

El istmo mitral: la clave del éxito en la cirugía de Cox-maze

Ovidio A. García-Villarreal

Consultante en Cirugía Cardíaca. Monterrey, Nuevo León, MÉXICO.

El procedimiento de Cox-maze ha sido diseñado para eliminar cualquier tipo de fibrilación auricular ó flutter. Es un procedimiento quirúrgico que está compuesto por una serie de incisiones quirúrgicas ó líneas de quemadura estratégicamente colocadas para eliminar ó interrumpir cualquier macro-circuito de reentrada ó rotor en ambas aurículas. Esto es posible gracias a un patrón de lesiones biauricular completo. Este es un *non-focal approach*, razón por la cual es altamente efectivo eliminando la fibrilación auricular en una sola etapa. Cada una de estas lesiones del Cox-maze son críticas, teniendo siempre que estar ancladas a uno de los anillos valvulares, o a otra lesión en sí misma. También tienen que cruzar en su totalidad la extensión de tejido miocárdico auricular antes de terminar en alguno de sus extremos. La más crítica de todas ellas, debido a la complejidad de la anatomía que en ella se encuentra, es la lesión del istmo mitral. El fallo en su correcta ejecución determina hasta 15-20% de fracaso en el procedimiento de Cox-maze. La cryoablación doblemente aplicada en esta zona es la única fuente de energía alternativa capaz de lograr una tasa de éxito cercana al 90%. Analizamos el detalle en este manuscrito.

Palabras clave: Crioablación; Cox-maze; Fibrilación auricular; Flutter auricular; Istmo mitral; Seno coronario.

The Cox-maze procedure has been designed in order to eliminate any type of atrial fibrillation or flutter. This is a surgical one that is compounded by a series of a surgical incisions or burn lines being strategically placed in order to avoid or even interrupt all possible macro-reentrant circuit or rotor in both atria. All this above thanks to a full bi-atrial lesion pattern. This is a non-focal approach. This is why this kind of procedure is highly effective in eliminating atrial fibrillation in one-go, in one-single step. Each of these lesions must be perfectly anchored on another previous lesion or on any of the valvular annuli. In addition, lesions must be placed all across the atrial myocardium before finishing themselves. The most critical one of all these is the one which is placed on the mitral isthmus. An improper performance in the mitral isthmus line may represent up to 20% in the failure rate after Cox-maze procedure. Cryoablation is the only highly effective alternative energy that can get a success rate as effective as 90% when applying on this area. We analyze some details in respect thereof herein.

Palabras clave: Cryoablation; Cox-maze; Atrial fibrillation; Atrial flutter; Mitral isthmus; Coronary sinus.

(*Cir Card Mex* 2018; 3(3): 70-77)

© 2018 por la Sociedad Mexicana de Cirugía Cardíaca, A.C.



La fibrilación auricular (FA) es la arritmia más común alrededor del mundo. Algunos datos interesantes concernientes a esta arritmia son que la presencia de FA no-valvular aumenta la posibilidad de stroke hasta en 5 veces [1]. Cuando se trata de FA valvular, esta misma posibilidad aumenta hasta en 17 veces [2]. Además, la posibilidad de muerte aumenta hasta casi el doble [3]. El uso de medicamentos anticoagulantes orales como la warfarina reducen la posibilidad de stroke. Sin embargo, el riesgo de mortalidad no se disminuye aún con el uso de anticoagulantes orales [4].

Según datos extraídos de un reporte de la National Database de la Society of Thoracic Surgeons en 2014; de cada 100 pacientes que se someten a cirugía cardíaca primaria electiva, aproximadamente 12% de éstos presentan FA preoperatoria, y de éstos sólo el 39% son sometidos a ablación quirúrgica de

la FA en forma concomitante [5].

El procedimiento de Cox-maze es un procedimiento quirúrgico que ha sido diseñado para eliminar cualquier tipo de FA ó flutter. El primer procedimiento quirúrgico utilizado en un ser humano, dentro de la gama de los mazes, fue la transección auricular, el 13 de Octubre de 1986. No obstante, este paciente desarrolló nuevamente FA al quinto mes postoperatorio. Las subsecuentes modificaciones al procedimiento dieron origen al procedimiento de Cox-maze, tal como lo conocemos hoy en día. En su etapa como Cox-maze I, éste fue utilizado por primera vez por el Dr. James L. Cox el 25 de Septiembre de 1987. El segundo paciente sometido al Cox-maze I fué el mismo paciente anteriormente descrito de transección auricular, la cual fue convertida quirúrgicamente a un Cox-maze I. Esta se llevó a efecto en 1988 [6] [Comunicación personal, Dr. James L. Cox, 2014].

De este punto en adelante hasta nuestros días, ha habido varias modificaciones del procedimiento. En un esfuerzo por mejorar la respuesta cronotrópica y función de transporte de las aurículas, este procedimiento se ha modificado en varias ocasiones, pasando del Cox-maze I, al Cox-maze II, Cox-maze III (todos ellos realizados mediante el tradicional corte-y-sutura), hasta alcanzar el climax mediante el Cox-maze IV, el cual utiliza fuentes de energía alternativa para subsituir las incisiones quirúrgicas por líneas de quemadura [7].

El punto clave para comprender cómo funciona el procedimiento de Cox-maze está basado en dos premisas. A saber, cualquier tipo de FA es fundamentalmente una arritmia de reentrada; el diámetro mínimo de un macro-circuito de reentrada para sostener FA en la aurícula izquierda es ≥ 5 a 6 cm, y todavía mayor en la aurícula derecha [6,7]. De tal manera que si se colocan dos incisiones quirúrgicas ó líneas de quemadura separadas una de la otra a menos de 5 cm, no habrá espacio, no habrá suficiente tejido para que el macro-circuito de reentrada sea sostenido. Así, la conclusión final de esto es que no habrá más FA en este tejido auricular [7] [Comunicación Personal, Dr. James L. Cox, 2016].

No obstante su alta efectividad para la recuperación del ritmo sinusal, el procedimiento de Cox-maze III no ha sido ampliamente aceptado en todo el mundo. Esto es debido a que es un procedimiento quirúrgico muy demandante y técnicamente difícil de ejecutar. Es decir, es tan complejo (9.5 en escala del 0 al 10), siendo su adaptabilidad mínima (0.5 de 10). Esto resuta en una operación que a pesar de ser sumamente segura (mortalidad operatoria $< 1\%$ y efectividad de 98%) ha tenido poco efecto en el número total de pacientes beneficiados por éste mismo [8].

A partir del 2002 se empezaron a utilizar las fuentes de energía alternativas para crear líneas de quemadura en el miocardio auricular, substituyendo las incisiones quirúrgicas. Ambos métodos tienen por objeto crear fibrocitos, los cuales no conducen el estímulo eléctrico y actúan como barrera física y funcional a través del Cox-maze. Cuando se utiliza energía alternativa para crear el Cox-maze, éste se denomina Cox-maze IV [9].

La manera de cómo se llegó desde el modelo del mapa eléctrico de laboratorio hasta el Cox-maze procedure sobre el tejido auricular ha sido por demás extraordinaria. Esto ha sido descrito en una forma impecable por el Dr. Cox [6,7], además de incontables ocasiones de comunicación personal, con las que me ha honrado reiterativamente el Profesor James L. Cox.

Uno de los puntos fundamentales es que todas las incisiones ó líneas de quemadura tienen que estar ancladas en alguno de los anillos valvulares nativos (mitral ó tricuspídeo) ó sobre alguna de las demás incisiones. Y éstas tienen que cruzar todo el miocardio auricular, de tal manera que los extremos de cada incisión ó línea de quemadura terminan sobre el tejido que no es miocardio auricular, ó bien ancladas como se describió anteriormente. Este es el caso de la línea ó incisión intercaval, la cual tiene que alcanzar la vena cava superior y

la vena cava inferior. En el caso de la línea del istmo mitral, existe cierto grado de dificultad para lograr este objetivo. Uno de los requisitos *sine qua non* para utilizar cualquier energía alternativa para substituir las incisiones quirúrgicas en el Cox-maze es la transmuralidad y la uniformidad de la línea de quemadura. En términos generales, solamente existen dos tipos de energía alternativa que pueden lograr estos dos objetivos en forma satisfactoria: radiofrecuencia bipolar y cryoterapia, ó una combinación específica de ambos [10].

El istmo mitral es una región anatómica bien definida en la superficie del endocardio de la aurícula izquierda [11]. Comprende con exactitud el espacio entre el orificio de la vena pulmonar inferior izquierda y el anillo mitral. Por comodidad, podemos utilizar este mismo nombre para la región anatómica comprendida entre el orificio de la vena pulmonar inferior derecha y el anillo mitral.

La línea del istmo mitral es una parte sumamente peculiar en el procedimiento de Cox-maze. Esto es debido a su anatomía tan compleja [12,13]. Cuando esta línea mitral del istmo no es ejecutada correctamente, la tasa de fracaso es del 15-20% [14,15]. Habitualmente, el seno coronario se encuentra localizado sobre el epicardio auricular. Sin embargo, entre éste y el verdadero anillo mitral (que es donde se tiene que anclar esta línea del maze) hay una distancia de 2 a 3 cm. Esta distancia se puede apreciar mejor desde dentro del corazón cuando se realiza la disección mediante corte-y-sutura durante el procedimiento de Cox-maze III clásico (Fig. 1).

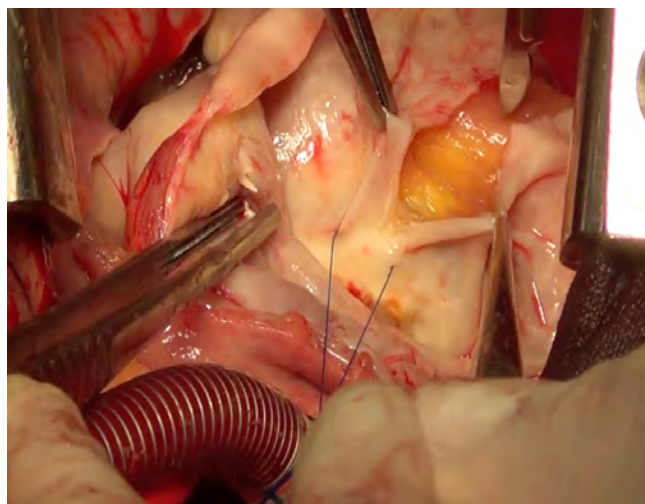


Figura 1. Línea del istmo mitral. Nótese la distancia que existe entre el seno coronario (el bisturí se localiza encima de éste) y el verdadero anillo mitral (la sutura está colocada en el anillo). La grasa que se observa corresponde a la grasa epicárdica del ventrículo izquierdo, la cual se imbrica en esta zona. Vista desde el interior del corazón.

Si se trata de ejecutar esta lesión del Cox-maze por medio del clamp de radiofrecuencia bipolar, basta con analizar la anatomía de esta área anatómica para comprender que el porcentaje de fallas puede ser alto (Fig. 2). En este punto encontramos dos grandes dilemas: el grosor del istmo mitral aledaño al anillo mitral es en promedio de alrededor de 2 cm

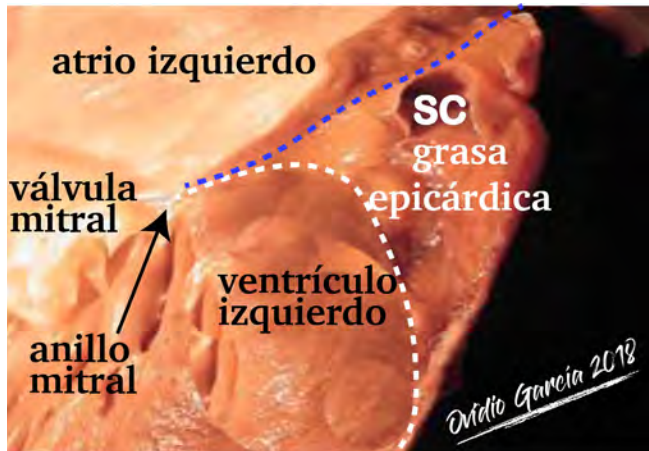


Figura 2. Anatomía del istmo mitral. Nótese la relación entre todas las estructuras que forman el istmo mitral como el surco atrioventricular izquierdo. La línea discontinua en blanco indica la superficie del ventrículo izquierdo. La línea discontinua en azul indica el margen de la superficie epicárdica de la aurícula izquierda. SC: Seno coronario.

de grosor, y la arteria coronaria circunfleja puede ser lesionada por la radiofrecuencia. Referente al primer punto, se puede realizar la línea de quemadura en el istmo mitral con el clamp de radiofrecuencia bipolar. La manera más segura y eficaz para garantizar el éxito en la misma, es quemando con la pinza bipolar desde el box de las venas pulmonares, en dirección en línea recta hacia la conjunción de P2-P3 de la mitral. El extremo distal de la pinza no debe ir más allá del seno coronario. Se prefiere realizar de esta manera debido al grosor del surco atrio-ventricular izquierdo en esta zona, así como a la posible lesión de la arteria circunfleja (Fig. 3).

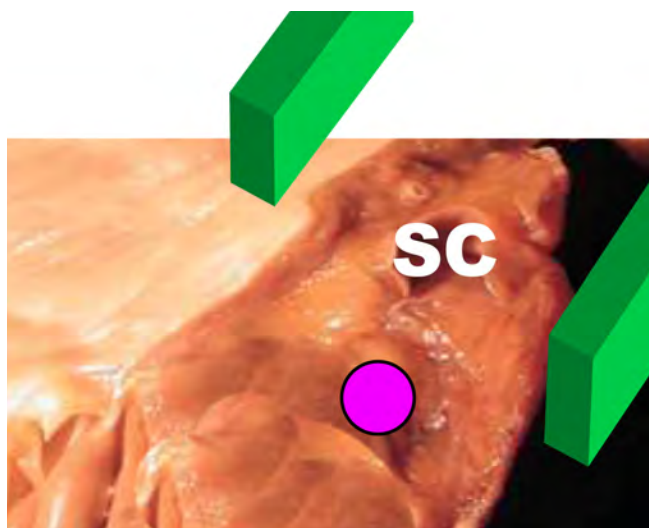


Figura 3. Aplicación del clamp bipolar, esquemáticamente hablando, a nivel del istmo mitral. El círculo de color morado indica la arteria circunfleja. En color verde están representados ambos brazos de la pinza de radiofrecuencia bipolar SC: Seno coronario.



Figura 4. Vista posterior del Cox-maze IV a nivel del istmo mitral. Se puede observar la complejidad anatómica entre el seno coronario, anillo mitral y surco atrio-ventricular izquierdo. La flecha señala la línea de quemadura con radiofrecuencia bipolar a nivel del istmo mitral.

En la Figura 4 se ilustra la ubicación de la línea de quemadura en el istmo mitral con radiofrecuencia bipolar en la superficie externa del corazón. Es esta misma ilustración se hace evidente la imposibilidad para alcanzar en forma segura el anillo mitral en el surco atrio-ventricular izquierdo. Existe la posibilidad de que la transmuralidad no sea completa en esta zona debido al grosor de la misma, de casi 2 cm en promedio. La manera propuesta para lograr éxito tratando esta zona anatómica con energía alternativa es aplicando crioterapia por dentro y fuera de la aurícula izquierda (Fig. 5).

La aplicación de la crioterapia se realiza en dos etapas. Una de ellas comprende la liberación de la criolesión sobre el endocardio auricular, desde el nivel del seno coronario en donde llegó el nivel máximo de la radiofrecuencia hasta alcanzar el anillo mitral. La otra etapa consiste en aplicar crioterapia directamente sobre la superficie externa del seno coronario exactamente en el lugar que hace bisectriz con la línea del istmo mitral (Fig. 5).

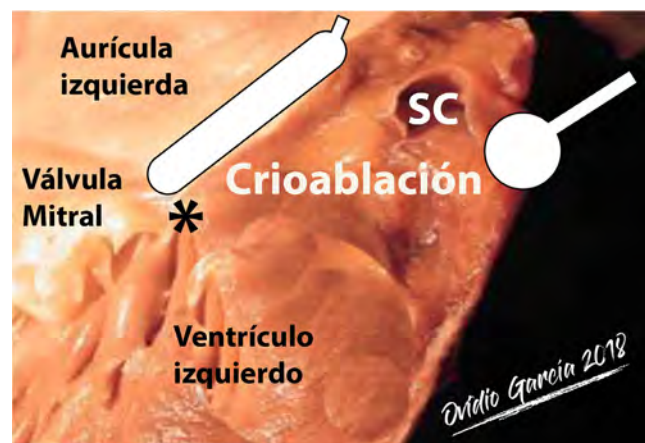


Figura 5. Aplicación de crioterapia en el istmo mitral. La aplicación de crioterapia se realiza sobre el endocardio, y luego sobre el epicardio directamente sobre el seno coronario. El asterisco representa el anillo mitral.

Existen fibras musculares estriadas rodeando la pared venosa del seno coronario en forma consistente desde el orificio el seno coronario en la aurícula derecha, extendiéndose todo a lo largo del mismo hasta alcanzar la válvula de Vieussens, recorriendo en promedio casi 5 cm. estas fibras tienen conexión con el miocardio auricular izquierdo en su trayectoria hacia la válvula de Vieussens. Esto representa la posibilidad de propagación eléctrica interatrial [16]. La aplicación de crioterapia directamente sobre la superficie externa del seno coronario ha demostrado ser efectiva para eliminar la posibilidad de conducción eléctrica a través del seno coronario [15].

El objetivo de este artículo es observar la tasa de éxito del Cox-maze cuando no se aplica crioblación en el istmo mitral.

MATERIAL Y MÉTODOS

De Enero del 2011 a Octubre del 2014, se operaron 36 pacientes de enfermedad valvular mitral de origen reumático y fibrilación auricular persistente de larga evolución. Todos los pacientes se sometieron a un procedimiento de Cox-maze III estándar mediante corte-y-sutura (aplicando la modificación mexicana descrito por García-Villarreal) [17]. Debido a que no se contaba institucionalmente con el insumo, no se utilizó crioblación en ninguno de los casos. En todos los casos, el procedimiento de Cox-maze III se aplicó como cirugía concomitante. Las demás características basales preoperatorias de los pacientes se puede ver en la **Tabla 1**.

En todos los casos, el seguimiento se efectuó mediante análisis de cada paciente a través de la consulta externa y la obtención de un estudio Holter de 24 horas a los 3, 6, 12 meses, y posteriormente cada 6 meses, en forma subsecuente. El punto final primario fue la libertad de cualquier taquiarritmia auricular, incluyendo principalmente la FA.

Las variables cuantitativas se describen como medias y desviación estándar; las variables cualitativas como frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

Los resultados grupales transoperatorios y postoperatorios se pueden consultar en la **Tabla 2**.

La conversión a ritmo sinusal se logró en el 92%, 92%, 92%, 89%, 86%, 83%, 82% y 80% a los 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 3 años, 4 años, 5 años, y 7 años, respectivamente. Cuando se considera el rubro de pacientes libres de medicamentos antiarrítmicos, encontramos las siguientes cifras: 92%, 92%, 92%, 83%, 81%, 75%, 69%, y 66% a los 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 3 años, 4 años, 5 años, y 7 años (**Fig. 6**).

El uso ulterior a los 3 meses postoperatorios de antivitaminicos K (warfarina) dependió, entre otros factores, del tipo de cirugía mitral realizada: 28 pacientes (77.8%) fueron acreedores a la instalación de una bioprótesis mitral; 6 (16.7%) fueron sometidos a un reemplazo valvular mecánico; y 2 (5.6%) a una reparación de la válvula mitral. En todos los pacientes

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS PREOPERATORIAS

VARIABLE	N	%
Total de pacientes	36	100
Edad (años)	51.7 ± 8.4	-
Género femenino	26	72.3
Clase funcional (NYHA)	2.4 ± 0.5	-
Enfermedad reumática mitral	36	100
Stroke	4	11.1
Duración de la FA (años)	4.9 ± 2.1	2.5
Tamaño de la aurícula izquierda (cm)*	6.1x7.4x6.2	-
Trombo en aurícula izquierda/orejuela	8	22.2
FEVI (%)	53.5 ± 6	-
PSAP (mmHg)	50 ± 16	-
Síntomas debidos a la FA	36	100
Medicamentos antiarrítmicos (≥ 2)	36	100
Diabetes mellitus	5	13.9
Hipertensión arterial sistémica	7	13.9

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo; NYHA: New York Heart Association; PSAP: Presión sistólica de la arteria pulmonar.

* Los valores de la aurícula izquierda están estimados en tres dimensiones por ecocardiografía transtorácica (diámetros anteroposterior-superoinferior-transversal) y son expresados en cm.

la etiología de la enfermedad mitral fué de origen reumático.

La mortalidad operatoria fue de dos casos (5.6%), ninguno de los cuales estuvo relacionado con el procedimiento quirúrgico en cuestión.

TABLA 2. RESULTADOS OPERATORIOS

VARIABLE	N	%
Cox-maze III (corte-y-sutura)	36	100
Implante bioprótesis mitral	28	77.8
Implante de prótesis mecánica mitral	6	16.7
Reparación valvular mitral	2	5.5
Procedimiento primario combinado	5	13.9
Tiempo de DCP (min)	175 ± 22	-
Tiempo de pinzado aórtico (min)	135 ± 28	-
Tamaño de la aurícula izquierda (cm)*	4.3x5.6x5.1	-
Sangrado postoperatorio 24 hrs (mL)	555 ± 218	-
Reoperación por sangrado	2	5.5
Stroke	0	0
Estancia en UCI (días)	4 ± 2	-
Estancia intrahospitalaria (días)	8 ± 6	-
Marcapaso definitivo	3	8.3
Mortalidad operatoria	2	5.6

DCP: derivación cardiopulmonar; UCI: Unidad de cuidados intensivos.

* Los valores de la aurícula izquierda están estimados en tres dimensiones por ecocardiografía transtorácica (diámetros anteroposterior-superoinferior-transversal) y son expresados en cm.

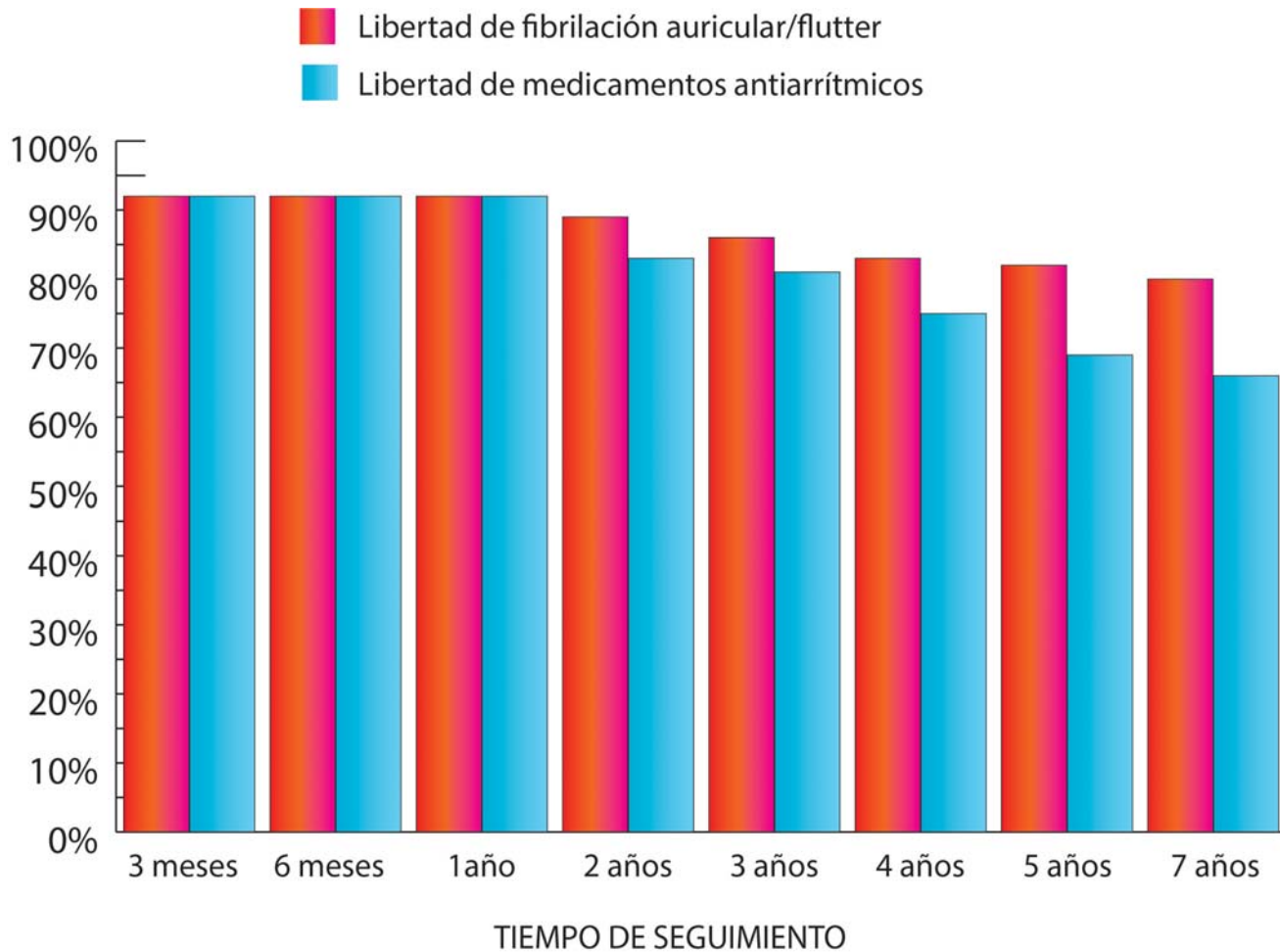


Figura 6. Gráfica indicativa de la libertad de cualquier taquiarritmia auricular, a partir de 3 meses después del Cox-maze. El seguimiento es hasta 7 años.

DISCUSIÓN

En términos de efectividad, el procedimiento de Cox-maze tiene una tasa superior al 90% en la recuperación del ritmo sinusal en seguimientos superiores a 5 años [18]. Sin embargo, cuando se comparan los diversos resultados de algunos meta-análisis [19,20], aún cuando la evidencia indica claramente que los argumentos están a favor de utilizar este procedimiento para eliminar la FA preoperatoria, la tasa de efectividad para la libertad de FA es notablemente inferior a lo reportado por grupos específicos [18]. Niv Ad ha enfatizado la necesidad de una estandarización en este procedimiento quirúrgico. En la gran mayoría de los casos, los resultados imperfectos son debidos a errores técnicos ó a una aplicación incompleta del set de lesiones. Es decir, existe una falta de estandarización en la forma de utilizar las fuentes de energía alternativa, así como en la selección del set de lesiones [21]. Esto se hace aún más evidente cuando se compara el uso de energía alternativa entre los diversos hospitales. En el CURE-AF trial la tasa de éxito para eliminar la FA es tan amplia variando entre 33% y 100% [22]. En esta serie de 36 casos presentada en este artículo, todos los casos fueron tratados mediante un patrón de lesiones biauricular completo, tal como fue descrito desde el inicio por el Dr. James L. Cox,

como procedimiento de Cox-maze III en 1995 [23].

La gran complejidad de el procedimiento de Cox-maze III mediante corte-y-sutura ha hecho que este procedimiento no goce de gran popularidad alrededor del mundo [8]. A partir del 2002, el uso de energía alternativa ha sido utilizado para substituir la mayoría de las incisiones quirúrgicas del Cox-maze por líneas de quemadura [9]. De esta manera, se mantiene la esencia del procedimiento, que es conservar los trayectos del laberinto (maze = laberinto) a base de crear fibrocitos que no conducen la electricidad. Esto permite la conducción del estímulo eléctrico en forma ordenada, desde el nodo sinusal hasta alcanzar el nodo AV, a la vez que se estimula casi al mismo tiempo todo el miocardio auricular como un sincitio funcional. Todo lo anterior hace posible conservar la función de transporte de ambas aurículas [14] (Fig. 7).

En la serie de nuestros casos solamente se realizó el Cox-maze III mediante corte-y-sutura, incluyendo el anclaje de las incisiones unas con otras, o sobre los anillos mitral y tricuspídeo, y sobre el seno coronario solamente sobre su parte adyacente al endocardio auricular.

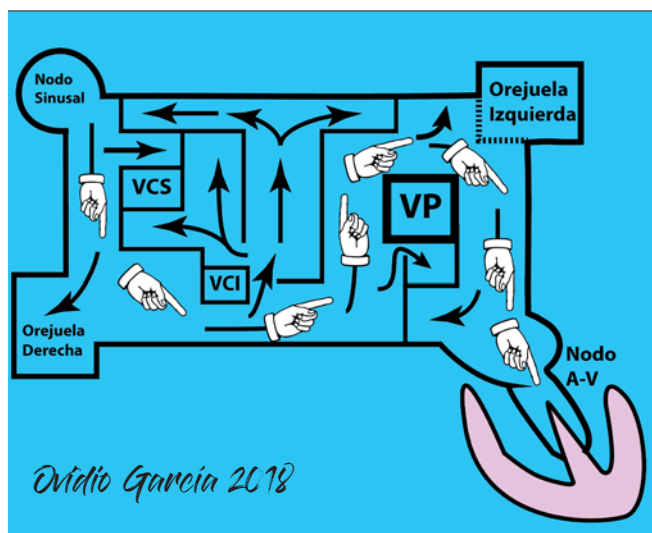


Figura 7. Concepción artística del procedimiento de Cox-maze III

La importancia de quemar la superficie externa del seno coronario como parte de la técnica quirúrgica del Cox-maze III ha sido descrita por el Dr. Cox en varias ocasiones [7,14,15]. Existe suficiente evidencia acerca de la conducción eléctrica interatrial a través del seno coronario. Existen fibras musculares estriadas alrededor de la pared venosa del seno coronario, las cuales se extienden desde el orificio del seno coronario en la aurícula derecha hasta alcanzar la vena de Vieussens, a lo largo de aproximadamente 4-5 cm [16]. Este substrato arritmogénico puede originar un flutter perimitral, el cual es de muy difícil tratamiento médico y/o eléctrico [24].

La anatomía del seno coronario está estrechamente ligada a aquella del surco atrio-ventricular izquierdo [11-13]. Debido a este fenómeno, la ejecución correcta de la línea mitral en el istmo se vuelve un verdadero reto.

Como ya hemos explicado anteriormente, en la Fig. 1 se puede apreciar la distancia que existe entre el seno coronario y el anillo mitral, vistos desde adentro del corazón. Al mismo tiempo, en la Fig. 2 se muestra la complejidad de la anatomía en esta zona tan peculiar. Todo esto hace casi imposible que se pueda alcanzar el anillo mitral, desde el istmo mitral, al momento de realizar la línea de quemadura del istmo mitral durante el Cox-maze IV, cuando ésta se realiza exclusivamente con radiofrecuencia bipolar (Fig. 3). Por un lado, el grosor de casi 2 cm en promedio de esta región a medida que se acerca al anillo mitral hace que la transmuralidad de la lesión sea puesta en tela de duda. La transmuralidad y la uniformidad en las líneas de quemadura en el Cox-maze IV son la parte más importante para lograr una efectividad superior al 90% en conversión a ritmo sinusal [9].

Las únicas fuentes de energía alternativa que han sido consistentemente efectivas para realizar las líneas de quemadura de manera segura son la radiofrecuencia bipolar, y la crioablación [10]. De estas, existe suficiente evidencia para pensar que la crioablación es aún más efectiva [10]. No obs-

tante, la radiofrecuencia bipolar es la fuente de energía alternativa que más frecuentemente se utiliza a nivel mundial para realizar el Cox-maze IV. La radiofrecuencia que se utiliza para este procedimiento necesariamente tiene que ser bipolar. La radiofrecuencia unipolar no ofrece seguridad, y las tasa de recidiva son altas debido a la falta de consistencia en la transmuralidad y/o uniformidad de las líneas de quemadura. A partir del 2004 la FDA aprobó el uso de RF bipolar para realizar el procedimiento de Cox-maze IV. La tasa de éxito para lograr transmuralidad completa en la quemadura ha sido determinada hasta en un 100% [25]. Contrariamente, la radiofrecuencia unipolar no necesariamente origina una línea completa de bloqueo de conducción. Cuando la aplicaron en forma epicárdica corazón latiendo, Miyagi et al. obtuvieron éxito en lograr transmuralidad sólo en 46.7% de los casos [26]. Desde nuestro punto de vista, la radiofrecuencia unipolar, debido a la inconsistencia para lograr transmuralidad en las líneas de quemadura debería de estar prohibida en cirugía cardíaca.

La Fig. 3 ilustra la forma correcta de aplicación de la radiofrecuencia bipolar a través de la línea del istmo mitral. La pinza se coloca en línea recta desde el nivel de la intersección de la box lesion set (connecting inferior line) con la vena pulmonar inferior derecha, en dirección hacia el anillo mitral. La línea imaginaria aquí va dirigida hacia el punto entre P2-P3 del anillo mitral. La punta o extremo de la pinza bipolar no debe pasar más allá del nivel del seno coronario (visto por afuera del corazón). Los peligros potenciales de aplicar la pinza hasta alcanzando el anillo mitral son dos: la falta de transmuralidad en el último sector de la línea (el segmento comprendido entre el seno coronario y el anillo mitral), debido al grosor de esta región anatómica; y riesgo de lesión a la arteria coronaria circunfleja. Esto último es particularmente cierto cuando el patrón coronario es de predominio izquierdo y la arteria circunfleja origina el ramo interventricular posterior. En efecto, cuando esta es la situación se recomienda colocar la línea de energía alternativa (aún con crioablación) en dirección hacia la comisura postero-interna de la mitral, en lugar del tradicional sector entre P2-P3 (para patrón coronario

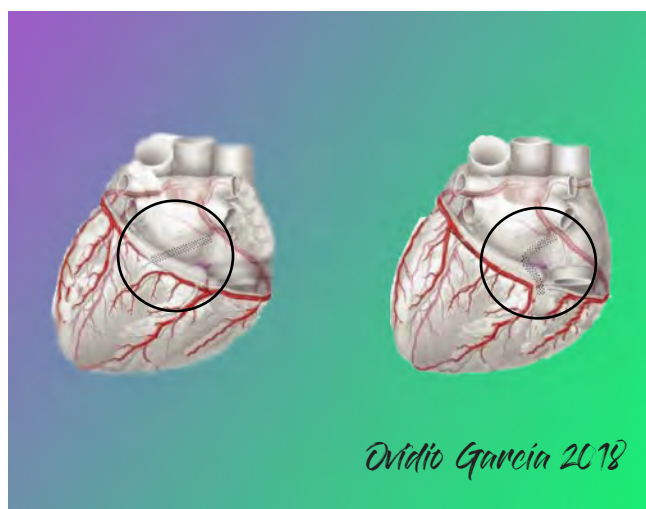


Figura 8. Abordaje del istmo mitral con energía alternativa, según el patrón coronario dominante. Izquierda: patrón derecho. Derecha: patrón izquierdo.

derecho) [27] (Fig. 8).

La manera que ha sido propuesta desde el principio cuando fue descrito el procedimiento de Cox-maze es a través de aplicación de criolesión en dos partes diferentes, a la vez por dentro y por fuera del corazón. Por fuera, se aplica directamente criolesión por 3 minutos a -60°C directamente sobre la superficie exterior epicárdica del seno coronario (debido a la existencia de fibras musculares que conducen el impulso eléctrico de la aurícula derecha a la izquierda y/o viceversa) [23]. Por dentro, se realiza la quemadura con la misma intensidad de la criolesión desde el seno coronario (se marca con azul de metileno ó algun otro colorante quirúrgico sobre el seno coronario desde afuera del corazón, para luego buscar el mismo colorante por dentro del corazón) hasta alcanzar el anillo de la válvula mitral (Fig. 5). La evidencia disponible en la literatura indica que la crioterapia no causa daños colaterales al seno coronario ni tampoco a las arterias coronarias [28]. No obstante, nosotros recomendamos evitar la aplicación de ésta sobre los vasos coronarios, tratando de adecuar su aplicación de acuerdo al patrón de dominancia coronaria (Fig. 8).

Ha sido demostrado en varias ocasiones que la falla al realizar esta línea mitral en el istmo mitral está relacionado hasta con un 15-20% de fracaso después del procedimiento de Cox-maze [7,14,15]. Además, es un factor arritmogénico generando flutter perimitral, el cual es sumamente difícil de tratar por los métodos convencionales de tratamiento medicamentoso y/o cardioversión eléctrica [23,24].

En esta nuestra serie de 36 pacientes sometidos a cirugía mitral y procedimiento de Cox-maze III (corte-y-sutura), a ningún paciente se le aplicó criolesión en la línea del istmo mitral. La razón específica fue debido a que no se disponía del insumo en el tiempo cuando fueron realizadas estas cirurgías. De tal manera, que en un análisis retrospectivo de dicha serie hemos encontrado y corroborado que el 18% de nuestros casos tienen fibrilación auricular ó flutter (peri-mitral) a los 5 años de seguimiento, y el 20% lo presentan a los 7 años. Los datos surgen acorde a lo que previamente el Dr. Cox ya había señalado [7,14,15].

En la Fig. 1 se ilustra claramente la forma de realizar la incisión quirúrgica del Cox-maze III en el istmo mitral, exclusivamente utilizando corte-y-sutura. La técnica se facilita aún más cuando se ejecuta siguiendo las directrices descritas por García-Villarreal en la modificación mexicana [17] al tradicional abordaje descrito por el Dr. Cox [23]. Sin embargo, independientemente de estas dos técnicas, el punto culminante es comprender que no existe forma práctica de abordar la cara ó superficie externa del seno coronario mediante corte-y-sutura. Es decir, el seno coronario sigue conservando las fibras musculares estriadas a su alrededor, las cuales pueden conducir el estímulo eléctrico interatrial, y originar un flutter perimitral. Clásicamente, éste se puede confundir con un ritmo muy parecido al sinusal pero con taquicardia sostenida mayor a 120 latidos por minuto, con conducción 2:1.

La única energía alternativa que ha probado no dañar las coronarias ni el seno coronario y que a su vez produce un daño transmural completo es la crioblación [27,28].

Dado que está probado que la radiofrecuencia aplicada en zonas cercanas a las arterias coronarias puede causar daños irreversibles en las mismas, se prefiere utilizar en la línea del istmo mitral la criolesión [29-31]. Este mismo concepto es válido para las lesiones ancladas en los anillos mitral y tricuspídeo.

De esta manera, al analizar nuestros resultados, queda de manifiesto que la falla en la ejecución de la línea del istmo mitral durante el procedimiento de Cox-maze, por la falta de aplicación de criolesión arroja una tasa de fracaso de 18% a 5 años, y 20% a 7 años, en cuanto a la tasa de recuperación del ritmo sinusal.

LIMITACIONES

Este estudio presenta algunas limitaciones. Es un estudio retrospectivo, no comparativo, y solamente observacional. Además, no se han separado factores como tamaño preoperatorio de la aurícula izquierda, duración preoperatoria de la FA, etc. Por lo que el porcentaje de fracaso específico a este problema tratado aquí pudiera ser un poco menor.

FINANCIAMIENTO: Ninguno.

DECLARACIONES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke* 1991;22:983-8.
2. Wolf PA, Dawber TR, Thomas HE Jr, Kannel WB. Epidemiologic assessment of chronic atrial fibrillation and risk of stroke: the Framingham study. *Neurology* 1978; 28: 973-7.
3. Benjamin E, Wolf PA, D'Agostino RB, Silvershatz H, Kannel WB, Levy D. Impact of atrial fibrillation on the risk of death: the Framingham heart study. *Circulation*. 1998;98:946-52.
4. Freedman B, Martinez C, Katholing A, Rietbrock S. Residual risk of stroke and death in anticoagulant treated patients with atrial fibrillation. *JAMA Cardiol* 2016;1:366-8.
5. Ad N, Suri RM, Gammie JS, Sheng S, O'Brien SM, Henry L. Surgical ablation for atrial fibrillation trends and outcomes in North America. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;144:1051-60.
6. Cox JL. The first maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:1093-7.
7. Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB, et al. The electrophysiologic basis, surgical development and clinical results of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1994; 10(1):9-38.
8. Cox JL. Atrial fibrillation II: Rationale for surgical treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1693-9.
9. Garcia-Villarreal OA. eComment. Alternative energy sources in surgery for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;15:128. doi: 10.1093/icvts/ivs239.
10. Ad N, Holmes SD, Rongione AJ, Massimiano PS, Fornaresio LM. Does Surgical Ablation Energy Source Affect Long-Term Success of the Concomitant Cox Maze Procedure? *Ann Thorac Surg* 2017;104:29-35.
11. Ciuk S, Janas P, Klimek-Piotrowska W. Clinical anatomy of human heart atria and interatrial septum-anatomical basis for interventional cardiologists and electrocardiologists. Part 2: Left atrium. *Kardiologia Polska* 2018;76:510-9.
12. Habib A, Lachman M, Christensen KN, Asirvatham SJ. The anatomy of the coronary sinus venous system for the cardiac electrophysiologist. *Europace* 2009;11 Suppl 5:v15-21.
13. Gokhroo RK, Bisht DS, Padmanabhan D, Gupta S. Coronary sinus anatomy: Ajmer Working Group Classification. *J Invasive Cardiol* 2014;26:71-4.
14. Cox JL. A brief overview of surgery for atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg* 2014;3:80-8.
15. Cox JL, Ad N. The importance of cryoablation of the coronary sinus during the

- Maze procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;12:20-4.
16. Chauvin M, Shah DC, Haisaguerre M, Marcellin L, Brechenmacher C. The anatomic basis of connections between the coronary sinus musculature and the left atrium in humans. *Circulation* 2000;101:647-52.
 17. García-Villarreal OA. Cut and Sew Cox-Maze III procedure with mexican modification. <https://www.ctsnet.org/article/cut-and-sew-cox-maze-iii-procedure-mexican-modification>. Accesado el 14 junio 2018.
 18. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg* 1996;224:267-73.
 19. Phan K, Xie A, Tian DH, Shaikhrezai K, Yan TD. Systematic review and meta-analysis of surgical ablation for atrial fibrillation during mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg* 2014;3:3-14.
 20. Huffman MD, Karmali KN, Berendsen MA, et al. Concomitant atrial fibrillation surgery for people undergoing cardiac surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Aug 22;(8):CD011814. doi: 10.1002/14651858.CD011814.pub2.
 21. Ad N. The importance of standardization in surgical ablation for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2016;151:399-401.
 22. Damiano RJ Jr, Badhwar V, Acker MA, et al. The CURE-AF trial: a prospective, multicenter trial of irrigated radiofrequency ablation for the treatment of persistent atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery. *Heart Rhythm* 2014;11:39-45.
 23. Cox JL, Jaquiss RD, Schuessler RB, Boineau JP. Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;110:485-95.
 24. Kanda G, Kiuchi K, Shimane A, Okajima K. Perimitral atrial flutter associated with a protected coronary sinus after a Maze IV procedure and concomitant mitral annulus repair. *Heart Rhythm Case Reports*. 2015;1:41-5.
 25. Hamner CE, Lutterman A, Potter DD, Sundt TM 3rd, Schaff HV, Francischelli D. Irrigated bipolar radiofrequency ablation with transmural feedback for the surgical Cox-Maze procedure. *Heart Surg Forum* 2003;6:418-23.
 26. Miyagi Y, Ishii Y, Nitta T, Ochi M, Shimizu K. Electrophysiological and histological assessment of transmural ablation after epicardial ablation using unipolar radiofrequency energy. *J Card Surg* 2009;24:34-40.
 27. Mao J, Moriarty JM, Mandapati R, Boyle NG, Shivkumar K, Vaseghi M. Catheter ablation of accessory pathways near the coronary sinus: value of defining coronary arterial anatomy. *Heart Rhythm* 2015;12:508-14.
 28. Cheema FH, Pervez MB, Mehmood M, et al. Does cryomaze injure the circumflex artery?: a preliminary search for occult postprocedure stenoses. *Innovations (Phila)* 2013;8:56-66.
 29. Viles-Gonzalez JF, de Castro Miranda R, Scanavacca M, Sosa E, d'Avila A. Acute and chronic effects of epicardial radiofrequency applications delivered on epicardial coronary arteries. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4:526-31.
 30. Wong KC, Sadarmin PP, Prendergast BD, Betts TR. Acute occlusion of left circumflex artery following radiofrequency catheter ablation at the mitral isthmus. *Europace* 2010;12:743-5.
 31. Caldwell JC, Fath-Oudoubadi F, Garratt CJ. Right coronary artery damage during cavotricuspid isthmus ablation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010;33:e110-3.