

Revisión

Reparación mitral en prolapso de velo anterior: técnicas, indicaciones y resultados



Mario Castaño*, Pasquale Maiorano, Laura Castillo, Gregorio Laguna, Elio Martín-Gutiérrez, Javier Gualis Cardona y Audelio Guevara

Servicio de Cirugía Cardiaca, Hospital Universitario de León, León, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 18 de febrero de 2022

Aceptado el 31 de marzo de 2022

On-line el 11 de julio de 2022

Palabras clave:

Reparación mitral

Prolapso

Velo anterior

Neocuerdas

RESUMEN

La reparación quirúrgica de la insuficiencia mitral por prolapso de uno o varios segmentos del velo anterior, tanto aislada como en combinación con patología comisural o de velo posterior, es compleja. Las técnicas resectivas presentan menos indicaciones y peores resultados que en el prolapso del velo posterior (PrVP). Las técnicas de preservación son la transposición o acortamiento de cuerdas o de músculos papilares, la reparación borde-con-borde o, más frecuentemente, la implantación de neocuerdas. En este trabajo se pretenden revisar las diferentes variantes técnicas para el abordaje del prolapso del velo anterior mitral, que en el caso de la implantación de neocuerdas son tremendamente variadas, junto a sus indicaciones y resultados.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Mitral valve repair in anterior leaflet prolapse: techniques, indications and results

ABSTRACT

Surgical mitral valve repair due to anterior leaflet prolapse is complex, both isolated or combined with commissural and/or posterior leaflet pathology. Resective techniques are less indicated and are associated with worse long-term results than those observed after posterior leaflet resection. Leaflet preservation techniques are papillary muscle or chordae transposition or shortening, the edge-to-edge repair and, more frequently, artificial neochordae implantation. This paper aims to describe the most important techniques used for anterior leaflet prolapse repair, extremely numerous in the neochordae implantation subset, in addition to their indications and results.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Mitral repair

Prolapse

Anterior leaflet

Neochordae

Introducción

La reparación valvular mitral (RepM) es la técnica de elección para el tratamiento de la insuficiencia (IM) por patología degenerativa de esta válvula, tanto por los excelentes resultados a corto plazo como por la significativa reducción de eventos valvulares que ofrece respecto a la sustitución valvular protésica¹. La reparación del prolapso de uno o varios segmentos del velo anterior (VAnt), tanto aislada como en combinación con patología comisural o de velo posterior (VPost), es considerada como una RepM compleja. Debido a una menor reserva de coaptación y a la imposibilidad de realizar plicatura anular, las técnicas resectivas que tan buenos resultados han ofrecido históricamente en los casos de prolapso del velo posterior (PrVP)^{2,3} están escasamente indicadas en este contexto y se limitan a resecciones triangulares en prolapsos de

pequeños segmentos. Alternativamente, en casos de afectación más extensa, se deben utilizar sistemáticamente técnicas de preservación que tienen, en conjunto, peores resultados a largo plazo que las técnicas reparativas del VPost^{4,5} y que están menos estandarizadas: la transposición o acortamiento de cuerdas o de músculos papilares, la reparación borde-con-borde o, más frecuentemente, la implantación de neocuerdas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE). En este último caso, concretamente, se han descrito infinidad de técnicas para intentar estandarizar las diferentes dificultades con que el cirujano se tiene que enfrentar, como son la correcta cuantificación del prolapso y, por tanto, de la longitud de las neocuerdas y su anudado.

En este trabajo se pretenden revisar las diferentes variantes técnicas para el abordaje del prolapso del velo anterior (PrVA) mitral, junto a sus indicaciones y resultados, haciendo especial énfasis en las técnicas de implantación de neocuerdas.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mcastanor@saludcastillayleon.es (M. Castaño).

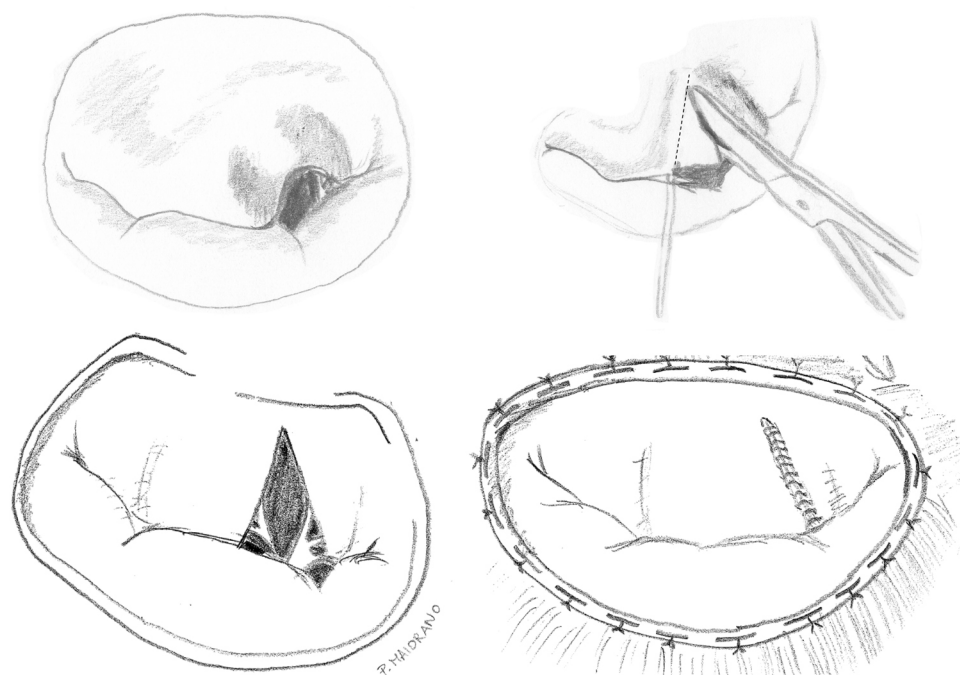


Figura 1. Resección triangular de velo anterior.

Técnicas resectivas en el velo anterior: resección triangular

La técnica de resección de VAnt, concretamente la resección triangular, está clásicamente indicada en prolapsos limitados, cuando la longitud del borde libre que prolapsa es inferior a 1/5 de la longitud total de comisura a comisura. Por tanto, no se debe resecar más del 10% de la superficie total del VAnt⁴. En casos de mayor extensión del prolapso cuando no existe redundancia de tejido, produce tensión y tracción de otros segmentos del velo, cambios significativos sobre la geometría del VAnt y repercusión sobre la superficie de coaptación y la durabilidad a largo plazo^{2,6}. Cuando, sin embargo, existe redundancia significativa de tejido, lo cual es condición indispensable para la realización de esta técnica en algunos centros de gran experiencia^{6,7}, la resección triangular se puede indicar en prolapsos mayores siempre que la sutura del velo remanente se pueda hacer sin generar tensión del tejido.

Técnicamente, tras identificar los límites del prolapso representados por las cuerdas no elongadas adyacentes, se marcan con dos suturas de polipropileno de 5/0 en el borde libre. Se realiza la resección triangular hasta el vértice estimado, siguiendo una línea biconvexa con tijeras curvas, dejando un remanente de tejido a ambos lados de la resección para su sutura. La altura del triángulo debe superar ligeramente su base en el borde libre⁴. El vértice del triángulo debe orientarse hacia la porción media del cuerpo del velo⁷ (fig. 1). La sutura de los bordes de resección se realiza mediante sutura de monofilamento de polipropileno (generalmente 5/0 o 6/0) con puntos sueltos evertidos o invertidos (nudos en cara auricular o ventricular respectivamente), o bien con sutura continua que puede ser sencilla o, más conveniente, bloqueante para no acortar la profundidad del velo (fig. 2). Se aconseja realizar siempre anuloplastia mitral (AM) adicional para estabilizar la reparación. En estos casos la AM se puede realizar antes o después de la resección, dado que la técnica no implica al anillo valvular.

Esta técnica es sencilla y muy reproducible, y aunque no se utiliza con frecuencia ofrece buenos y duraderos resultados cuando se seleccionan adecuadamente los pacientes. Grossi et al.⁶ y Saunders et al.⁷ han reportado series de pacientes libres de reintervención en el 95,5% a 10 años y 93% a cinco años respectivamente tras

una adecuada selección de pacientes con redundancia de tejido del VAnt. Adicionalmente, la resección de VAnt se asocia a una reducción del riesgo de movimiento sistólico anterior en el postoperatorio, dado que el exceso de longitud residual del VAnt es uno de los factores que pueden inducir esta complicación y la resección elimina eficazmente las áreas redundantes del velo y su longitud final⁷.

Transposición de cuerdas

La transposición de cuerdas del VPost se puede emplear en casos de prolapsos del VAnt cuando presentan segmentos de VPost opuestos dependientes del mismo músculo papilar, sin patología y con cuerdas de buena calidad. En algunos casos, cuerdas del VPost levemente elongadas pueden ser utilizadas para este propósito, ya que en condiciones normales las cuerdas del VPost suelen ser más cortas que las del anterior y la sutura de las mismas puede neutralizar ese exceso de longitud⁸. Técnicamente se realiza una resección del borde libre del segmento elegido del VPost de unos 3–4 mm de profundidad y de una longitud acorde al tamaño del segmento de VAnt prolapsante. Si es necesario, puede movilizarse la cabeza del músculo papilar correspondiente de la pared del ventrículo izquierdo (VI) u otras cabezas para facilitar su transferencia anterior. Posteriormente, se sutura el borde libre de la zona del prolapso anterior con el borde libre del segmento de VPost resecado con sutura continua simple o bloqueante de monofilamento 5/0 o 6/0. Finalmente, la solución de continuidad del VPost se repara mediante resección triangular o cuadrangular convencionales, según su amplitud (fig. 3).

Los resultados de esta técnica a largo plazo en centros experimentados son buenos. Salati et al.,⁸ realizaron 89 trasposiciones de cuerdas, de las cuales 39 fueron por PrVA aislado y 50 bivalvares. La sutura del VPost traspuesto al VAnt se realizó con sutura continua. En 11 casos se requirió alguna técnica adicional por prolapso residual (en dos acortamiento de cuerdas, siete acortamiento de cuerdas traspuestas y en dos casos implantes de neocuerdas). Se requirieron cinco recambios mitrales (dos intraprocedimiento y tres tardías). Tras 41 (1–106) meses de seguimiento medio, el 79%

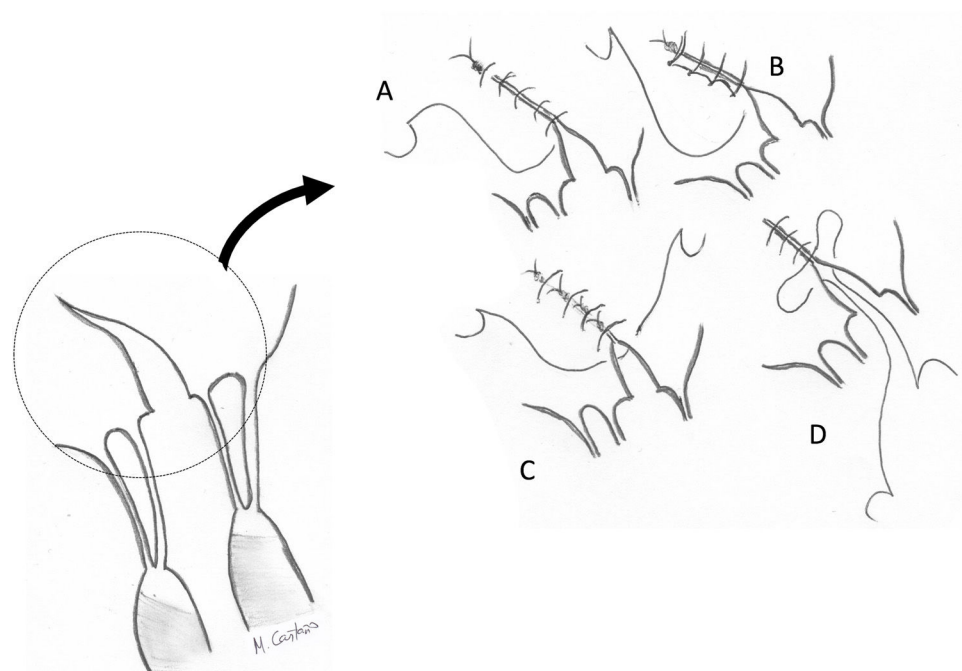


Figura 2. Tipos de sutura de velo mitral. A: continua; B: continua bloqueada; C: puntos sueltos evertidos; D: puntos sueltos invertidos (el nudo se orienta hacia la cara ventricular del velo).

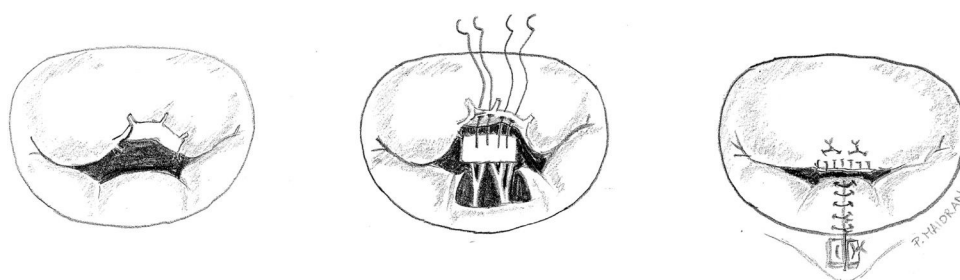


Figura 3. Transposición de cuerdas del velo posterior.

presentaban IM 0-1+, 17% IM 2+ y un 5% IM 3+, todos ellos reoperados (libertad de reintervención a los cinco años $88,6 \pm 4,8\%$). En ningún caso se observó dehiscencia de la sutura de ambos velos. En algunos trabajos se han descrito resultados mejores que el implante de neocuerdas. Bourguignon et al. compararon los resultados de la transposición de cuerdas ($n = 67$) frente al implante de neocuerdas ($n = 29$) para tratar PrVA, en un total de 96 pacientes⁹. Los tiempos de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico fueron significativamente más largos en el grupo de neocuerdas. A cinco años, la supervivencia ($87 \pm 5\%$ vs. $89 \pm 6\%$, $89 \pm \%$, $p = 0,84$) y la libertad de reintervención ($95 \pm 3\%$ vs. $91 \pm 7\%$, $p = 0,24$) fueron similares en los dos grupos. Sin embargo, la recurrencia de IM moderada ($\geq 2+$) y severa (≥ 3) fue significativamente mayor en los pacientes sometidos a neocuerdas ($p = 0,04$ y $0,01$, respectivamente).

También se ha utilizado el acortamiento del músculo papilar mediante una resección transversal en forma de cuña de uno de los laterales de la cabeza correspondiente. Posteriormente, se realiza una aproximación con sutura de 4/0 de los dos extremos de la cuña cogiendo una longitud de 8-10 mm de músculo hacia la parte apical.

Cuando existe PrVA por elongación de músculo papilar se puede realizar resección de un fragmento de la cabeza del músculo papilar correspondiente y sutura de esta con el músculo restante⁴. También se puede realizar la plicatura del músculo papilar mediante suturas subendocárdicas longitudinales de 4/0 («concertino technique»), aunque esta técnica solo consigue reducir la altura del músculo 4-5

mm., por lo que se reserva para elongaciones pequeñas de músculos papilares (MMPP)⁴ (fig. 4).

Los resultados de todas estas técnicas están descritos en series antiguas que, aunque con seguimientos muy largos, son pequeñas y no han sido comparadas adecuadamente con otras técnicas de reparación del VAnt mitral^{10,11}.

Acortamiento de cuerdas

El acortamiento de cuerdas tendinosas según la técnica clásica de Carpentier se indicaba cuando existía un prolapso extenso de VAnt por elongación severa de cuerdas (>10 mm). Tras realizar una incisión longitudinal en la zona superior del músculo papilar donde se halla la cuerda elongada, se suturan las dos mitades rodeando la misma, lo que resulta en el desplazamiento apical de la cuerda, ya que queda embutida en el espesor del músculo papilar¹². Esta técnica presenta una alta incidencia de fallo de reparación con índices de reoperación a los cinco años de entre el 24 y el 26%, frecuentemente por rotura de la cuerda acortada¹³ y significativamente mayor que la transferencia de cuerdas (26% vs. 10% a los cinco años, respectivamente, $p = 0,003$)¹⁴ y que el implante de neocuerdas (1,4% vs. 14,8% a 3,5 años, $p = 0,002$)¹³, por lo que es una técnica actualmente en desuso.

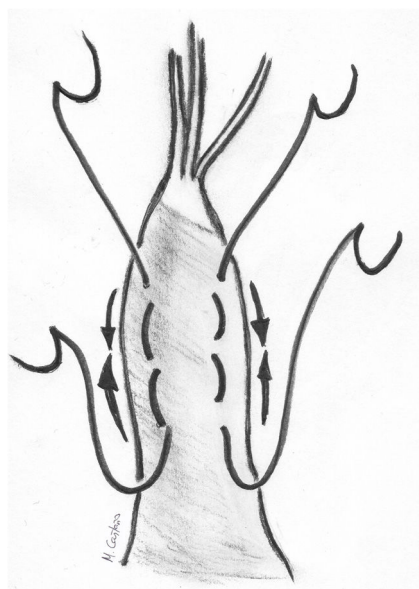


Figura 4. Acortamiento de músculo papilar mediante «concertino technique».

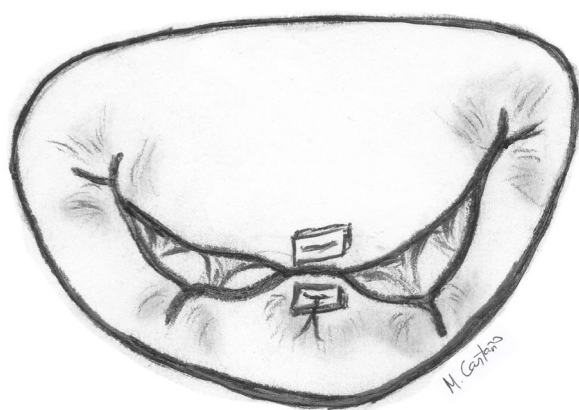


Figura 5. Sutura borde-con-borde («edge-to-edge» o «punto de Alfieri»).

Técnica de Alfieri («edge-to-edge») en el prolapso del velo anterior

La técnica de reparación mitral borde con borde («edge to edge» [EtoE]) o técnica de Alfieri consiste en la sutura del borde del festón prolapsante al borde del segmento de la valva contralateral correspondiente^{15,16} (fig. 5).

Esta técnica ha sido utilizada para tratar la IM de múltiples causas con buenos resultados¹⁷, especialmente cuando el segmento prolapsante es central y corresponde al VAnt mitral (A2)¹⁸. Las ventajas principales de esta técnica son su gran reproducibilidad y sencillez, lo que acorta el tiempo de pinzamiento aórtico.

Entre las principales indicaciones están el prolapso o *flail* mitral anterior¹⁸ y el rescate («bail-out») cuando otras técnicas obtienen resultados subóptimos y se quiere realizar una técnica sencilla y rápida durante un sucesivo pinzamiento aórtico. Sus contraindicaciones son la IM reumática, el prolapso multifestón de bordes no enfrentados, la mala localización del jet de regurgitación, la calcificación intensa del anillo mitral y el anillo valvular mitral de pequeño tamaño¹⁹. De hecho, se ha sugerido que para evitar la estenosis mitral residual tras la intervención no deberían implantarse concomitantemente a la técnica anillos protésicos de diámetros menores de 30 mm¹⁹.

Los resultados a largo plazo del EtoE en prolapso del VAnt en pacientes seleccionados han sido excelentes. Tras un seguimiento a 10 años de 150 pacientes en los que se realizó AM en el 93,3% (140/150, 118 anillos semi-rígidos, 18 bandas de pericardio posterior y tres de sutura), Alfieri reportó una supervivencia del 91,6% $\pm$ 3,16 y libertad de reintervención 96,6% $\pm$ 1,74 a los nueve años de la intervención. Tras un seguimiento ecocardiográfico medio de 4,25 $\pm$ 3,21 años, el 88% de pacientes presentaban IM 0-1+, 9,3% grado 2+ y cuatro pacientes IM 4+ (todos ellos reintervenidos)²⁰. A todavía más largo plazo, en 139 pacientes con EtoE con AM el 89,6% $\pm$ 2,7% de los pacientes estaban libres de reoperación a los 17 años de seguimiento con una supervivencia de 72,4 $\pm$ 7,9% y una libertad de IM $\geq$ 3+ del 80,2 $\pm$ 5,9%²¹.

La AM asociada al EtoE es prácticamente obligatoria para evitar futuras dilataciones del anillo mitral^{18,20,22}. La dilatación anular es, además, mucho más frecuente en el PrVA²³. La ausencia de AM asociada es un factor de recurrencia y reintervención a medio-largo plazo¹⁷ e, incluso, la anuloplastia con banda de pericardio posterior podría ser factor independiente de recurrencia de IM en comparación con la reparación con anillo rígido²¹. Sin embargo, los resultados del EtoE sin AM también son relativamente buenos a corto-medio plazo²⁴, lo cual conlleva a extremar la precaución en cuanto a las indicaciones de EtoE percutáneo cuando el seguimiento es limitado¹⁷. En una comparativa unicéntrica de 143 pacientes con miocardiopatía dilatada tratados con MitraClip® vs. EtoE + AM, la libertad de IM $\geq$ 3+ a cuatro años fue 75 $\pm$ 7,6% con MitraClip® vs. 94 $\pm$ 3,3% con EtoE + AM ($p = 0,04$) y de IM $\geq$ 2+ de 37 $\pm$ 7,2 vs. 82 $\pm$ 5,2%, respectivamente ($p = 0,0001$). Los pacientes no fueron coetáneos, pero tenían similares grados de IM al alta, fracción de eyección de VI (28 $\pm$ 9,7 vs. 28 $\pm$ 6,5%, $p = 0,4$), volúmenes (188 $\pm$ 66,2 vs. 203 $\pm$ 58,02 ml, $p = 0,1$) y diámetros (54 $\pm$ 9,1 vs. 52 $\pm$ 7,9 mm, $p = 0,3$) telediastólicos de VI totalmente comparables, así como idénticas profundidades de coaptación y área de *tenting*. Comparativas similares en IM por PrVA no están disponibles.

Técnicas sobre músculos papilares

Actualmente las técnicas sobre MMPP para la reparación del PrVA son poco utilizadas.

El reposicionamiento del músculo papilar ha sido bien estudiado. En el caso del VAnt, consiste en separar de la cabeza intermedia del músculo papilar anterolateral la cabeza anterior de la que se originan las cuerdas elongadas y suturarla mediante un punto en U a la cabeza posterior en una posición más apical²⁵ (fig. 6). La distancia a acortar se mide comparando mediante tracción la altura de las cuerdas elongadas con las del correspondiente festón del VPost. Tras un seguimiento medio de 36,4 $\pm$ 29,2 (18-121) meses, un paciente (1/40, 2,5%) requirió reintervención, y la causa fue por hemólisis a pesar de presentar una IM leve. Igualmente es una buena herramienta para corregir prolapso comisurales con resultados excelentes a largo plazo²⁶. Esta técnica es muy similar a la plastia por deslizamiento («sliding plasty») descrita por Carpentier, indicada cuando existe un prolapso extenso de VAnt por elongación moderada de cuerdas (<10 mm)⁴. Cuando solo un pequeño número de cuerdas procedentes de la misma cabeza papilar del músculo papilar están elongadas, se separa longitudinalmente dicha cabeza del resto del músculo papilar y se sutura a la cabeza adyacente en un nivel más apical (fig. 7).

Implante de neocuerdas

La implantación de neocuerdas de ePTFE para restaurar la línea de coaptación de segmentos de velo con prolapso ha supuesto un enorme avance en las posibilidades de RepM en los casos en los

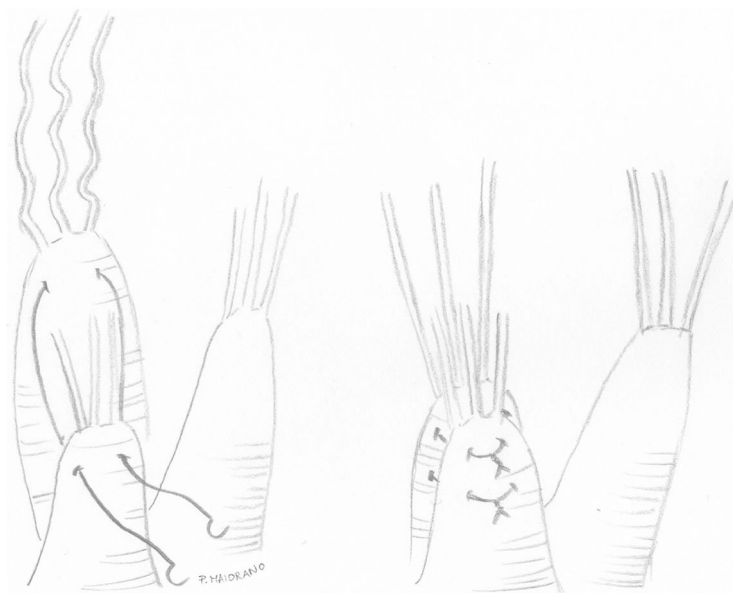


Figura 6. Reposicionamiento de músculo papilar.

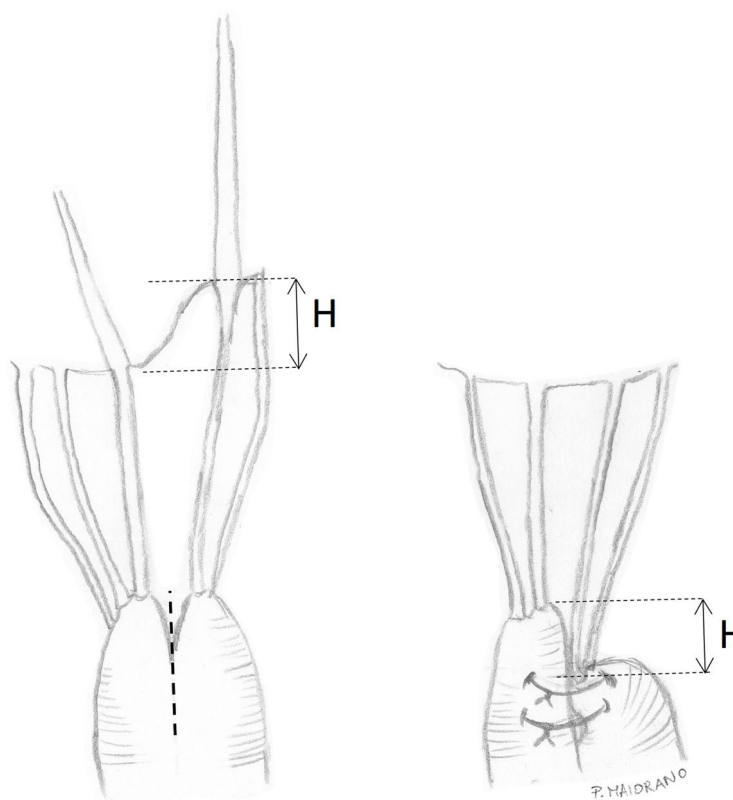


Figura 7. Plastia por deslizamiento de músculo papilar (*sliding plast*).

que las técnicas resectivas no son posibles, como es el PrVA más o menos extenso.

El ePTFE es un material monofilamentoso, pero microporoso. Las suturas de ePTFE más utilizadas son de Gore-tex®, más frecuentemente de 4/0 (CV 4)^{27–29} o de 5/0 (CV 5)^{30–35}. Actualmente, existen reportes de implantes de este tipo de neocuerda con seguimientos a 25 años con libertades de IM severa recurrente superiores al 90%³² y sin evidencia de ruptura o degeneración del material

durante su análisis histopatológico. Macroscópicamente preservan su longitud y flexibilidad, y microscópicamente están cubiertas de tejido fibroso y endotelio sin calcificación o microtrombos²⁸. Existen casos reportados de fallo de la reparación por ruptura de la neocuerda, tanto precoces^{36,37} como tardías^{36,38}, aunque son excepcionales. Estos casos habitualmente se asocian a calcificación.

El proceso de implante de neocuerdas consta de diversos pasos: exposición de músculos papilares, implantación de las neocuerdas

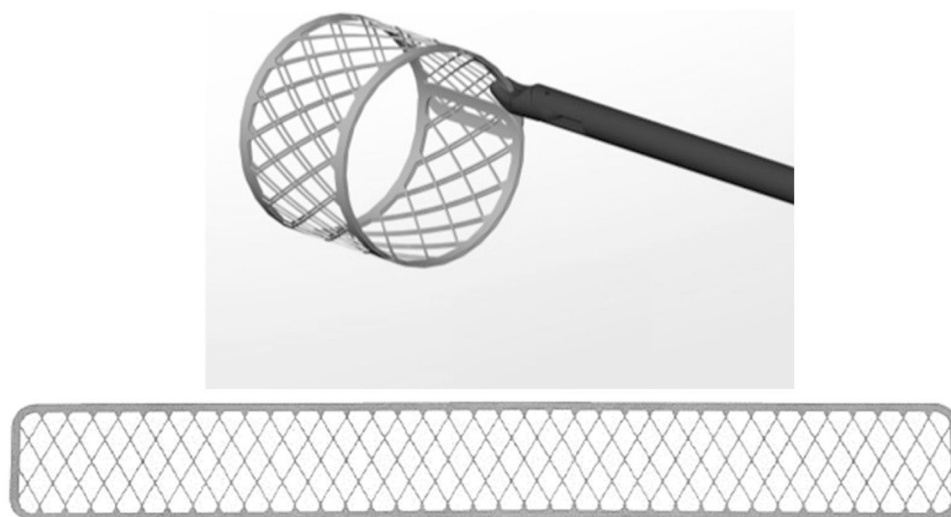


Figura 8. Malla para exposición de músculos papilares mediante retracción de velos mitrales (*Superflex Soft Tissue Retractor, Fehling Instruments, Kennesaw, GA, EE. UU.*).

en el músculo papilar y en el velo, medición de su longitud y anudado y, finalmente, comprobación de la competencia valvular.

Actualmente, existe una gran multitud de técnicas encaminadas a una adecuada implantación y, sobre todo, medición y anudado de neocuerdas, aunque ninguna se ha impuesto como una técnica totalmente infalible y definitiva. En este apartado se expondrán las técnicas más frecuentes y, a criterio de los autores, más seguras y reproducibles, así como los resultados disponibles. En varias extensas revisiones se pueden encontrar enumeradas y descritas prácticamente todas ellas^{39–42}.

Exposición de músculos papilares

Una vez expuesta la válvula mitral por la atriotomía elegida, la exposición de los MMPP es, en ocasiones, dificultosa, y se puede realizar mediante diversos métodos. Se pueden aplicar suturas de tracción por debajo de cuerdas primarias para rechazar el VAnt hacia el anillo anterior. También se puede introducir en el orificio valvular medidores de prótesis o diversos utensilios flexibles (reglas plásticas milimetradas⁴³ o mallas especialmente diseñadas para ello (fig. 8) que, al desplegarse en el interior de la válvula se abren hasta el diámetro máximo del anillo, de manera que se puede acceder fácilmente a la cavidad ventricular a su través. Cuando se va a realizar un procedimiento resectivo de VPost concomitante, se puede aprovechar el momento de la resección para exponer el músculo papilar (MPap) y aplicar las neocuerdas²⁷. Para optimizar la exposición, se puede presionar con una torunda la superficie cardíaca en la cara lateral del VI para exponer el MPap anterolateral o en la región del septo interventricular proximal inferior para el MPap posteromedial. Estas maniobras centran el MPap correspondiente en el centro del orificio mitral y lo hacen más accesible.

Implantación de las neocuerdas en el músculo papilar

La implantación de las cuerdas se realiza en una de las cabezas del músculo papilar correspondiente al velo a corregir, de manera que nunca se debe cruzar la línea media de la válvula (por ejemplo, las cuerdas para reparar prolapsos de A1 y P3 deben implantarse en los músculos anterolateral y posteromedial respectivamente, nunca al contrario). Igualmente, el trayecto de las cuerdas desde el músculo papilar al velo no debe distorsionar la trayectoria de

ninguna de las cuerdas nativas del paciente. La neocuerda se debe implantar preferiblemente en la parte fibrosa del MPap, mediante un punto amplio de tejido músculo-fibrótico.

La técnica de implantación en el músculo es variable (fig. 9). Algunas técnicas contemplan un paso con ambas agujas en U con o sin parche, que puede anudarse o no al músculo. En teoría, el anudado sobre doble parche podría inducir isquemia del MPap⁴¹ y provocar elongación o ruptura del mismo. Otros autores realizan una sutura en ocho («figure-of-eight»), pasando el músculo dos veces con la misma aguja⁴⁴ y otros, incluso, un paso único con una sola aguja⁴⁵. Recientemente, se ha sugerido que las técnicas que no fijan ambos cabos entre sí son preferibles porque al final del anudado de la neocuerda en el velo ambos cabos soportan la misma tensión y permiten una medición más fiable y más estable una vez que se inicia el ciclo cardíaco⁴⁶.

Medición de la longitud de las cuerdas

La mayor dificultad de esta técnica radica en la medición de la longitud adecuada necesaria para corregir el prolapso, pero sin generar sobrecorrección y, por tanto, restricción sistólica que impida un cierre valvular correcto. Adicionalmente, pequeñas elongaciones de cuerdas de solo un 3% incrementan hasta en un tercio su tensión⁴¹, lo que podría hacer más frecuente su rotura. Por todo ello es esencial una correcta medición de la longitud final de las neocuerdas. La determinación de la longitud se puede realizar funcional o anatómicamente.

Medición funcional de la longitud de las neocuerdas

La medición funcional suele ser intraoperatoria y realizarse llenando el VI con suero salino para simular una telediástole^{27,33,45–48}. Para evitar que las suturas pasadas por el velo se deslicen hacia la cavidad auricular durante el llenado del VI existen diversas técnicas. Una técnica sencilla es pasar uno de los cabos de nuevo por el velo de la cara ventricular a auricular, para crear una sutura en ocho («figure-of-eight»)⁴⁹ (fig. 10). Adams et al.²⁷ aconsejan igualmente pasar uno de los cabos de la sutura dos veces por el velo y, después, dar un nudo doble único que refuerza el efecto antideslizante. Otros autores postulan utilizar el festón contralateral sano como referencia y aplicar un punto EtoE temporal entre ambos bordes libres. La altura de la cuerda se determina llenando el VI con

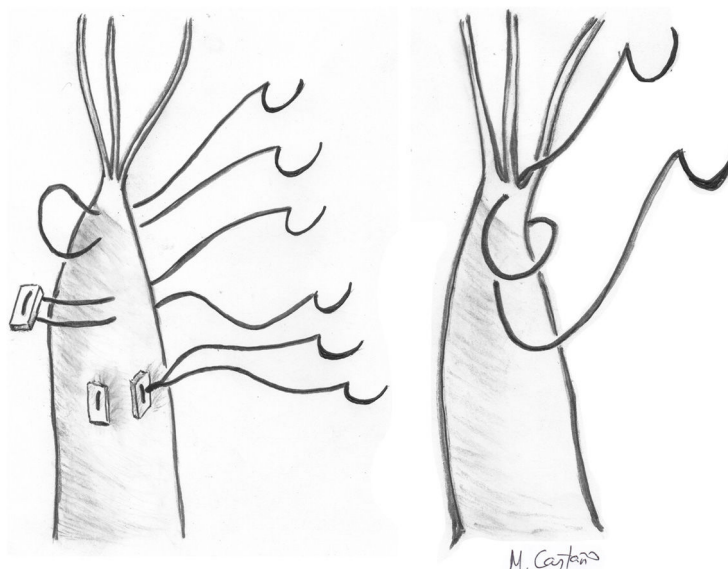


Figura 9. Técnicas de fijación de las cuerdas de Gore-tex® en el músculo papilar. A: punto en U sin parche; B: punto en U con parche; C: punto en U anudado con parches; D: punto en 8 («figure of eight»).

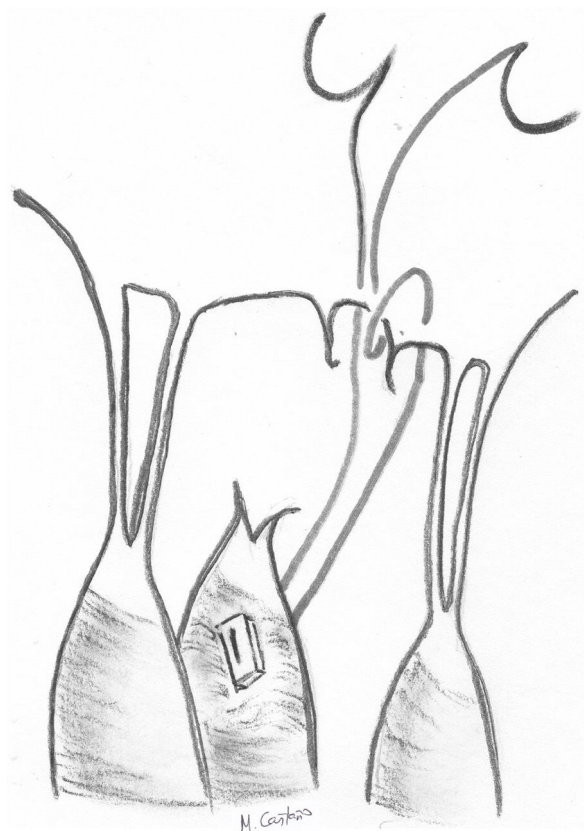


Figura 10. Sutura en ocho («figure-of-eight») para evitar el deslizamiento de la sutura de Gore-tex® durante la medición.

suero salino dado que los velos coaptan a la perfección gracias al punto EtoE^{33,47}.

Safadi et al. utilizan un doble nudo ajustable («Dubai stitch»). Un cabo de la sutura se pasa por la parte fibrosa del músculo papilar y el otro por el velo, de cara atrial a ventricular. Posteriormente, se realizan una serie de lazadas similares al nudo de una corbata⁴⁵ (fig. 11).

Este nudo evita el deslizamiento tanto durante el proceso de llenado del VI, como durante el anudado y se puede acortar y alargar fácilmente cuantas veces sea necesario simplemente tirando del cabo correcto. Otra ventaja es que el nudo, una vez finalizado, puede ser desplazado hacia el músculo papilar para evitar que interfiera con el cierre de los velos en la línea de coaptación. Se recomienda implantar al menos dos cuerdas para cada segmento prolapsante para distribuir mejor la tensión, dado que solo se realiza una única pasada por el velo⁵⁰.

Aunque, como se ha dicho, el llenado de VI con suero («saline test») es la técnica más utilizada en la medición funcional, la competencia de la válvula mitral depende de la correcta función de todas sus estructuras durante el ciclo cardíaco (anillo mitral, velos, cuerdas tendinosas, MMPP y pared ventricular). Con el corazón en parada diastólica propia de estos procedimientos, el test de suero salino puede reproducir la funcionalidad mitral en situación de telediástole, pero es incapaz de predecir completamente la misma en condiciones normales de ciclo cardíaco completo, donde existe un continuo dinamismo del anillo mitral, de los MMPP y la pared ventricular. Por ello, algunos autores postulan la determinación de la longitud mediante ecocardiografía transesofágica (ETE) preoperatoria. Calafiore et al. realizan una medición de la magnitud del prolapso en relación al anillo mitral por ETE y posteriormente restan esa longitud a la de la cuerda elongada, lo que resulta en la longitud correcta de la neocuerda⁵¹ (fig. 12). La regla de Melnitchouk⁵² mide la distancia en centímetros del anillo mitral al ápex ventricular en la proyección de dos cámaras y calcula la longitud de las neocuerdas mediante la fórmula:

VPost: anillo mitral-ápex VI (en cm) x 2 = longitud (en mm)

VAnt: anillo mitral-ápex VI (en cm) x 2 + 10 = longitud (en mm)

Se han planteado iniciativas análogas guiadas por tomografía⁵³ y resonancia magnética cardíaca⁵⁴, aunque ninguna está suficientemente afianzada en la práctica habitual.

Finalmente, Lawrie et al.³⁵ proponen un testado dinámico intraoperatorio de la forma y posición de todos los elementos que conforman la funcionalidad valvular, asociado a la implantación sistemática de anillos flexibles. Con esta estrategia han conseguido un 100% de reparabilidad de la IM por patología degenerativa, con

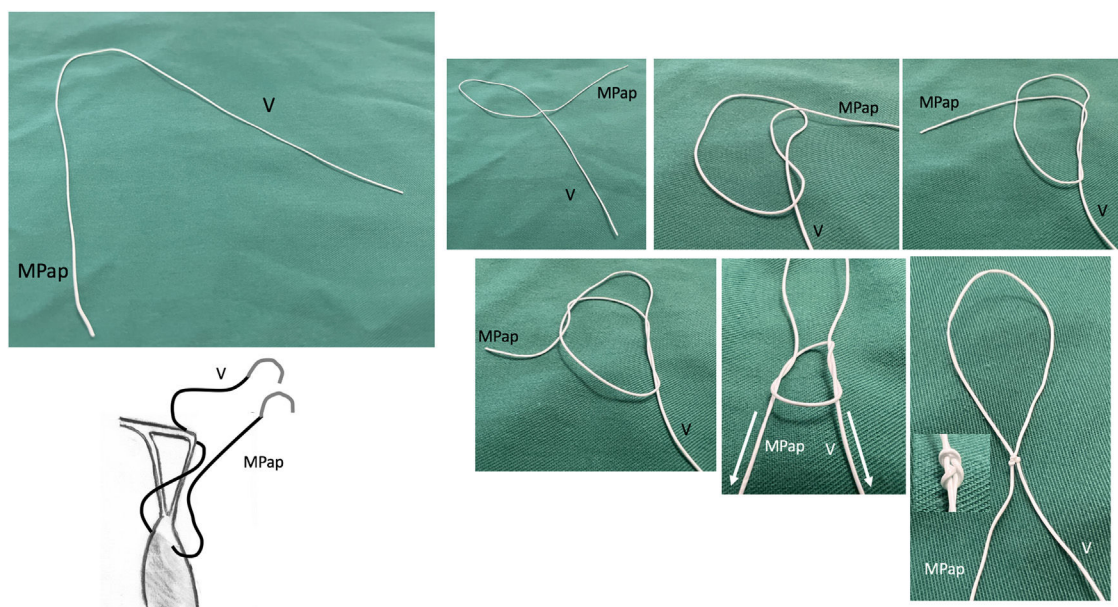


Figura 11. Doble nudo ajustable para anudado de cuerdas de Gore-tex® (Dubai stitch).

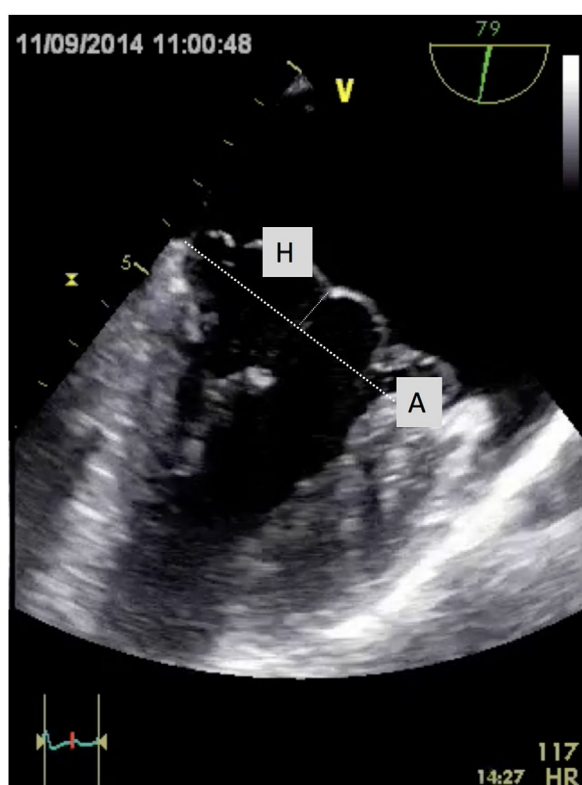


Figura 12. Medición ecocardiográfica de la longitud de las cuerdas tendinosas. A, línea anular; H, cuantificación de la elongación de la cuerda.

libertades de IM severa tras un seguimiento medio de $6,56 \pm 4,66$ años de 94,0% a 10 años y del 89,6% a 15 años, sin diferencias entre la patología de VAnt y Vpost.

Medición anatómica de la longitud de las neocuerdas

Por su parte, la medición anatómica normalmente determina la longitud de la neocuerda comparándola con la longitud de las cuerdas de segmentos no prolapsantes adyacentes o contralaterales, a los que se denomina punto de referencia («reference point»).

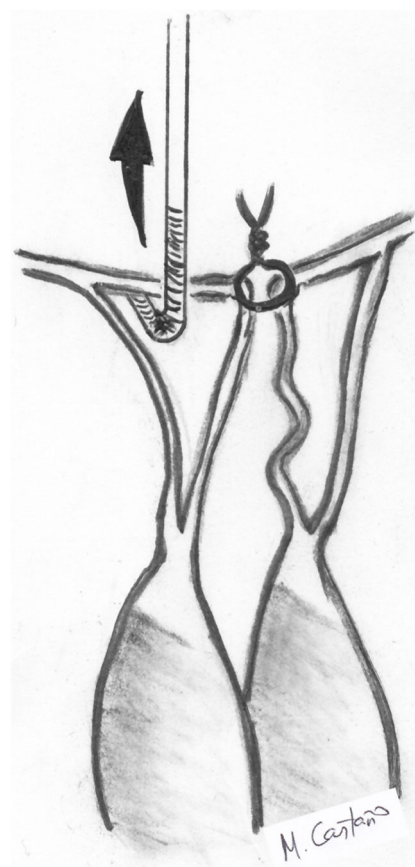


Figura 13. Determinación de longitud de la neocuerda mediante punto borde-con-borde («edge-to-edge») y tracción con gancho de nervios.

Esta comparación se suele realizar traccionando del segmento sano con un gancho de nervios³⁴. Otros aplican un punto EtoE entre el segmento prolapsante y el sano contralateral. Al traccionar del segmento sano se tensa su cuerda nativa y se puede anudar la neocuerda a su altura con gran facilidad^{46,48} (fig. 13).

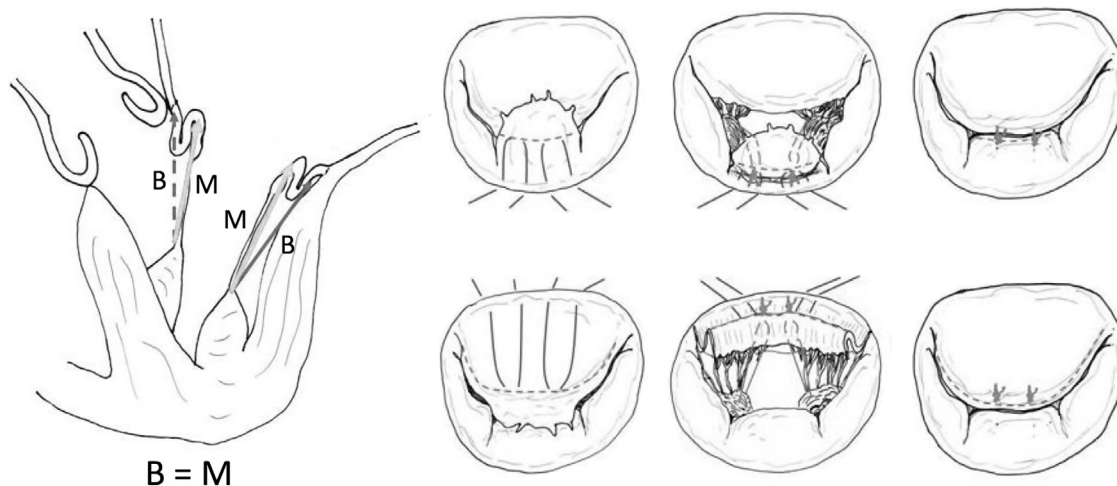


Figura 14. Determinación de longitud de neocuerdas mediante referencia anular («folding-technique»). Modificado de: García-Fuster⁵⁵.

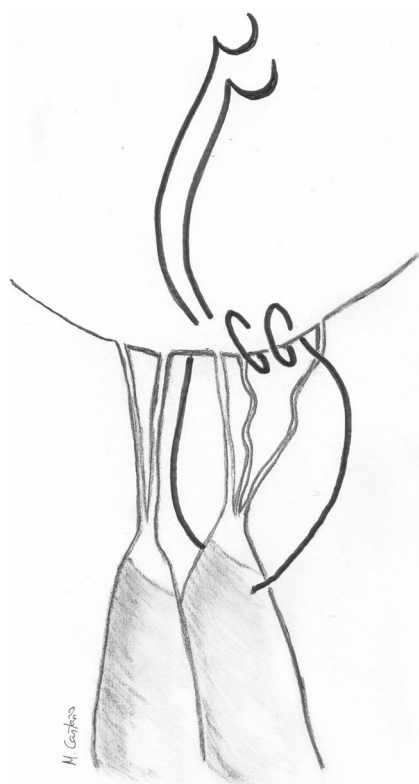


Figura 15. Implante de neocuerdas mediante sutura continua y referencia anular.

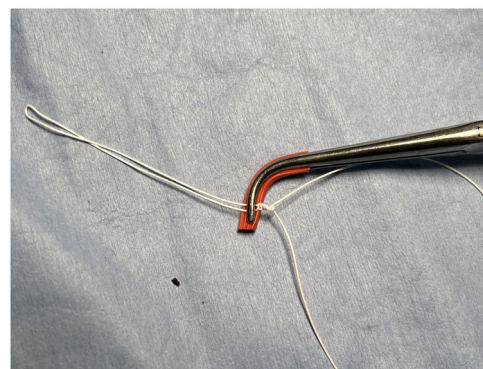


Figura 16. Fijación de altura de anudado mediante disector protegido en una de las fauces.



Figura 17. Clips hemostáticos para sujeción de la altura del nudo de la neocuerda (Hemo-o-lok®, Teleflex, Athlone, Irlanda).

Otros trabajos determinan anatómicamente la longitud de la cuerda tomando como punto de referencia el anillo mitral. García-Fuster et al. han descrito una ingeniosa técnica para prolapsos complejos multisegmento, tanto anteriores como comisurales o posteriores («folding technique»)⁵⁵. Tras su paso por el músculo papilar correspondiente, las neocuerdas se suturan a los segmentos prolapsantes del velo mediante varias pasadas sucesivas hasta una línea imaginaria que delimita la nueva línea de coaptación deseada. El borde libre del velo se sutura temporalmente al anillo mitral correspondiente mediante puntos de polipropileno 5/0 y las neocuerdas se anudan tomando como

referencia ese nivel anular (fig. 14). Los resultados descritos de esta técnica por los mismos autores a medio plazo han sido satisfactorios. Se trataron 68 pacientes de los cuales 12 padecían prolapso aislado de VAnt. De los 41 pacientes seguidos a dos años, siete presentaban IM leve residual sin regurgitación en el resto⁵⁶.

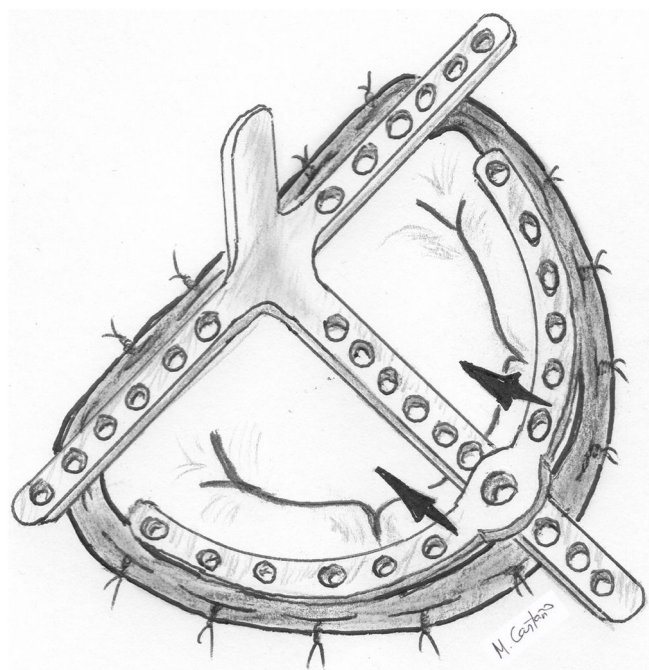


Figura 18. Dispositivo de anudado de neocuerdas (No-prolapse device, Labcor Laboratorios, Belo Horizonte, Brasil).

Este mismo concepto se utiliza en otra técnica que mide la longitud de las cuerdas equiparándola a la distancia entre el músculo papilar y el origen del VAnt en el anillo mitral correspondiente. La neocuerda se pasa inicialmente de cara atrial a ventricular en el segmento prolapsante del velo, después una única vez por el MPap y después de nuevo por el velo, a 1 cm de distancia de la pasada anterior. Después se realiza una pequeña sutura continua en el borde del velo hasta unir la salida de los dos cabos y se anuda (fig. 15). La longitud de las cuerdas se estima tensando la neocuerda hasta

que el nudo llega justo hasta el anillo anterior correspondiente al segmento a reparar⁵⁷.

Anudado de las neocuerdas

Una vez medida la longitud adecuada, se deben anudar las neocuerdas. El ePTFE es un material que, al ser anudado, se desliza muy fácilmente por lo que si se anuda en el aire sin resistencia siempre existe riesgo de acortar la longitud final de la cuerda, o de que el nudo quede excesivamente flojo en sus primeras lazadas e induzca el efecto contrario cuando el ciclo cardíaco hace que el velo empuje contra ellas en dirección atrial. Existen también múltiples técnicas para conseguir anudar a la altura deseada, alguna de las cuales ya se han mencionado.

La más utilizada es que el ayudante sujete firmemente y contra-traccione con un gancho de nervios a la altura del velo contralateral sano o a la altura elegida. También se ha propuesto marcar la altura elegida de la neocuerda con rotulador y después anudar sobre una pinza hemostática fijada en ese punto y protegida en una sola fauce para que ni traumatice la sutura ni permita que deslice el nudo³¹ (fig. 16). Chocron et al.⁵⁸ han propuesto fijar ambos cabos de la sutura a la altura elegida mediante clips hemostáticos removibles (Hem-o-lok®) que impiden que deslice el nudo y son atraumáticos para la sutura (fig. 17). Tras una mediana de 6,0 años de seguimiento en 47 pacientes sometidos a esta técnica, el 96% presentaba IM 0-1/4 y solo un paciente requirió reintervención por IM severa (no se especifica la causa de la IM), con una supervivencia a seis años de $87,2 \pm 5,2$ ⁵⁸.

También se han diseñado dispositivos para favorecer un anudado más firme y seguro. Ruyra et al.⁵⁹ propusieron un sistema compuesto por una zona en cruz que se fija temporalmente al anillo protésico y otra circular (el «arco») que se desliza sobre la anterior para superponerse a la línea de coaptación. El borde libre del velo por donde se han pasado las neocuerdas se anuda con suturas de polipropileno al dispositivo para fijarlo a nivel anular y después se anuda el Gore-tex® con precaución. El propio dispositivo supone una barrera mecánica para impedir al cirujano anudar la neocuerda demasiado tensa y corta o demasiado floja y larga

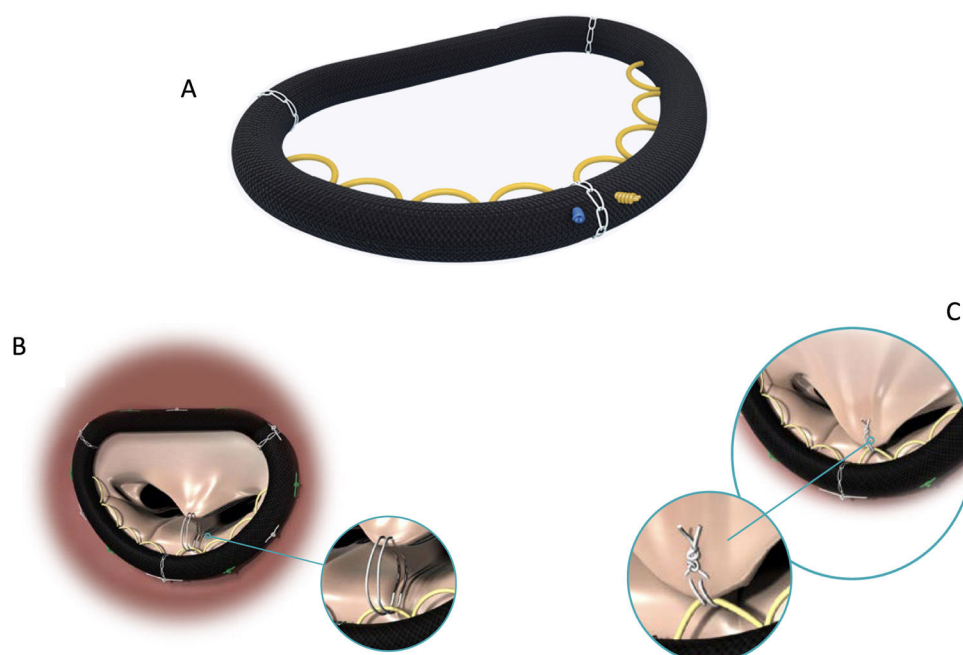


Figura 19. Anillo semirígido Memo 3 D Rechord (LivaNova PLC, Londres, Reino Unido). A: anillo de anuloplastia; B: pase de la neocuerda por las guías; C: anudado de la neocuerda a nivel anular.

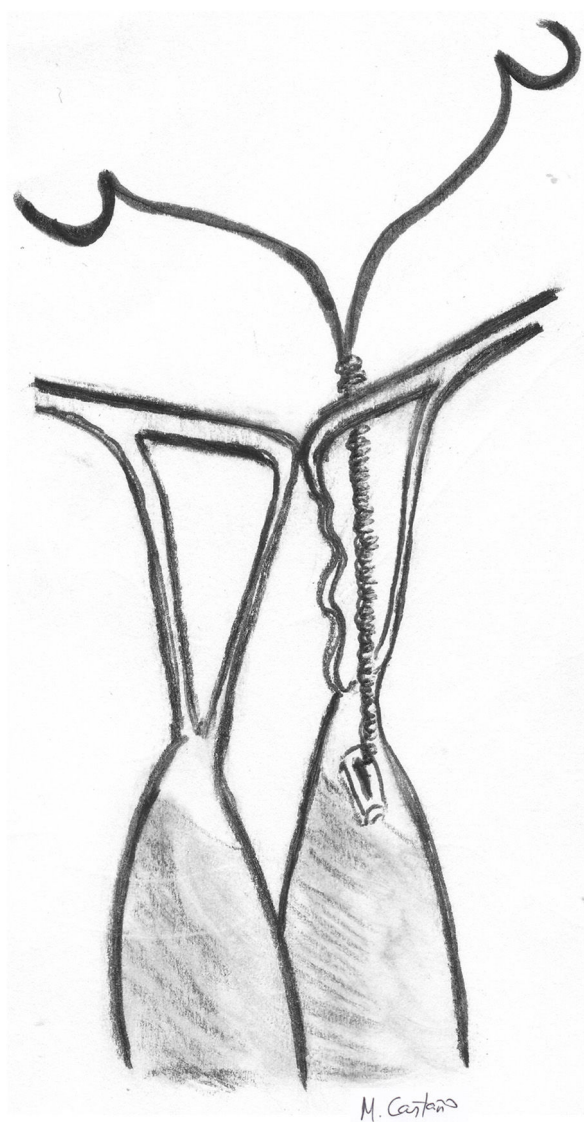


Figura 20. Técnica de anudado subvalvular de músculo a velo para medición de longitud de neocuerdas con efecto anti-deslizante.

(fig. 18). No se han descrito resultados a medio o largo plazo con este dispositivo.

Igualmente, se han diseñado anillos para anuloplastia que facilitan el anudado de las neocuerdas mediante suturas-guía sobre las que se puede apoyar el nudo de la neocuerda temporalmente antes de retirarlas (fig. 19).

Una técnica que intenta solucionar tanto la longitud de la cuerda como el deslizamiento del nudo ha sido descrita por Shudo et al.⁶⁰, quienes tras pasar la cuerda por el MPap la anudan múltiples veces hasta que la «torreta» de nudos llega a la altura del borde libre del VPost sano. Tras ello se pasa la sutura por el borde libre del velo y se anuda, con lo que resulta imposible que deslice el nudo en absoluto (fig. 20). Los resultados a cinco años en una serie corta de pacientes (n = 34) son buenos, con una libertad de IM recurrente de $94,0 \pm 4,0\%$. Un 24% de pacientes presentaban un gradiente medio > 5 mmHg en el seguimiento tardío. En el análisis multivariante se asociaron a gradientes elevados el uso de anillos completos (OR 8,9; IC al 95% 1,2–64; p = 0,031) y anillos de 26 mm (OR 7,5; IC al 95% 1,1–50; p = 0,037). Se realizó anuloplastia restrictiva uno o dos tamaños en todos los pacientes, lo cual pudo influir negativamente a ese respecto. El movimiento del segmento reparado por ecocardiografía fue visualmente normal y no se ha evidenciado

ruptura de neocuerdas durante el seguimiento, a pesar de utilizarse suturas de Gore-tex CV 5 en el inicio de la experiencia.

Técnicas de implantación de lazadas múltiples de cuerdas. Indicaciones, técnicas y resultados

Existen una serie de técnicas que igualmente implican el implante de neocuerdas pero que se basan en la implantación de lazadas múltiples de cuerdas (LMC), o «loops» de ePTFE. Esta técnica fue inicialmente descrita por von Oppell y Mohr³⁴, aunque David et al.⁶¹, describieron un procedimiento de reparación mitral con múltiples pasos laxos de sutura entre el borde libre del velo y el músculo papilar. Aunque puede aplicarse en ambos velos, destaca su utilidad para la corrección de los prolapsos del VAnt.

Básicamente, la LMC comprende un sistema preconfigurado de suturas de ePTFE que forman lazadas dependientes de un anclaje a un parche de teflón. Las longitudes de las lazadas pueden ser variables, en rangos entre los 14 y los 24 mm, pudiendo ser todos ellos iguales o de longitudes diferentes⁴⁰.

La LMC se inicia con la medición de la longitud normal de las cuerdas tendinosas nativas adyacentes a la zona de prolapso mediante un calibre convencional⁶² o especialmente diseñado con una ergonomía adecuada para el abordaje mitral abierto o por abordajes mini-invasivos⁶³ (fig. 21). La medición se suele realizar apoyando uno de los extremos del calibre en la inserción de las cuerdas tendinosas responsables del prolapso en el músculo papilar y el otro en el sitio de inserción del velo de las cuerdas adyacentes al prolapso, consideradas de longitud normal^{34,64}. En ausencia de segmento de referencia se sugiere realizar la medición desde la inserción de las cuerdas en el músculo papilar hasta el anillo nativo, a cuyo nivel coapta normalmente el VAnt. En otros trabajos se propone apoyar el calibre sobre el músculo papilar y ajustar el otro extremo en la línea de coaptación durante el test de suero de competencia valvular⁶⁵. Matsui et al.⁶⁶ han diseñado un calibre, con el extremo ventricular en forma de cúpula y el de los velos con forma de gancho, para facilitar la medición y anudado.

Con la longitud obtenida, algunos autores proponen la utilización de lazadas preformadas, que actualmente están disponibles comercialmente⁶³, mientras que otros prefieren construirlas anudándolas sobre el calibre manualmente con antelación a la intervención⁶² o durante la misma³⁴. Cagli et al.³⁰ idearon una ingeniosa forma de elaborar neocuerdas, hasta dos sets de lazadas con cada sutura de Gore-tex®. Tras calcular la longitud idónea de la neocuerda, se calcula el diámetro circular necesario para conseguir esa longitud mediante la fórmula:

$D = 2L/\pi$ donde D es el diámetro circular y L la longitud de la neocuerda.

Posteriormente, se realizan lazadas alrededor de un tallo de Hegar de dicho diámetro y tras cada lazada se aplican tres nudos. Cuando se han completado las lazadas requeridas, se pone otro tallo de Hegar adyacente del diámetro correspondiente a la 2ª longitud de neocuerda deseada y se realiza el mismo proceso. Finalmente se fijan ambas lazadas con otros tres nudos y ambas agujas se pasan por un parche para ser suturadas al MPap (fig. 22).

En cualquiera de estas técnicas el implante de las lazadas se inicia con su anclaje a la unión fibromuscular del músculo papilar, por medio de una sutura en U apoyada sobre el mismo parche de teflón que incorpora los loops. La sutura en U apoyada en parches puede inducir isquemia o distorsión del músculo papilar por lo que se ha propuesto realizar una pasada única sobre el papilar, sobre la que se anclan las múltiples lazadas utilizadas⁵⁸.

La fijación de las lazadas al borde libre del velo se realiza mediante suturas de ePTFE en la cara auricular del velo a 3–5 mm del borde libre, que se pasan desde la cara auricular para ser anudadas

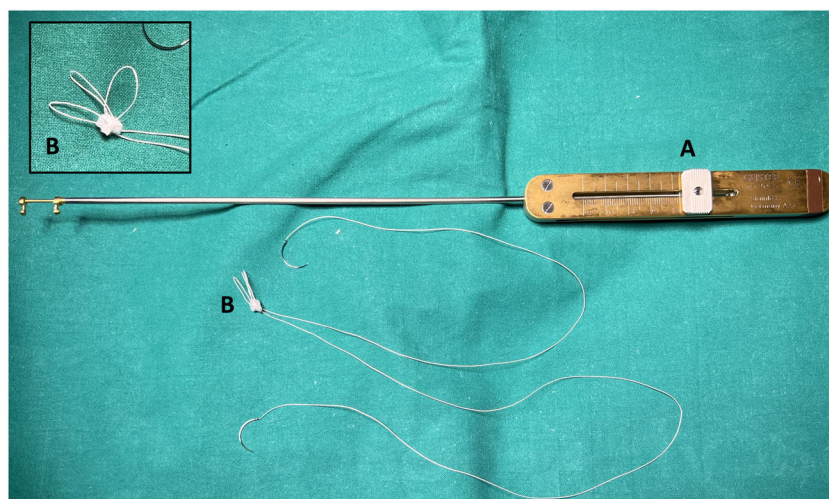


Figura 21. Calibrador de neocuerdas de Mohr (A) y lazadas múltiples para reemplazo de cuerdas (B).

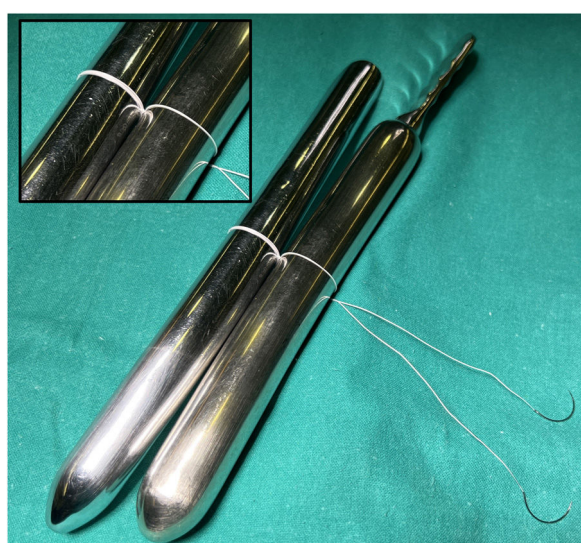


Figura 22. Lazadas múltiples para reemplazo de cuerdas tendinosas («loop technique») con medición mediante tallo de Hegar.

en la cara ventricular⁴⁰. Ello evita que los nudos interfieran con la coaptación valvular y se consigue cierta incurvación del borde libre «en palo de hockey» para conseguir mejor coaptación⁵⁶. La fijación de las lazadas al velo con otros materiales diferentes al ePTFE (polipropileno o poliéster trenzado) puede producir ruptura de las lazadas y fallo de la reparación⁶⁷. Esta filosofía soluciona en sí misma el problema de la fijación de la cuerda al velo y el deslizamiento de los nudos, ya que al anclarse al velo mediante suturas independientes no implica ningún riesgo de alargar o acortar la neocuerda.

Al igual que con el uso de cuerdas aisladas, es aconsejable que las lazadas no crucen la línea media para no provocar la aparición de fuerzas no fisiológicas durante el ciclo cardíaco^{56,65}.

La práctica totalidad de la evidencia disponible en cuanto a los resultados de la LMC hace referencia a experiencias unicéntricas. Diferentes trabajos confirman excelentes resultados a largo plazo con tasas de supervivencia y de libertad de reintervención a cinco años superiores al 95% y 92%, respectivamente⁶⁸. Los trabajos comparativos con otras técnicas son escasos. Algunos refieren mejoría de los resultados respecto a las técnicas resectivas⁶⁸ o al EtoE⁶⁹.

Dada la sencillez de su anclaje al borde libre del velo, se ha popularizado su utilización en el campo de la cirugía mínimamente invasiva^{65,68,69}, aunque no se dispone de estudios relevantes que comparen la LMC con las técnicas de implantación convencional de neocuerdas en el VAnt. En este tipo de cirugías se han utilizado U-clips de nitinol para fijar las cuerdas al velo⁷⁰.

Conclusiones

Actualmente, la RepM en el prolapso de VAnt por patología degenerativa se puede realizar con resultados similares a los obtenidos en el VPost. Existen multitud de técnicas validadas con buenos resultados a largo plazo entre las cuales destacan la implantación de neocuerdas de ePTFE, la técnica de borde-con-borde asociada a anuloplastia y la resección triangular en casos de prolapso limitados asociados a exceso de tejido. El seguimiento a largo plazo de los resultados de las diferentes técnicas es esencial para poder conjugar la sencillez y reproducibilidad de muchas de ellas con una adecuada durabilidad.

Financiación

No se ha obtenido financiación para este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no presentan conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Lazam S, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, Grigioni F, Suri RM, Avierinos JF, et al. Twenty-Year Outcome After Mitral Repair Vs. Replacement for Severe Degenerative Mitral Regurgitation: Analysis of a Large, Prospective, Multicenter. International Registry. *Circulation*. 2017;135:410–22.
2. Carpentier A, Chauvaud S, Fabiani JN, Deloche A, Relland J, Lessana A, et al. Reconstructive surgery of mitral valve incompetence: ten-year appraisal. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1980;79:338–48.
3. David TE, Ivanov J, Armstrong S, Christie D, Rakowski H. A comparison of outcomes of mitral valve repair for degenerative disease with posterior, anterior, and bileaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130:1242–9.
4. Carpentier A, Adams DH, Filsoufi F. Techniques in Type II Anterior Leaflet Prolapse. En: Carpentier A, editor. *Carpentier's Reconstructive Valve Surgery: From Valve Analysis to Valve Reconstruction*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2010. p. 95–114.
5. Galloway AC, Grossi EA, Bizakis CS, Ribakove G, Ursomanno P, Delianides J, et al. Evolving techniques for mitral valve reconstruction. *Ann Surg*. 2002;236:288–94.

6. Grossi EA, Galloway AC, LeBoutillier M, Steinberg B, Baumann FG, Delianides J, et al. Anterior leaflet procedures during mitral valve repair do not adversely influence long-term outcome. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25:134–6.
7. Saunders PC, Grossi EA, Schwartz CF, Grau JB, Ribakove GH, Culliford AT, et al. Anterior leaflet resection of the mitral valve. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;16:188–93.
8. Salati M, Moriggia S, Scrofani R, Santoli C. Chordal transposition for anterior mitral prolapse: early and long-term results. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997;11:268–73.
9. Bourguignon T, Mazine A, Laurin C, Bouchard D, Demers P, Pellerin M. Repair of Anterior Mitral Leaflet Prolapse: Comparison of Mid-Term Outcomes with Chordal Transposition and Chordal Replacement Techniques. *J Heart Valve Dis*. 2016;25:187–94.
10. Deloche A, Jebara VA, Relland JY, Chauvaud S, Fabiani JN, Perier P, et al. Valve repair with Carpentier techniques, The second decade. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1990;99:990–1001.
11. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, Abdallah F, Celestin JA, Meimoun P, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation*. 2001;104:18–11.
12. Schubert SA, Mehaffey JH, Charles EJ, Kron IL. Mitral Valve Repair: The French Correction Vs. the American Correction. *Surg Clin North Am*. 2017;97:867–88.
13. Phillips MR, Daly RC, Schaff HV, Dearani JA, Mullany CJ, Orszulak TA. Repair of anterior leaflet mitral valve prolapse: chordal replacement vs. chordal shortening. *Ann Thorac Surg*. 2000;69:25–9.
14. Smedira NG, Selman R, Cosgrove DM, McCarthy PM, Lytle BW, Taylor PC, et al. Repair of anterior leaflet prolapse: chordal transfer is superior to chordal shortening. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996;112:287–91, discussion 291–2.
15. Alfieri O, Maisano F. An effective technique to correct anterior mitral leaflet prolapse. *J Card Surg*. 1999;14:468–70.
16. Pfannmüller B, Seeburger J, Davierwal P, Mohr FW. Repair of the anterior mitral leaflet prolapse. *Expert Rev Med Devices*. 2014;11:89–100.
17. Hirji SA, Del Val FR, Yazdchi F, Lee J, Ejirofor J, Kolkailah AA, et al. Mitral valve repair using edge-to-edge technique in various situations: real-world experiences. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;56:1110–6.
18. De Bonis M, Lapenna E, Alfieri O. Edge-to-edge Alfieri technique for mitral valve repair: which indications? *Curr Opin Cardiol*. 2013;28:152–7.
19. Glower DD, Desai B, Mackensen GB. Early Results of Edge-to-Edge Alfieri Mitral Repair Via Right Mini-Thoracotomy in 68 Consecutive Patients. *Innovations (Phila)*. 2009;4:256–60.
20. Alfieri O, De Bonis M, Lapenna E, Regesta T, Maisano F, Torracca L, et al. Edge-to-edge repair for anterior mitral leaflet prolapse. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;16:182–7.
21. De Bonis M, Lapenna E, Taramasso M, La Canna G, Buzzatti N, Pappalardo F, et al. Very long-term durability of the edge-to-edge repair for isolated anterior mitral leaflet prolapse: up to 21 years of clinical and echocardiographic results. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148:2027–32.
22. De Bonis M, Lapenna E, Pozzoli A, Giacomini A, Alfieri O. Edge-to-edge surgical mitral valve repair in the era of MitraClip: what if the annuloplasty ring is missed? *Curr Opin Cardiol*. 2015;30:155–60.
23. Bhattacharya S, He Z. Annulus tension of the prolapsed mitral valve corrected by edge-to-edge repair. *J Biomech*. 2012;45:562–8.
24. Maisano F, Caldarola A, Blasio A, De Bonis M, La Canna G, Alfieri O. Midterm results of edge-to-edge mitral valve repair without annuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126:1987–97.
25. Dreyfus GD, Bahrami T, Alayle N, Mihealainu S, Dubois C, De Lentdecker P. Repair of anterior leaflet prolapse by papillary muscle repositioning: a new surgical option. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:1464–70.
26. Tomšić A, Klautz RJM, van Brakel TJ, Ajmone Marsan N, Versteegh MIM, Palmen M. Papillary muscle head repositioning for commissural prolapse in degenerative mitral valve disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;27:124–30.
27. Adams DH, Kadner A, Chen RH. Artificial mitral valve chordae replacement made simple. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:1377–88, discussion 1378–9.
28. Hata H, Fujita T, Shimahara Y, Sato S, Ishibashi-Ueda H, Kobayashi J. A 25-year study of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene in mitral valve repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;20:463–8, discussion 468.
29. Maeda S, Funatsu T, Kondoh H, Shibukawa T, Yokota T, Kainuma S, et al. Intermediate-term outcomes of our original multiple-knot technique using ePTFE sutures for anterior mitral leaflet prolapse. *Surg Today*. 2019;49:350–6.
30. Cagli K. A simple method of making artificial chordal loops for mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2010;89:e12–24.
31. Chan DT, Chiu CS, Cheng LC, Au TW. Artificial chordae: a simple clip and tie technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:1567–9.
32. David TE, Armstrong S, Ivanov J. Chordal replacement with polytetrafluoroethylene sutures for mitral valve repair: a 25-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145:1563–9.
33. Fattouch K, Bianco G, Sbraga F, Sampognaro R, Ruvolo G. Simple, safe and easy technique to ensure the correct length of artificial chordae in mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2007;83:1902–3.
34. von Oppell UO, Mohr FW. Chordal replacement for both minimally invasive and conventional mitral valve surgery using premeasured Gore-Tex loops. *Ann Thorac Surg*. 2000;70:2166–8.
35. Lawrie G, Zoghbi W, Little S, Shah D, Earle N, Earle E. One Hundred Percent Reparability of Mitral Prolapse: Results of a Dynamic Nonresectional Technique. *Ann Thorac Surg*. 2021;112:1921–8.
36. Coutinho GF, Carvalho L, Antunes MJ. Acute mitral regurgitation due to ruptured ePTFE neo-chordae. *J Heart Valve Dis*. 2007;16:278–81.
37. Yamashita MH, Skarsgard PL. Intermediate and early rupture of expanded polytetrafluoroethylene neochordae after mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2011;92:341–3.
38. Bortolotti U, Celiento M, Pratali S, Anastasio G, Pucci A. Recurrent mitral regurgitation due to ruptured artificial chordae: case report and review of the literature. *J Heart Valve Dis*. 2012;21:440–3.
39. Bortolotti U, Milano AD, Frater RW. Mitral valve repair with artificial chordae: a review of its history, technical details, long-term results, and pathology. *Ann Thorac Surg*. 2012;93:684–91.
40. Di Bacco L, Miceli A, Glauber M. Mitral Valve Repair Techniques With Neochords: When Sizing Matters. *Innovations (Phila)*. 2020;15:22–5.
41. Ibrahim M, Rao C, Athanasios T. Artificial chordae for degenerative mitral valve disease: critical analysis of current techniques. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012;15:1019–32.
42. Wei L, Jiang L, Li Y. The use of artificial chordae in mitral valve repair. *J Card Surg*. 2017;32:250–8.
43. Tabata M, Hiraiwa N, Kawano Y, Nakatsuka D, Hoshino S. A Simple, Effective, and Inexpensive Technique for Exposure of Papillary Muscles in Minimally Invasive Mitral Valve Repair: Wakka Technique. *Ann Thorac Surg*. 2015;100:e59–61.
44. Perier P, Hohenberger W, Lakew F, Batz G, Urbanski P, Zacher M, et al. Toward a new paradigm for the reconstruction of posterior leaflet prolapse: mid-term results of the «respect rather than resect» approach. *Ann Thorac Surg*. 2008;86:718–25, discussion 718–25.
45. Safadi F, Yilmaz A, Glauber M. New Adjustable Artificial Chord For Mitral Repair Innovative Method To Ensure Accurate Length. *ISMICS Annual Scientific Meeting*. ISMICS Annual Scientific Meeting. 2018.
46. Perier P. Technical pearls in mitral valve repair: surgical video tour in neochordae adjustment for anterior leaflet prolapse. The «temporary edge-to-edge»: surgical video. Barcelona, Spain: EACTS Annual Meeting; 2021.
47. Cimen S, Ketenci B, Ozay B, Demirtas M. Neo-chordae length adjustment in mitral valve repair. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2006;29:843–54.
48. Duran CM, Pekar F. Techniques for ensuring the correct length of new mitral chords. *J Heart Valve Dis*. 2003;12:156–61.
49. Moorjani N, Viola N, Janusauskas V, Livesey S. Adjusting the length of artificial polytetrafluoroethylene chordae in mitral valve repair by a single loop technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138:1441–52.
50. De Bonis M. Technical pearls in mitral valve repair: surgical video tour in neochordae adjustment for anterior leaflet prolapse. Try the «Dubai stitch». Barcelona, Spain: EACTS Annual Meeting; 2021.
51. Calafiore AM. Choice of artificial chordae length according to echocardiographic criteria. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:375–87.
52. Neely RC, Borger MA. Myxomatous Mitral Valve Repair: Loop Neochord Technique. *Operative Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;20:106–23.
53. Zwoliński R, Marcinkiewicz A, Szymczyk K, Drożdż J, Jaszczyński R, Jegier B. Computed tomography angiography for imaging results of neochordal mitral valve repair. *Kardiologichirurgia Pol*. 2017;14:89–92.
54. Sturla F, Onorati F, Votta E, Pechlivanidis K, Stevanella M, Milano AD, et al. Is it possible to assess the best mitral valve repair in the individual patient? Preliminary results of a finite element study from magnetic resonance imaging data. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148:1025–34, discussion 1034.
55. García-Fuster R, Gil O, Vazquez A, García A, Martínez-León J. The folding leaflet: a simple method for neochordal repair. *Ann Thorac Surg*. 2010;89:1682–94.
56. García Fuster R, Martín E, Paredes F, Mena A, Cánovas S, Gil O, et al. Artificial chordae in the setting of complex mitral valve repair: early outcomes using the folding leaflet technique. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014;18:586–95.
57. Hodges K, Mick S, Wierup P, Burns DJP, Gillinov M. Mitral valve repair: Five techniques for 95% repair. *CTSNet Videos*. Disponible en: <https://www.ctsnet.org/article/mitral-valve-repair-five-techniques-95-repair>
58. Chocron S. Removable clips for mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;133:1682–93.
59. Ruyra-Baliarda X. Preliminary experience with the no prolapse system. A new device for ensuring the proper length of artificial chordae in mitral valve repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010;10:165–7.
60. Shudo Y, Taniguchi K, Takahashi T, Matsue H. Simple and easy method for chordal reconstruction during mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2006;82:348–59.
61. David TE. Replacement of chordae tendineae with expanded polytetrafluoroethylene sutures. *J Card Surg*. 1989;4:286–90.
62. Axtell AL, Moonsamy P, Dal-Bianco JP, Passeri JJ, Sundt TM, Melnitchouk S. Minimally Invasive Nonresectional Mitral Valve Repair Can Be Performed With Excellent Outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2020;109:437–44.
63. Seeburger J, Noack T, Winkfein M, Ender J, Mohr FW. Loop technique. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2010;2010, mmcts.2010.004523.
64. Gillinov M, Quinn R, Kerendi F, Gaudiani V, Shemin R, Barnhart G, et al. Premeasured Chordal Loops for Mitral Valve Repair. *Ann Thorac Surg*. 2016;102:e269–71.
65. Pfannmüller B, Seeburger J, Misfeld M, Borger MA, Garbade J, Mohr FW. Minimally invasive mitral valve repair for anterior leaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;146:109–13.
66. Matsui Y, Fukada Y, Naito Y, Sasaki S, Yasuda K. A new device for ensuring the correct length of artificial chordae in mitral valvuloplasty. *Ann Thorac Surg*. 2005;79:1064–5.
67. Bozso SJ, Shan SD, Nagendran J. Is there a problem with respect? Risk of neo-chordal rupture. *Curr Opin Cardiol*. 2020;35:101–6.

68. Pfannmueller B, Misfeld M, Verevkin A, Garbade J, Holzhey DM, Davierwala P, et al. Loop neochord vs. leaflet resection techniques for minimally invasive mitral valve repair: long-term results. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021;59:180–6.
69. da Rocha ESJG, Spampinato R, Misfeld M, Seeburger J, Pfanmüller B, Eifert S, et al. Barlow's Mitral Valve Disease: A Comparison of Neochordal (Loop) and Edge-To-Edge (Alfieri) Minimally Invasive Repair Techniques. *Ann Thorac Surg.* 2015;100:2127–33, discussion 2133–5.
70. Smith JM, Stein H. Endoscopic placement of multiple artificial chordae with robotic assistance and nitinol clip fixation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135:610–4.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es