

Cardiomioplastia dinámica

L. F. MOREIRA, N. A. G. STOLF

Instituto del Corazón de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Pablo, San Pablo, Brasil
Trabajo recibido para su publicación: 10/94 Aceptado: 11/94
Dirección para separatas: Facultad de Medicina de la Universidad de San Pablo, Brasil

La insuficiencia cardíaca es la evolución frecuente en varios tipos de enfermedades cardíacas. Cada año son diagnosticados 200 nuevos casos de cardiomiopatía dilatada por millón de personas. Las miocardiopatías secundarias a enfermedad coronaria o de Chagas presentan una elevada incidencia en nuestro medio. El trasplante cardíaco ofrece buenos resultados en el tratamiento de las miocardiopatías en fase avanzada, pero presenta limitaciones por el número restringido de donadores, las contraindicaciones médicas o psicosociales y los efectos adversos de la terapéutica inmunosupresora. La utilización de injertos musculares esqueléticos pediculados estimulados sincrónicamente con el corazón, para sustituir parcialmente o servir de auxilio a la contracción miocárdica es empleado en pacientes con daño miocárdico severo, por cardiomiopatía dilatada idiopática o miocardiopatía secundaria a enfermedad coronaria o a enfermedad de Chagas, para mejorar la contractilidad de las cámaras ventriculares. Los criterios de indicación son semejantes a los del trasplante cardíaco e incluyen principalmente a aquellos pacientes con un riesgo de mortalidad elevada a un año. Rev Arg Cardiol 1995; 63 (4): 323-330.

La insuficiencia cardíaca es la evolución frecuente en varios tipos de enfermedades cardíacas. Se admite que son diagnosticados cada año 200 nuevos casos de cardiomiopatía dilatada por millón de personas. Las miocardiopatías secundarias a enfermedad coronaria o de Chagas también presentan una elevada incidencia en nuestro medio.

Dada la alta incidencia, la morbimortalidad elevada y la eficacia limitada de la terapéutica médica para prolongar la vida de los pacientes con insuficiencia cardíaca, se considera de gran importancia el desarrollo del conocimiento de las alternativas quirúrgicas para el tratamiento de esta patología. Es importante conocer también las limitaciones y beneficios de cada una de ellas, como asimismo el momento adecuado de la indicación.

El trasplante cardíaco ofrece buenos resultados en el tratamiento de las miocardiopatías en fase avanzada, pero presenta serias limitaciones por el número restringido de donadores, las contraindicaciones médicas o psicosociales y los efectos adversos de la terapéutica inmunosupresora. (1, 2) Últimamente se han utilizado dispositivos mecánicos de asistencia circulatoria que son de empleo temporario para la recuperación del miocardio luego del infarto o de la cirugía cardíaca, o como puente para el trasplante cardíaco. (3, 4)

La utilización de injertos musculares esqueléticos pediculados estimulados sincrónicamente con el corazón, para sustituir parcialmente o servir de auxilio a la contracción miocárdica, ha sido estudiada por varios autores. Este procedimiento, conocido con el nombre de cardiomioplastia, fue empleado clínicamente por primera vez por Carpentier y Chachques en 1985 en el tratamiento de un paciente portador de un extenso tumor del ventrículo izquierdo. (5)

HISTORIA

Desde que De Jesús en 1931 y Leriche y Fontaine en 1933 describieron el uso de injertos musculares esqueléticos para la corrección de ciertas lesiones cardíacas, este tema ha sido motivo de numerosos estudios. (6, 7)

Kantrowitz y Mc Kinnon propusieron en 1958 la utilización de marcapasos para estimular sincrónicamente los músculos esqueléticos ubicados sobre el corazón o envolviendo a la aorta. (8) Por su parte, Nakamura y Glenn, cinco años más tarde, demostraron la elevación de la presión arterial con la contracción sincrónica del diafragma fijado alrededor de las cámaras ventriculares, hecho documentado también por Termet y colaboradores en 1966 utilizando el músculo dorsal ancho. (9, 10) Estudios posteriores

comprobaron la importancia de la estimulación con trenes de pulsos para la obtención de contracciones musculares más eficientes. (11) La utilización de injertos musculares en la asistencia circulatoria fue desestimada en ese entonces por la existencia de fatiga muscular, representada por la disminución de la fuerza de contracción del injerto muscular luego de algunas horas de estimulación continua.

A partir de los trabajos pioneros de Salmons y Vrbová y Pette y colaboradores, en el inicio de los años 70, se ha ido demostrando que los músculos esqueléticos sufren alteraciones morfológicas y funcionales después de algunas semanas de estimulación continua, modificando sus características contráctiles y volviéndose resistentes a la fatiga. (12, 13, 14)

Desde entonces muchos autores han evaluado la utilización de injertos musculares esqueléticos en la asistencia del miocardio o como medio de propulsión para ventrículos artificiales. (15)

FUNDAMENTOS BASICOS

Los músculos esqueléticos son capaces de generar una energía mayor que la del músculo cardíaco en una contracción aislada y por unidad de sección transversal. (16) Asimismo, contracciones musculares esqueléticas de gran amplitud y con una duración que se asemeja a la contracción cardíaca pueden ser obtenidas con la utilización de trenes de estímulos eléctricos con frecuencias en torno a los 30 Hz. (17, 18) En esta situación, la contracción muscular refleja una fusión de pequeñas contracciones desencadenadas en secuencia por los pulsos eléctricos.

La utilización inmediata de injertos musculares esqueléticos en la asistencia circulatoria está limitada por la existencia de fatiga muscular. Esta situación se modifica recién a partir de las 6-8 semanas de estimulación eléctrica prolongada, al completarse el período de condicionamiento del injerto muscular. (14, 16, 17) Luego de este período los músculos esqueléticos pueden ser estimulados crónicamente, con frecuencias semejantes a la frecuencia cardíaca, manteniendo un desempeño contráctil inalterado. (17, 18)

El aumento de resistencia a la fatiga de los músculos esqueléticos mantenidos bajo estimulación crónica depende de la combinación de dos factores: una disminución de la demanda energética del músculo y un aumento en la capacidad de generar energía a través del metabolismo aeróbico. (14, 16) La bioenergía de la contracción muscular se torna más favorable a partir de las modificaciones en la cinética del calcio y en la transformación de la miosina, que deja de tener las características de las fibras musculares del tipo II, de acción rápida, para asumir las características de fibras de contracción lenta de tipo I. (14) Asociada a las alteraciones de la utilización del ATP durante la contracción muscular, la estimulación pro-

longada del músculo proporciona también un aumento en la capacidad de fosforilación oxidativa de las fibras musculares, el cual se acompaña de un aumento en la densidad de los capilares y del sistema mitocondrial. (14)

La utilización de músculos esqueléticos en la cardiomioplastia y en dispositivos de asistencia circulatoria depende finalmente de la disponibilidad de injertos musculares que alcancen el mediastino manteniendo sus pedículos intactos. Del mismo modo, aspectos relacionados con la orientación y con la viabilidad de las fibras de los injertos musculares han sido también considerados como factores importantes para el éxito de estos procedimientos.

CRITERIOS DE INDICACION

La cardiomioplastia ha sido indicada en pacientes portadores de cardiomiopatía dilatada idiopática o de miocardiopatía secundaria a enfermedad coronaria o a enfermedad de Chagas, con el objetivo de mejorar la contractilidad de las cámaras ventriculares. (19, 20) Este procedimiento ha sido también descrito asociado a resección de aneurismas o tumores del ventrículo izquierdo, con el fin de sustituir parcialmente al miocardio. (21, 22)

Por ser un procedimiento en desarrollo, los criterios de indicación son semejantes a los del trasplante cardíaco e incluyen principalmente a aquellos pacientes con un riesgo de mortalidad elevada a un año. (19) De modo general la cardiomioplastia ha sido indicada en pacientes con síntomas importantes de insuficiencia cardíaca a pesar del uso de una terapéutica clínica adecuada y con signos de mal pronóstico.

En la Tabla 1 se señalan los principales criterios de indicación y contraindicación de la cardiomioplastia. De manera general, la cardiomioplastia, a pesar de estar indicada en pacientes con miocardiopatías severas, depende además de un período de adapta-

Tabla 1
Criterios de indicaciones y contraindicaciones

Criterios de indicación

Clase funcional III
Consumo máximo de oxígeno < 20 ml/kg/min
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo < 25%
Presión capilar pulmonar o presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo > 15 mmHg

Contraindicaciones

Dependencia del uso de drogas inotrópicas endovenosas
Insuficiencia valvular severa
Arritmias refractarias a tratamiento médico
Cardiomegalias severas (diámetro diastólico del ventrículo izquierdo > 90 mm)
Compromiso importante de la función pulmonar
Enfermedades musculares degenerativas

ción de 2 a 3 meses del injerto muscular. Como procedimiento auxiliar, el desempeño miocárdico depende también del grado de preservación de la función miocárdica. (21, 22) Los pacientes en clase funcional IV según el criterio de la New York Heart Association (NYHA) deben, por lo tanto, ser manejados clínicamente antes de la operación con el objetivo de retornar a la clase III.

Otras limitaciones desde el punto de vista cardiológico, además de la clase funcional IV, fueron identificadas también a partir de los resultados de la experiencia clínica con la cardiomioplastia. Estos factores serán abordados en la discusión sobre los factores relacionados con el pronóstico en el posoperatorio tardío del procedimiento y deben ser tenidos también en cuenta en la selección de los pacientes.

PROCEDIMIENTO QUIRURGICO

El músculo dorsal ancho izquierdo ha sido el músculo esquelético utilizado normalmente en la cardiomioplastia y recientemente se ha descrito la utilización del dorsal derecho. (21-23) El músculo dorsal ancho presenta un pedículo vasculonervioso a nivel de la región axilar que permite su desinserción y la rotación para introducirlo en el tórax. Además es un músculo de gran dimensión, lo que posibilita la envoltura casi completa de las paredes libres de las cámaras ventriculares.

En la cardiomioplastia son utilizadas incisiones diferentes para la disección del injerto muscular y para el acceso al corazón. El músculo dorsal ancho es disecado a través de una incisión oblicua en la zona lateral del tórax, mientras que el acceso al mediastino se obtiene a través de una esternotomía mediana. (21, 22) El abordaje único por toracotomía posterolateral produce más complicaciones que beneficios, ya que impide una buena colocación del músculo sobre la cara posterior del corazón, ofrece menor protección si es necesario entrar en circulación extracorpórea y no permite el tratamiento simultáneo de otras patologías cardíacas.

La disección del músculo dorsal se realiza separándolo de los tejidos vecinos y seccionando las inserciones lumbares y humerales. El pedículo vasculonervioso principal, constituido por los nervios y vasos toracodorsales, se mantiene intacto en la región axilar. A continuación los electrodos de estimulación muscular son implantados en forma transversal en la cara costal del músculo. El cátodo se coloca junto a la ramificación proximal del nervio toracodorsal y el ánodo, en paralelo, a 8 cm de distancia del anterior. Seguidamente se ubica el músculo dorsal en el interior de la cavidad torácica a través de una abertura obtenida mediante la resección de la porción anterior del segundo o tercer arco costal en una extensión de 6-8 cm. (21, 22)

La colocación del músculo alrededor de las cámaras ventriculares se realiza fijando el injerto al miocardio ventricular o al pericardio parietal a través de suturas separadas. El dorsal izquierdo se fija inicialmente en la porción posterior del ventrículo izquierdo, continuándose su colocación en sentido horario. Con este procedimiento más del 90% de la superficie externa del ventrículo izquierdo es recubierta por el injerto muscular y solamente en aquellos pacientes con grandes cardiomegalias la superficie del ventrículo derecho envuelta por el dorsal es menor al 50%. (24)

Los últimos pasos del procedimiento quirúrgico son el implante de un electrodo epimiocárdico para sensor el ventrículo derecho o el izquierdo y la colocación del cardiomiostimulador en la pared abdominal.

La cardiomioplastia, cuando se realiza aisladamente, no necesita la utilización de circulación extracorpórea; ésta debe usarse en los casos en que la cardiomioplastia se asocia a la revascularización del miocardio, a la corrección de aneurismas del ventrículo izquierdo o de otras alteraciones intracardíacas.

PROTOCOLO DE ESTIMULACION DEL INJERTO MUSCULAR

La estimulación eléctrica del injerto muscular se inicia normalmente dos semanas después de la cirugía. Este intervalo entre el procedimiento quirúrgico y el comienzo de la estimulación muscular tiene como objetivo permitir la recuperación adecuada de la perfusión periférica del músculo dorsal, la que es perjudicada por la interrupción de las anastomosis distales de ramos de la arteria toracodorsal, de los vasos intercostales y de los lumbares. (21, 22) Además, también se consiguen en este período adherencias más firmes entre el dorsal y la pared ventricular, proporcionando un mejor aprovechamiento de la contracción del injerto muscular.

Con el objeto de promover el condicionamiento eléctrico posoperatorio del injerto muscular, se ha utilizado un protocolo de estimulación progresiva propuesto por Carpentier y colaboradores. (21) En este protocolo los estímulos musculares se inician con pulsos aislados, sincronizados cada dos latidos cardíacos. El número de pulsos eléctricos por contracción muscular se aumenta cada dos semanas, llegando a la frecuencia de 30 Hertz luego de dos meses de condicionamiento.

La estimulación del músculo también puede realizarse mediante pulsos únicos generados por un marcapaso bicameral programado. En estos casos se sigue un protocolo semejante, aumentando progresivamente el ancho de pulso y la amplitud, tal como ha sido publicado por Trainini y colaboradores. (25)

Otro aspecto importante de la estimulación muscular en la cardiomioplastia es el mantenimiento de

EXPERIENCIA INTERNACIONAL INDICACIONES

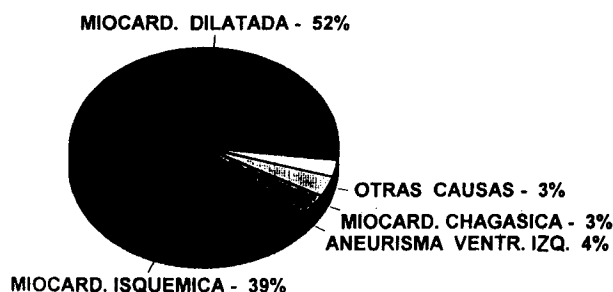


Fig. 1. Indicaciones de la cardiomioplastia en la experiencia internacional.

la amplitud del pulso en el canal muscular al nivel de estimulación máximo con el objeto de reclutar el mayor número posible de fibras musculares en cada contracción del injerto. La sincronización adecuada entre la contracción del músculo dorsal y la sístole ventricular también es un factor importante para los resultados de este procedimiento. El ajuste del intervalo entre la detección del QRS por el cardiomiostimulador y el estímulo muscular se realiza a través del estudio ecocardiográfico con la finalidad de iniciar la estimulación muscular luego del cierre de la válvula mitral o de la apertura de la válvula aórtica. (24)

EXPERIENCIA INTERNACIONAL

Hasta setiembre de 1993 la experiencia internacional registraba 480 pacientes operados. La distribución geográfica de los casos muestra que el 53% de las cirugías fue realizado en Europa, 29% en América Latina, 16% en América del Norte y 2% en países de Asia. La experiencia en el Brasil es de 60 pacientes y en la República Argentina los casos son 30, del total de 139 procedimientos efectuados en centros latinoamericanos.

La cardiomioplastia ha sido indicada principalmente para el tratamiento de pacientes portadores de miocardiopatía de origen idiopático o secundaria a enfermedad coronaria. Esta operación ha sido también realizada en el tratamiento de otras afecciones, como la miocardiopatía chagásica o en aneurismas del ventrículo izquierdo (Figura 1).

Aunque algunos centros utilizan generadores de pulsos únicos, semejantes a los marcapasos cardíacos convencionales, la mayoría de las series clínicas relacionadas han empleado la estimulación con trenes de pulsos, que produce contracciones musculares esqueléticas de mayor amplitud con una duración semejante a la contracción miocárdica. (25-33)

ESTUDIO MULTICENTRICO MEDTRONIC

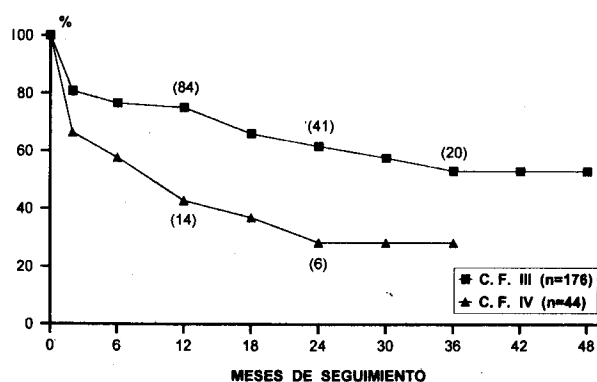


Fig. 2. Curvas actuariales de supervivencia en el estudio multicéntrico Medtronic de acuerdo con la clase funcional (CF) del preoperatorio.

ESTUDIO MULTICENTRICO

El centro Bakken de la empresa Medtronic en Holanda fue el pionero en el desarrollo de un marcapaso especial para la cardiomioplastia. Bajo su coordinación se inició, en 1985, un estudio multicéntrico internacional, que ha reunido un total de 304 casos operados hasta setiembre de 1993 en 36 centros de todo el mundo. La fase I del estudio fue realizada entre julio de 1985 y abril de 1991, englobando a 118 pacientes. (34) La fase II del estudio se inició en mayo de 1991 y 186 pacientes fueron operados hasta el último trabajo publicado.

Las indicaciones de la cardiomioplastia fueron: cardiomiopatía dilatada en el 50% de los casos, de origen isquémico en el 46% y otras afecciones apenas en el 4%. Cerca del 78% de los pacientes fueron operados en clase funcional III (NYHA) y 20% en clase funcional IV. Todos los enfermos presentaban una fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor al 35%, estudiada por métodos radioisotópicos.

La cardiomioplastia fue un procedimiento aislado en el 85% de los casos y el análisis de este estudio permitió extraer varias conclusiones. La más importante muestra la influencia de la clase funcional preoperatoria sobre los resultados inmediatos y tardíos de esta cirugía. (34) Los pacientes operados en clase funcional III presentaron una mortalidad hospitalaria del 14,8%, en tanto que la mortalidad inmediata de los pacientes operados en clase IV fue del 34,1%. Además, el análisis actuarial de la supervivencia en el posoperatorio tardío también demostró la influencia de la clase funcional preoperatoria sobre los resultados de la cardiomioplastia, como muestra la Figura 2. También fueron identificados como factores relacionados con un riesgo quirúrgico elevado una presión diastólica del ventrículo izquierdo mayor de 35 mmHg y un consumo máximo de oxígeno durante la prueba ergométrica menor de 10 ml/kg/min.

En relación con los resultados funcionales de la

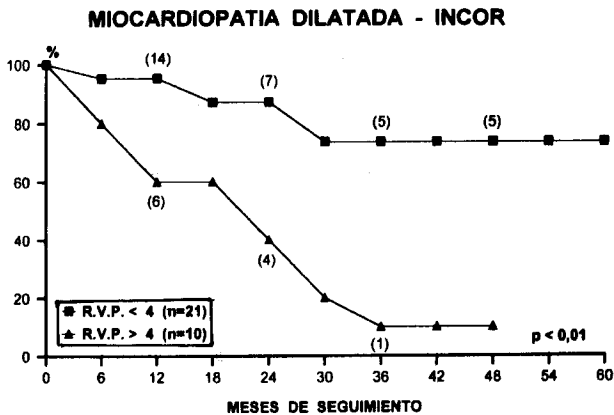


Fig. 3. Curvas actuariales de supervida en pacientes operados en el Instituto del Corazón (INCOR), de acuerdo con la resistencia vascular pulmonar (RVP) del preoperatorio.

cardiomioplastia, la mejoría en la clase funcional fue documentada en cerca del 83% de los casos estudiados. De los pacientes operados en clase funcional III, 44% pasaron a clase I, 39% a clase II y apenas 15% permanecieron en clase III. Tres por ciento de los pacientes que estaban en clase funcional IV en el preoperatorio retornaron a clase I, en tanto que 73% pasaron a clase II, 15% a clase III y sólo el 10% no mejoró. El análisis de los parámetros relacionados con la calidad de vida de los pacientes demostró también una mejoría significativa a los 6 meses en relación con el preoperatorio.

EXPERIENCIA EN EL INSTITUTO DEL CORAZON (San Pablo, Brasil)

En el Instituto del Corazón fueron intervenidos 36 pacientes desde 1988 hasta noviembre de 1993. En los casos operados en esta serie, la indicación de cardiomioplastia fue cardiomiopatía dilatada en 31 pacientes, isquémica en tres y enfermedad de Chagas en 2. En 28 casos, los pacientes estaban en clase funcional III, y en 8 clase funcional IV. La edad de los pacientes varió de 16 a 62 años (media 48 años) y 28 de ellos eran del sexo masculino. La fracción de eyección media del ventrículo izquierdo, determinada por radioisótopos, fue de $19,8 \pm 2,7\%$. Los pacientes presentaban un índice cardíaco medio de $1,8 \pm 0,3$ litros/min/m² y una presión capilar pulmonar media de $25,6 \pm 5,7$ mmHg en el cateterismo cardíaco derecho. En esta serie no hubo mortalidad hospitalaria. (35)

El compromiso isquémico del injerto muscular fue monitorizado por la variación sérica de la creatinofosfoquinasa, que presentó un valor máximo de 928 ± 568 UI alrededor de 39 ± 18 horas después de la cirugía. Cuatro pacientes presentaron valores máximos de esta enzima superiores a las 1.500 UI; en ellos se observó la ausencia de contracción efectiva del músculo dorsal en el inicio del período de estimulación. (33)

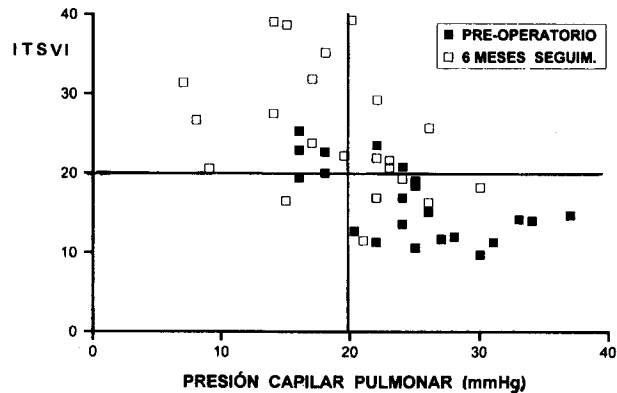


Fig. 4. Variación del índice de trabajo sistólico del ventrículo izquierdo (VI) y de la presión capilar pulmonar luego de la cardiomioplastia.

Treinta y tres pacientes completaron el protocolo de condicionamiento del injerto muscular y fueron seguidos por un período que varió entre 3 y 66 meses (media 24 meses). Dos pacientes fallecieron a los 2 meses de la operación y otros 14 en el posoperatorio tardío. La supervivencia actuarial fue del 82,3% al año, 61,5% a los 2 años y del 38,8% a los 5 años de seguimiento.

La supervivencia en los primeros años del posoperatorio en pacientes sometidos a cardiomioplastia fue, por otro lado, significativamente mayor que la supervivencia de los pacientes mantenidos con tratamiento médico. Esto fue demostrado en un estudio comparativo en pacientes portadores de cardiomiopatía dilatada que fueron sometidos a cardiomioplastia o mantenidos clínicamente por haberse rehusado a la realización de este procedimiento. (36, 37) En este estudio la supervivencia de los pacientes del grupo con tratamiento medicamentoso fue de apenas 42% a un año y del 24% a los 2 años de indicada la cirugía.

La clase funcional IV y la resistencia vascular pulmonar elevada, por encima de 4 unidades Wood, fueron también factores de mal pronóstico tardío en esta serie, como muestra la Figura 3. (33) La clase funcional varió de $3,2 \pm 0,6$ a $1,6 \pm 0,9$ a los 6 meses de seguimiento ($p < 0,01$). Esta mejoría funcional fue coincidente con la que mostró el análisis de la calidad de vida y fue documentada por un desempeño cardiopulmonar mejor durante la prueba de esfuerzo ergométrica, en la que el consumo de oxígeno se elevó de $14,8 \pm 2$ ml/kg/min a $16,6 \pm 4$ ml/kg/min a los 6 meses. (36, 38)

ALTERACIONES DE LA FUNCION VENTRICULAR EN EL POSOPERATORIO

La mejoría de la función ventricular izquierda con la estimulación sincrónica del injerto muscular en la cardiomioplastia ha sido ampliamente documentada.

da en estudios experimentales. (17, 39-41) Paralelamente, estudios clínicos realizados en pacientes sometidos aisladamente a este procedimiento han confirmado los beneficios hemodinámicos de la cardiomioplastia en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. (26-33) La función ventricular después de la cardiomioplastia muestra inicialmente la mejoría en la función sistólica del ventrículo izquierdo. Estudios con radioisótopos, realizados en pacientes portadores de miocardiopatías isquémicas o dilatadas mostraron, en relación con los valores iniciales, una elevación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo no significativa en cerca del 20 al 30% a los 6 meses de la cirugía. (27-29, 36). La elevación posoperatoria de este parámetro fue también documentada, mediante la cineventriculografía izquierda, en pacientes con cardiomiopatía dilatada. (42) En este estudio el valor medio de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo fue de $15 \pm 8\%$ en el preoperatorio y de $30 \pm 8\%$ 16 meses después de la cardiomioplastia. Un análisis del movimiento regional de las paredes del ventrículo izquierdo en estos pacientes reveló que la elevación posoperatoria de la fracción de eyección está relacionada con una mejoría global de la contractilidad ventricular.

La mejoría de la función sistólica del ventrículo izquierdo luego de la cardiomioplastia se debe a un mejor desempeño hemodinámico, lo que puede ser evaluado mejor en pacientes con compromiso importante del débito cardíaco e hipertensión pulmonar. (24, 33) En estos pacientes fueron documentados aumentos significativos del índice y del trabajo sistólico del ventrículo izquierdo 6 meses después de la operación, con una disminución significativa de las presiones en territorio pulmonar y desviación de la curva de Frank-Starling a la izquierda (Figura 4). (33)

Paralelamente, estudios realizados en pacientes sometidos a una prueba ergométrica demostraron que las alteraciones del débito cardíaco y de las presiones pulmonares luego de la cardiomioplastia son más significativas durante el ejercicio. (43)

Además de los efectos hemodinámicos ya comentados, es importante destacar que la mejoría en el desempeño sistólico del corazón con la cardiomioplastia ocurre a través de la acción de un tejido externo al miocardio y que el trabajo ventricular es parcialmente transferido hacia el músculo auxiliar. Este hecho, asociado a una disminución de la tensión sobre la pared ventricular y a una disminución consecuente del consumo de oxígeno por el miocardio, representa una corrección parcial de las alteraciones fisiopatológicas que ocurren en la insuficiencia miocárdica y puede ocasionar la interrupción de la progresión de la cardiopatía de base. (44, 45) Una reducción del estrés sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo por la contracción sincrónica del mús-

culo dorsal ancho sobre las cámaras ventriculares fue demostrada en un estudio experimental. (40) Esta modificación fue documentada también a través de la evaluación de la relación presión-volumen en pacientes con cardiomiopatía dilatada sometidos a cardiomioplastia. (46) En este estudio una disminución en la rigidez de la cámara ventricular izquierda y un aumento en la elasticidad máxima fueron observados también en presencia de la contracción sincrónica del injerto muscular.

Estudios más recientes, realizados en el Instituto del Corazón, demostraron que los beneficios hemodinámicos documentados después de la cardiomioplastia tienden a mantenerse por lo menos durante 5 años. (47) Este hecho fue observado asociado a una tendencia a la disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo a partir de los 2 años de seguimiento, llegando a valores semejantes a los preoperatorios a los 5 años de la cardiomioplastia.

FACTORES RELACIONADOS CON EL PRONOSTICO

No obstante la mejoría observada en la función ventricular y en los síntomas de insuficiencia cardíaca en la mayoría de los pacientes sometidos a cardiomioplastia, la mortalidad descrita en el posoperatorio tardío de estos enfermos ha sido relacionada con la progresión de la insuficiencia miocárdica o con la muerte súbita. La progresión de la insuficiencia cardíaca ocurre generalmente en pacientes que no presentan una mejoría significativa de la función ventricular luego de la cardiomioplastia, pudiendo estar relacionada con factores preoperatorios, como el tamaño de la cavidad ventricular izquierda o el grado de compromiso funcional, o con factores relativos al procedimiento quirúrgico, como la lesión residual del injerto muscular luego de la operación y el grado de envoltura de las cámaras ventriculares por el músculo esquelético. (30, 34, 37) Sobre la muerte súbita es importante destacar la existencia de una alta incidencia de arritmias ventriculares y de fenómenos tromboembólicos en pacientes portadores de miocardiopatía, no teniendo la cardiomioplastia ninguna influencia sobre estos eventos. Otras causas tardías de óbito luego de este procedimiento, como la miocarditis activa en pacientes con enfermedad de Chagas o la ocurrencia de infartos de miocardio, dependen también de factores inherentes a la enfermedad de base. (48, 49)

Con respecto a la influencia de factores preoperatorios sobre la evolución tardía de pacientes sometidos a cardiomioplastia, los pacientes operados en clase funcional IV, o con resistencias vasculares pulmonares elevadas, presentan una mortalidad tardía alta. (29, 33, 34, 47, 50) La influencia de otros factores, como la fracción de eyección de los ventrículos derecho e

izquierdo y las arritmias importantes en el preoperatorio, ha sido relacionada con los resultados de este procedimiento, hallándose aún en controversia. (29, 50) Finalmente, los aspectos relacionados con la técnica quirúrgica empleada, como asimismo los protocolos utilizados en la estimulación muscular esquelética, han sido objeto de numerosas investigaciones, pudiendo también tener relación con los resultados obtenidos.

CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia actual con la utilización de la cardiomioplastia en el tratamiento de pacientes con miocardiopatías dilatadas o de origen isquémico demuestra que este procedimiento mejora la función ventricular izquierda y la insuficiencia cardíaca y puede aumentar la sobrevida tardía de los pacientes.

Los resultados de la cardiomioplastia pueden ser influenciados por la técnica operatoria, por las características preoperatorias de los pacientes y por las complicaciones de la enfermedad de base. Un compromiso irreversible de la función miocárdica o la hipertensión pulmonar con repercusión significativa en la dilatación ventricular derecha son factores que restringen los beneficios de esta cirugía a largo plazo, indicando que la cardiomioplastia debe tener una indicación más precoz que el trasplante cardíaco. A este respecto es importante destacar que la cardiomioplastia puede ser realizada como un procedimiento aislado, con un riesgo bajo en la mortalidad. Además, esta operación no impide la realización posterior del trasplante cardíaco en los casos en que hay progresión de la enfermedad de base.

Los diversos aspectos discutidos en este artículo nos permiten concluir que la cardiomioplastia es una alternativa quirúrgica promisoriosa en el tratamiento de pacientes portadores de miocardiopatías severas que presentan algún grado de preservación de la función ventricular e hipertensión pulmonar leve o moderada. Nuevos estudios deberán ser realizados con el objetivo de revalidar los resultados observados y de comparar la evolución de pacientes sometidos a cardiomioplastia con la evolución de aquellos mantenidos con tratamiento clínico hasta la indicación posterior de trasplante cardíaco.

SUMMARY

DYNAMIC CARDIOMYOPLASTY

Several cardiac diseases has a common outcome: cardiac failure. Each year 200 new cases per million people of dylated cardiomyopathy are diagnosed. In our country, cardiomyopathies secondary to coronary ailment or Chagas disease have also a high incidence. Heart transplant has good results in those

patients with advanced stages of the disease, but has many drawbacks mainly because of the scarce number of donors, medical and psychosocial contraindications and the adverse effects of immunosupressive therapy. Skeletal muscle grafts, paced in synchrony with the heart beat, have been studied as an aid to myocardial contraction. This procedure, known as cardiomyoplasty, was clinically first employed in 1985 by Carpentier and Chachques in a patients with a large tumor in his left ventricle. The indications of this procedure are the same as those employed for heart transplants and include mainly patients with a one year-high mortality risk. The main aim is to improve the contractility of heart chambers.

BIBLIOGRAFIA

1. The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Tenth official report. *J Heart Lung Transplant* 1993; 12: 541-548.
2. Stevenson LW, Warner SL, Steimle AE y col. The impending crisis awaiting cardiac transplantation. Modeling a solution based on selection. *Circulation* 1994; 89: 450-457.
3. Pae WE Jr, Miller CA, Matthews Y, Pierce WS. Ventricular assist devices for postcardiotomy cardiogenic shock: a combined registry experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 541-553.
4. Oaks TE, Pae WE Jr, Miller CA, Pierce WS. Combined registry for the clinical use of mechanical ventricular assist pumps and the total artificial heart in conjunction with heart transplantation: Fifth official report. *J Heart Lung Transpl* 1991; 10: 621-625.
5. Carpentier A, Chachques JC. Myocardial substitution with a stimulated skeletal muscle: first successful clinical case (letter). *Lancet* 1985; 1: 1267.
6. De Jesús JR. Breves consideraciones sobre un caso de herida penetrante del corazón. *Bull Ass Med (Puerto Rico)* 1931; 23: 380-382.
7. Leriche R, Fontaine R. Essai expérimental de traitement de certains infarctus du myocarde et de l'anévrisme du cœur par une greffe de muscle strié. *Bull Soc Nat Chir* 1933; 59: 229-232.
8. Kantrowitz A, McKinnon WMP. The experimental use of the diaphragm as an auxiliary myocardium. *Surg Forum* 1959; 9: 266-268.
9. Nakamura K, Glenn WL. Graft of diaphragm as a functioning substitute for myocardium. *J Surg Res* 1964; 4: 435-439.
10. Termet H, Chalencon JL, Estour E, Gaillard P, Favre JP. Transplantation sur le myocarde d'un muscle strié excité par pacemaker. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* 1966; 5: 270-276.
11. Kusaba E, Schraut W, Sawatani S, Jaron D, Freed P, Kantrowitz A. A diaphragmatic graft for augmenting left ventricular function: a feasibility study. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1973; 19: 251-257.
12. Salmons S, Vrbová G. The influence of activity on some contractile characteristics of mammalian fast and slow muscles. *J Physiol* 1969; 201: 535-549.
13. Pette D, Smith ME, Staudte HW, Vrbová G. Effects of long-term electrical stimulation on some contractile and metabolic characteristics of fast rabbit muscles. *Pflugers Arch* 1973; 338: 257-272.
14. Pette D, Vrbová G. Adaptation of mammalian skeletal muscle fibers to chronic electrical stimulation. *Rev Physiol Biochem Pharmacol* 1992; 120: 115-202.
15. Chachques JC, Mitz V, Hero M y col. Experimental cardiomyoplasty using latissimus dorsi muscle flap. *J Cardiovasc Surg*

- 1985; 26: 457-462.
16. Salmons S, Jarvis JC. Cardiac assistance from skeletal muscle: a critical appraisal of the various approaches. *Br Heart J* 1993; 68: 333-338.
 17. Chachques JC, Grandjean PA, Schwartz K y col. Effect of latissimus dorsi dynamic cardiomyoplasty on ventricular function. *Circulation* 1988; 78 (Suppl III): III-203-III-216.
 18. Moreira LFP, Chagas ACP, Camarano GP y col. Bases experimentais da utilização da cardiomioplastia no tratamento da insuficiência miocárdica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1988; 3: 9-20.
 19. Vagelos R, Fowler MB: Selection of patients for cardiac transplantation. *Cardiol Clin* 1990; 8: 23-38.
 20. Pitt B, Cohn JN, Francis GS. The effect of treatment on survival in congestive heart failure. *Clin Cardiol* 1992; 15: 323-329.
 21. Carpentier A, Chachques JC, Grandjean PA. *Cardiomyoplasty*. Mount Kisco, New York, Futura Publishing Co, 1991; 280.
 22. Magovern GJ. *Cardiomyoplasty*. *Sem Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 3: 95-163.
 23. Magovern JA, Park SE, Cmolik BL, Trumble DR, Christlieb IY, Magovern GJ. Early effects of right latissimus dorsi cardiomyoplasty on left ventricular function. *Circulation* 1993; 88 (Suppl): II-298-II-303.
 24. Jatene AD, Moreira LFP, Stolf NAG y col. Left ventricular function changes after cardiomyoplasty in patients with dilated cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102: 132-139.
 25. Trainini JC, Barisani JL, Varini SD y col. Cardiomioplastia, su perspectiva en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca avanzada. *Rev Arg Cardiol* 1994; 62: 399-405.
 26. Almada H, Molteni L, Ferreira R, Ortega D. Clinical experience with dynamic cardiomyoplasty. *J Cardiac Surg* 1990; 5: 193-198.
 27. García JMF, Alonso CC, Balea FD y col. Valor de la ventriculografía isotópica en el pronóstico y seguimiento de los pacientes sometidos a miocardioplastia dinámica. *Rev Esp Cardiol* 1992; 45: 381-385.
 28. Braile DM, Soares MJF, Rodrigues MCZ y col. Cardiomioplastia: estudo clínico de 26 pacientes em 6 anos. *Rev Bras Marcapasso e Arritmia* 1993; 6: 71-83.
 29. Carpentier A, Chachques JC, Acar C y col. Dynamic cardiomyoplasty at seven years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 106: 42-53.
 30. Chiu RC-J, Odum JNK, Burgess JH, The McGill Cardiomyoplasty Group. Responses to dynamic cardiomyoplasty for idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1993; 72: 475-479.
 31. Delahaye F, Jegaden O, Montagna P y col. Latissimus dorsi cardiomyoplasty in severe congestive heart failure: the Lyon experience. *J Cardiac Surg* 1991; 6 (Suppl): 106-112.
 32. Lorusso R, Zogno M, La Canna G y col. Dynamic cardiomyoplasty as an effective therapy for dilated cardiomyopathy. *J Cardiac Surg* 1993; 8: 177-183.
 33. Moreira LFP, Bocchi EA, Stolf NAG, Pileggi F, Jatene AD. Current expectations in dynamic cardiomyoplasty. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 299-303.
 34. Grandjean PA, Austin L, Chan S, Terpstra B, Burgeois I. Dynamic cardiomyoplasty: clinical follow-up results. *J Cardiac Surg* 1991; 6 (Suppl): 80-88.
 35. Auler JOC Jr, Moreira LFP, Carvalho MJ, Stolf NAG, Amaral RVG, Jatene AD. Anesthetic management of patients undergoing cardiomyoplasty. *Anesthesiology* 1992; 77: 379-381.
 36. Moreira LFP, Stolf NAG, Bocchi EA y col. Resultados da cardiomioplastia no tratamento da cardiomiopatia dilatada. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1991; 6: 85-95.
 37. Moreira LFP, Seferian P Jr, Bocchi EA y col. Survival improvement with dynamic cardiomyoplasty in patients with dilated cardiomyopathy. *Circulation* 1991; 84 (Suppl): III-296-III-302.
 38. Borghetti-Maio SA, Romano BW, Bocchi EA y col. Quality of life after cardiomyoplasty. *J Heart Lung Transplant* 1994; 13: 271-275.
 39. Kao RL, Christlieb IY, Magovern GJ, Park SB, Magovern GJ Jr. The importance of skeletal muscle fiber orientation for dynamic cardiomyoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 134-140.
 40. Lee KF, Dignan RJ, Parmar JM y col. Effects of dynamic cardiomyoplasty on left ventricular performance and myocardial mechanics in dilated cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102: 124-131.
 41. Moreira LFP, Chagas ACP, Camarano GP y col. Cardiomyoplasty benefits in experimental myocardial dysfunction. *J Cardiac Surg* 1989; 4: 164-170.
 42. Bocchi EA, Moreira LFP, Moraes AV y col. Effects of dynamic cardiomyoplasty on regional wall motion, ejection fraction and geometry of left ventricle. *Circulation* 1992; 86 (Suppl): II-231-II-235.
 43. Bocchi EA, Moreira LFP, Bellotti G y col. Hemodynamic study during upright isotonic exercise before and six months after dynamic cardiomyoplasty for idiopathic dilated cardiomyopathy for Chagas' disease. *Am J Cardiol* 1991; 67: 213-214.
 44. Kawaguchi O, Goto Y, Futaki S, Ohgoshi Y, Yaku H, Suga H. Mechanical enhancement and myocardial oxygen saving by synchronized dynamic left ventricular compression. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 573-581.
 45. Packer M. Pathophysiology of chronic heart failure. *Lancet* 1992; 340: 88-92.
 46. Bellotti G, Moraes AV, Bocchi EA y col. Late effects of cardiomyoplasty on left ventricular mechanics and diastolic filling. *Circulation* 1993; 88 (Suppl): II-304-II-308.
 47. Moreira LFP, Stolf NAG, Bocchi EA y col. Clinical and left ventricular function outcomes up to five years after dynamic cardiomyoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* (in press).
 48. Rossi M, Braile DM, Souza DRS y col. Dynamic cardiomyoplasty in chronic Chagas' heart disease: clinicopathological data. *Ann Thorac Surg* 1991; 51: 649-651.
 49. Bocchi EA, Bellotti G, Moreira LFP y col. Prognostic indicators of one-year outcome after cardiomyoplasty for idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1994; 73: 604-608.
 50. Fumary AP, Magovern JA, Christlieb IY, Orié JE, Simpson KA, Magovern GJ. Clinical cardiomyoplasty: preoperative factors associated with outcome. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 1139-1143.