periostio en esta zona, excepto donde pongamos injerto de tejido conectivo (ITC) para favorecer la vascularización que aporta el periostio. Para asegurar una movilidad adecuada del colgajo y liberar la tensión del mismo realizaremos incisiones a espesor parcial superficial, dada la próxima ubicación del nervio mentoniano no hacemos la incisión a espesor parcial profunda para evitar dañarlo.

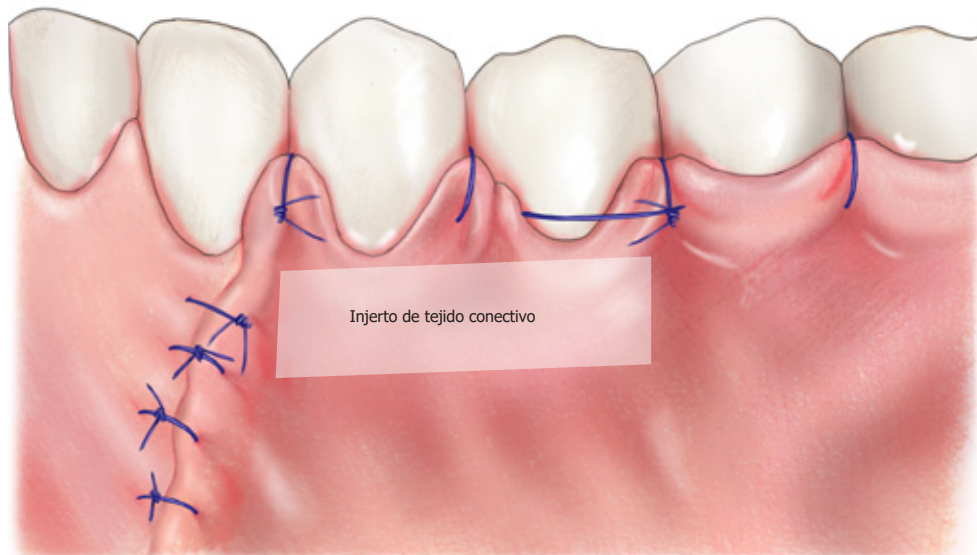


Figura 3. Una vez realizado nuestro despegamiento Split-Full-Split, posicionamos el ITC en aquellas recesiones con menor encía queratinizada y menor grosor gingival, suturándolo a las papilas anatómicas. Realizamos una sutura con puntos sling de avance coronal y puntos simples en la descarga.



Figura 4. Seis meses de evolución.

Bibliografía

- Zucchelli, G., De Sanctis, M. Treatment of multiple recession-type defects in patients with esthetic demands. *J Periodontol.* 2000 Sep;71(9):1506-14. doi: 10.1902/jop.2000.71.9.1506. PMID: 11022782.
- Zucchelli, G., Testori, T., De Sanctis, M. Clinical and anatomical factors limiting treatment outcomes of gingival recession: A new method to predetermine the line of root coverage. *J Periodontol* 2006;77:714-721
- Stefanini, M., Zucchelli, G., Marzadori, M., de Sanctis M. Coronally Advanced Flap with Site-Specific Application of Connective Tissue Graft for the Treatment of Multiple Adjacent Gingival Recessions: A 3-Year Follow-Up Case Series. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018 Jan/Feb;38(1):25-33.
- de Sanctis, M., Baldini, N., Goracci, C., Zucchelli, G. Coronally advanced flap associated with a connective tissue graft for the treatment of multiple recession defects in mandibular posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Nov-Dec;31(6):623-30. PMID: 22140664.
- de Sanctis, M., Zucchelli, G. Coronally advanced flap: a modified surgical approach for isolated recession-type defects: three-year results. *J Clin Periodontol.* 2007 Mar;34(3):262-8. doi: 10.1111/j.1600-051X.2006.01039.x. PMID: 17309597.
- Zuhr, O., Baumer, D., Hurzeler, M. The addition of soft tissue replacement grafts in plastic periodontal and implant surgery: critical elements in design and execution. *J Clin Periodontol* 2014; 41 (Suppl. 15): S123–S142. doi: 10.1111/jcpe.12185.

