

Como lograr revascularizacion miocardica completa sin circulacion extracorporea

DIMITRI NOVITZKY, THOMAS E. BOWEN, JIMY SUNG, GEORGE EBRA

RESUMEN

Antecedentes

La cirugia coronaria con injerto *-bypass-* (CABG) se ha tornado el procedimiento de eleccion para la enfermedad arterial coronaria sintomatica. Sin embargo, el use de tecnicas de circulacion extracorporea representa un sistema terapeutico invasivo con complicaciones inmediatas y en el largo plazo. La revascularización del miocardio sin circulacion extracorporea ha surgido como una alternativa atractiva, asociada con mejoras en la evolucion inicial y en la evitación de los efectos adversos reconocidos del *bypass* con circulacion extracorporea. Una critica central a este procedimiento ha sido su incapacidad para lograr una revascularización cardiaca completa.

Pacientes y metodos

Se llev6 a cabo un analisis retrospectivo en 103 pacientes consecutivos sometidos a CABG entre marzo de 2000 y enero de 2001. Hubo una conversion a CABG con circulacion extracorporea. Se empleo una combinaci6n de tecnicas intraoperatorias que incluyeron una ventana pleuropericardica derecha, suturas pericardicas profundas, desplazamiento de corazon derecho, anestesia hipotensora intermitente, monitoreo cerebral multimodal. Para valorar cuan completa habia sido la revascularización se analizaron en forma prospectiva angiografias prequirurgicas y se identificaron las arterias que requerian *bypass*. Despues de la crugia, se compararon las arterial coronarias injertadas y el cociente de *bypass* llevados a cabo sobre *bypass* proyectados se comput6 para cada arteria y cada territorio cardiovascular.

Resultados

Hubo 390 *bypass* de arteria coronaria (media 3,82 por paciente) en comparacion con 349 *bypass* coronarios proyectados (media, 3,43 por paciente) ($p = 0,001$). La tasa de mortalidad intrahospitalaria total fue del 2,0% (2 de 102). Las complicaciones posquirurgicas incluyeron insuficiencia pulmonar en 5 pacientes (4,9%), reoperaci6n por hemorragia en un paciente (1,0%), accidente cerebrovascular en un paciente (1,0%), disfunci6n renal en un paciente (1,0%), infarto de miocardio perioperatorio en 3 pacientes (2,9%), paro cardiaco en 0 paciente (0,0%), bajo volumen minuto cardiaco en 2 pacientes (2,0%) e infecci6n esternal profunda en un paciente (1,0%).

Conclusiones

El use de la anestesia hipotensora intermitente en conjunto con el monitoreo cerebral multimodal, el desplazamiento del corazon derecho y las suturas pericardicas profundas facilitan la revascularización completa del miocardio. Mas aun, se han observado una morbimortalidad hospitalaria baja y excelentes evoluciones clinicas iniciales. Rev Argent Cardiol 2002; 70: 42-52.

Palabras clave Cirugia coronaria sin bomba - Revascularización miocardica - Enfermedad arterial coronaria

INTRODUCCION

La cirugía coronaria con injerto *-bypass-* (CABG) ha demostrado que es un procedimiento eficaz para reducir la angina, estabilizar la función ventricular e incrementar la supervivencia en el largo plazo. Si bien la CABG con empleo de circulación extracorpórea es exitosa para revascularizar el miocardio, se ha reconocido que esta tecnología puede tener ciertos efectos deletéreos sobre el paciente, tanto en forma inmediata como alejada. (1-4) La revascularización miocárdica sin circulación extracorpórea ha surgido como una alternativa atractiva para la comunidad médica y para el paciente. La principal crítica a este procedimiento ha sido su incapacidad de proporcionar al paciente una revascularización cardíaca completa. (5-8) Los estudios han mostrado que los enfermos sometidos a una revascularización miocárdica incompleta usando tecnología sin circulación extracorpórea requieren mayor cantidad de reinternaciones, angiografía coronaria posoperatoria adicional y posteriormente intervenciones coronarias percutáneas o reoperatorias. (9)

Con el surgimiento de estabilizadores mecánicos de primera generación, se ha facilitado la revascularización del sistema de la descendente anterior vía la toracotomía anterior. Sin embargo, este enfoque solo está dirigido a un territorio vascular. (10) Con la comercialización de estabilizadores más versátiles, se posibilitó el acceso por esternotomía media en pacientes con enfermedad de múltiples vasos. Esta etapa fue breve, dado que la estabilización-exposición del territorio de la arteria obtusa marginal siguió siendo menos que óptima y la manipulación necesaria para la exposición adecuada con frecuencia provocaba inestabilidad hemodinámica. Este enfoque impedía el *bypass* de la arteria marginal obtusa y sus ramas y requería el empleo de circulación extracorpórea para poder efectuar el *bypass* y lograr una revascularización miocárdica completa. (11)

Al reconocer las deficiencias y críticas de la cirugía sin circulación extracorpórea, se han desarrollado una serie de técnicas intraoperatorias para ayudar al cirujano a lograr la revascularización completa del miocardio. El propósito de este trabajo es el de documentar los beneficios sustanciales de estos métodos intraoperatorios. Mas aun, es el de demostrar la seguridad, la eficacia y la influencia de estas técnicas en las tasas de mortalidad y morbilidad y la evolución clínica inicial.

PACIENTES Y METODOS

Población de pacientes

Desde junio de 1996 hasta mayo de 2001, 715 pacientes consecutivos fueron sometidos a cirugía coronaria con injerto *-bypass-* (CABG) sin circula-

ción extracorpórea. De esta cohorte, 103 fueron realizadas entre marzo de 2000 y enero de 2001, empleando anestesia hipotensora intermitente, monitoreo cerebral multimodal, desplazamiento de corazón derecho y suturas pericárdicas profundas. Un paciente requirió conversión a CABG con circulación extracorpórea debido a la inestabilidad eléctrica y se excluyó de esta serie. Los 102 pacientes restantes constituyen la muestra de este informe. Hubo 99 hombres (97,1%) y 3 mujeres (2,9%), con edad promedio de $61,7 \pm 9,7$ años (escala 39 a 81 años). Cuarenta y nueve pacientes (48%) tenían antecedentes de tabaquismo, 75 (73,5%) de hipertensión (presión diastólica > 90 mm Hg), 39 pacientes (38,2%) diabetes mellitus (insulinodependiente y no insulinodependiente) y 21 pacientes (20,6%) hiperlipidemia (nivel de colesterol > 200 mg/dl), 39 pacientes (38,2%) enfermedad pulmonar, 11 pacientes (10,8%) disfunción renal (nivel de creatinina > 2,0 mg/dl), 27 pacientes (26,5%) enfermedad vascular periférica y 9 pacientes (8,8%) tenían enfermedad cerebrovascular.

Veintitín pacientes (20,6%) padecían insuficiencia cardíaca congestiva y 50 pacientes (49,0%) habían tenido un infarto de miocardio previo. Doce sujetos (11,8%) tenían antecedentes de un infarto de miocardio reciente (< 7 días) y 38 pacientes (37,3%) habían tenido un infarto de miocardio remoto (> 7 días).

Sesenta y tres enfermos presentaban angina inestable (61,8%) y 39 angina estable crónica (38,2%). El estado de angina prequirúrgico de los pacientes se categorizó de acuerdo con la Canadian Cardiovascular Society (CCS). Hubo 16 pacientes (15,7%) en la clase I, 22 pacientes (21,6%) en la clase II, 43 pacientes (42,2%) en la clase III y 21 pacientes (20,6%) en la clase IV. Los individuos con un estado inestable constituyeron el grupo que tenía sintomatología III o IV. Diecinueve pacientes (18,2%) estaban tratados con heparina y nitroglicerina antes de la cirugía. Tres enfermos (2,9%) habían sido sometidos previamente a una operación coronaria percutánea (< 72 horas).

Se realizó la cirugía en forma electiva en 83 pacientes (81,4%), de urgencia en 14 (13,7%) y de emergencia en 5 pacientes (4,9%). Se definió operación urgente a la que se requería en el lapso de 48 horas en un intento de prevenir un deterioro clínico adicional. A diferencia, una operación de emergencia se definió como aquella llevada a cabo cuando el paciente tenía angina o insuficiencia intratable, que no respondían a las medidas clínicas ordinarias. Este grupo incluyó a los pacientes que padecían descompensación en el laboratorio de cateterización cardíaca y requerían balón de contrapulsación con soporte inotrópico. Todos los otros pacientes de la serie se consideraron electivos.

Hallazgos angiograficos preoperatorios

Todos los pacientes del estudio se sometieron a una angiografía coronaria selectiva antes de la operación. Se definió enfermedad arterial coronaria significativa a una reducción estimada en el diámetro luminal del 50% o superior. Los hallazgos angiográficos preoperatorios en 102 pacientes mostraron que 4 (3,9%) tenían enfermedad de vaso único, 15 (14,7%) enfermedad de dos vasos y 83 pacientes (81,4%) enfermedad de tres vasos. El territorio descendente anterior izquierdo estaba comprometido en 101 pacientes (99,0%), el sistema circunflejo en 88 (86,3%) y el territorio de la arteria coronaria derecha en 91 pacientes (89,2%). Se documentó enfermedad de tronco coronario (estenosis > 50%) en 23 pacientes (22,5%).

La determinación de la fracción de eyección a partir de la ventriculografía o de la ecocardiografía izquierda se realizó en todos los pacientes (100,0%). La fracción de eyección fue superior a 0,45 en 77 pacientes (75,5%), entre 0,25 y 0,44 en 22 sujetos (21,6%) y menos de 0,25 en 3 de los enfermos (2,9%).

Tabla 1
Resumen de las características de los pacientes,
marzo 2000 a enero 2001

Variables	
N° de pacientes	102 (100,0)
Genero	
Varón	99 (97,1)
Mujer	3 (2,9)
Edad (años)	
Promedio	61,7 ± 9,7
Escala	39 a 81
Grupos de edad	
< 50	13 (12,7)
50-59	28 (27,5)
60-69	38 (37,5)
70-79	22 (21,6)
> 80	1 (1,0)
Factores de riesgo de enfermedad arterial coronaria	
Tabaquismo	49 (48,0)
Hipertensión (presión diastólica > 90 mm Hg)	75 (73,5)
Diabetes mellitus	39 (38,2)
Hiperlipidemia (colesterol > 200 mg/dl)	21 (20,6)
Enfermedad pulmonar	39 (38,2)
Disfunción renal (creatinina > 2,0 mg/dl)	11 (10,8)
Enfermedad vascular periférica	27 (26,5)
Enfermedad cerebrovascular	9 (8,8)
Insuficiencia cardíaca congestiva	21 (20,6)
Infarto de miocardio previo	50 (49,0)
Angina inestable	63 (61,8)
Intervención coronaria percutánea previa (< 72 horas)	3 (2,9)
Enfermedad de tres vasos	83 (81,4)
Enfermedad del tronco coronario (> 0,50)	23 (22,5)
Fracción de eyección < 0,45	25 (24,5)

Los números entre parentesis son porcentajes.

Antes de la operación un cardiólogo y un cirujano analizaron en forma prospectiva todas las angiografías coronarias para identificar las arterias que requerían *bypass*. Examinaron todos los territorios coronarios y se identificaron las coronarias que requerían *bypass*, incluyéndolas en el grupo "proyectado" en el intento de tratar. Las características clínicas de la población de pacientes se resumen en la Tabla 1.

Técnica operatoria

Todos los pacientes fueron sometidos a una esternotomía media estándar. La arteria torácica interna izquierda se disecciona en forma sistemática con cauterización empleando la técnica extrapleural estándar. La arteria radial, en los casos en los que se usó, se tomó del antebrazo no dominante.

Ventana pleuropericardica

Se creó una ventana pleuropericardica en la mayoría de los pacientes que requirieron un injerto a la rama marginal obtusa, la rama intermedia y/o la rama ventricular posterolateral izquierda de la arteria coronaria derecha. Ocasionalmente se empleó una ventana pleuropericardica en los pacientes sometidos a *bypass* de la arteria descendente anterior y la coronaria derecha. Se constituyó una amplia abertura entre la cavidad pleural derecha y el pericardio, similar a la empleada en el trasplante heterotópico de corazón. (12) Siguiendo la incisión longitudinal inicial del pericardio, el esternón se retrajo ampliamente. Luego la pleura se dividió longitudinalmente entre el borde pericardico derecho y el esternón, extendiendo la incisión desde la unión del manubrio a la reflexión diafragmática. A nivel diafragmático, la pleura y el pericardio parietal se dividen entonces en forma paralela al diafragma y hacia abajo hasta el borde anterior de la vena cava inferior. En esta etapa se eleva el corazón y se desplaza fácilmente a la cavidad pleural derecha, permitiendo entonces una buena exposición de todas las arterias epicardicas.

Suturas pericardicas profundas

Se colocan luego tres suturas pericardicas profundas, usando Novofil N° 1 en una aguja de radio grande. La tracción en estas suturas movilizará el corazón hacia adelante. Esta acción crea un pliegue pericardico que se extiende desde la vena cava inferior al borde inferior de la vena pulmonar inferior izquierda. La sutura se cubre luego con una tubuladura de goma blanda para evitar una lesión potencial al corazón durante la manipulación futura. Luego se rota el corazón hacia la cavidad pleural derecha y se colocan la segunda y tercera sutura pericardica profundas en la reflexión pericardica anterior a las venas pulmonares izquierdas inferior y superior.

Desplazamiento del corazón derecho

Después de crear una ventana pleuropericardica se aplica tensión en las suturas pericardicas profundas. El corazón se verticaliza y se prepara entonces para desplazarlo a la cavidad pleural derecha. La tracción ejercida por las suturas pericardicas profundas moviliza el mediastino posterior completo. El borde de la vena pulmonar inferior izquierda-pulmonar superior izquierda-aurícula derecha se lleva hacia adelante por encima del eje 35° - 60° formado por la vena cava inferior-aurícula derecha-vena cava superior. El costado derecho de la aurícula y la orejuela auricular se movilizan entonces hacia adelante entre 3 y 5 centímetros. Esto da por resultado la rotación anterior del eje longitudinal del corazón en 50° - 90° . Como resultado de la maniobra, el vertice cardiaco se eleva hacia adelante, hacia el cenit. De este modo, el corazón ha sido "verticalizado" (Figura 1). Para lograr el desplazamiento cardiaco completo, las suturas pericardicas profundas se colocan luego hacia el lado izquierdo de la esternotomía y se aplica tensión en forma progresiva. En forma simultánea se ejerce presión manual sobre la superficie marginal del corazón. El apex cardiaco se desplaza progresivamente hacia la cavidad pleural derecha y posteriormente se coloca detrás de la pared torácica derecha. En los pacientes obesos, el desplazamiento del corazón se facilita en gran medida al remover la grasa pleuropericardica redundante.

Estabilización

El siguiente paso consiste en lograr un campo quirúrgico sin movimiento en el trayecto de las ar-

terias coronarias y de los tejidos que las rodean. Después de la verticalización y la inspección del corazón, este se estabiliza manualmente y se ejerce tensión en forma progresiva sobre las suturas pericardicas profundas. Una vez que se ha logrado la posición deseada, el pie del estabilizador mecánico se aplica a la superficie del corazón. Se ejerce luego una presión progresiva hasta que la arteria coronaria específica se ha estabilizado por completo. Entonces se mantiene la presión durante toda la construcción de las anastomosis distales. Preferimos el separador descartable universal Mini-CABG de 22 cm (Norwalk, CT).

Una vez que se ha estabilizado, disecado, cortado y se ha logrado el control proximal de la arteria coronaria, se está en condiciones de realizar la anastomosis distal. Para facilitar las etapas iniciales de la anastomosis se coloca una sutura pericardica profunda cercana a la arteria coronaria. Usando una aguja de calibre 21, se pasa un punto en la adventicia o el pedicelo y la aguja se coloca a través de la sutura de tracción pericardica profunda. De esta forma, el extremo distal del conducto está a 3 a 5 cm de la arteria coronaria a la cual se está anastomosando el injerto. Este procedimiento es muy útil para llevar a cabo anastomosis laterolaterales en los *bypass* secuenciales.

Anestesia hipotensora intermitente controlada

Se emplean agentes anestésicos cardiacos estándares. La premedicación consiste en escopolamina y morfina. Además, intraoperatoriamente se administran midazolam y fentanilo para lograr amnesia

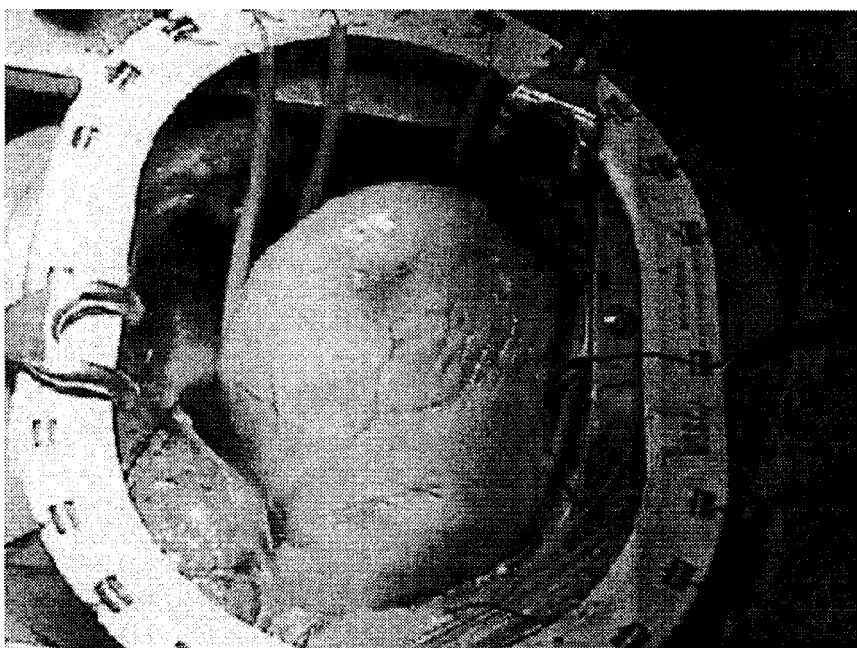


Fig. 1. Corazón verticalizado con tres suturas pericardicas profundas.

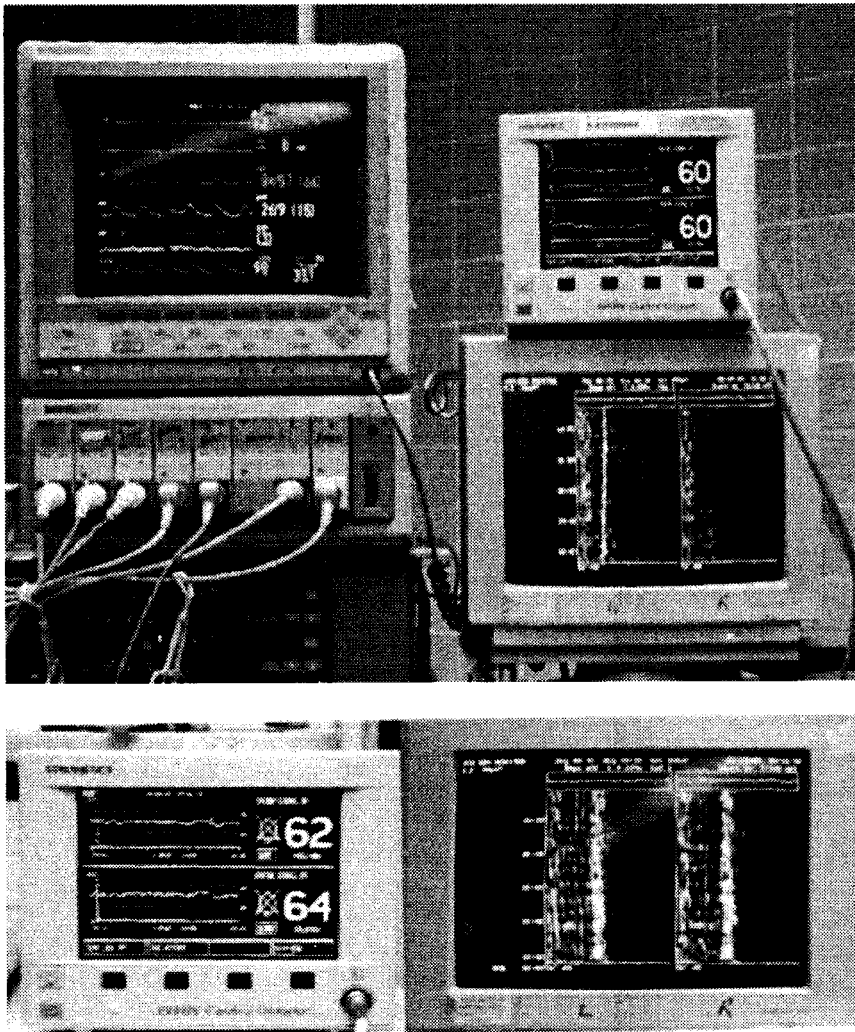


Fig. 2. Anestesia hipotensora intermitente y monitoreo cerebral multimodalidad durante el desplazamiento del corazón derecho.

y analgesia. Se evita el pancuronio ya que se desea una bradicardia sinusal hemodinamicamente estable. Después de la concreción de la esternotomía, la frecuencia cardíaca se mantiene en 50-70 latidos por minuto (Figura 2). Se administra esmolol para lograr efectos inotrópicos y cronotrópicos negativos y nitroglicerina para lograr la dilatación de la arteria coronaria y la reducción de la presión arterial. Puede presentarse un descenso transitorio de la presión arterial sistólica con la manipulación del corazón durante la colocación de las suturas pericardíacas profundas y del desplazamiento del músculo cardíaco. La presión sistólica se mantiene entre 60 y 90 mm Hg después del desplazamiento del corazón, mientras el área marginal obtusa se está revascularizando. Habitualmente, pasados 60 a 90 segundos, la presión arterial sube sin intervención farmacológica. Pueden tolerarse presiones más bajas solo en ausencia de signos de isquemia cardíaca o cerebral. Cuando se requiere una intervención farmacológica para la estabilidad hemodinámica pueden usarse

esmolol, fenilefrina, nitroglicerina, nitroprusiato, adrenalina o noradrenalina.

Logradas las condiciones en que el paciente está normotenso y la frecuencia cardíaca por encima de 70-80 latidos por minuto, se inicia una infusión de esmolol antes de diseccionar la arteria mamaria interna izquierda. Inicialmente, se administra una dosis pequeña de 25 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ para evaluar la respuesta del paciente. Esta dosis se incrementa en forma gradual hasta que la frecuencia cardíaca se reduce a 60-70 latidos por minuto. La dosis promedio es de 250 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Sin embargo, en ocasiones pueden requerirse infusiones de hasta 600 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Al lograr el descenso de la presión arterial sistólica hasta 70-80 mm Hg pueden obtenerse muchos efectos benéficos sobre el miocardio. Estos incluyen una reducción apreciable de las dimensiones del ventrículo izquierdo de fin de diástole y de fin de sístole, la reducción del volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo así como un descenso en el estrés de la pared ventricular izquierda en un 50%. Reducir el

estres de la pared ventricular izquierda es un determinante central del consumo de oxígeno y ayuda a normalizar el desequilibrio provision/demanda de O₂ del corazón isquémico. Empleando ecocardiografía transesofágica intraoperatoria, se ha observado recuperación de la contractilidad segmentaria del ventrículo izquierdo de segmentos previamente discinesicos-acinesicos. Mas aun, la aplicación de esta técnica reduce la frecuencia de las disritmias cardiacas intraquirurgicas. Al disminuir el estrés de la pared ventricular izquierda y la frecuencia cardiaca, la exposición y la estabilización se facilitan en gran medida. Como resultado, se ejerce menos presión sobre el corazón para lograr un campo quirúrgico inmóvil.

Monitoreo cerebral multimodal

La tolerancia de los pacientes individuales a la hipotensión varía. Por lo tanto, es esencial el control continuo bilateral doble de la función cerebral. Se utiliza la combinación de un electroencefalograma de dos canales con disposición espectral comprimida bilateral (EEG) (Sentinal 4 Axon Systems Inc., Hauppauge, NY) y de una oximetría infrarroja cerebral (INVOS Cerebral Oximeter, Somonetics Corp., Troy, MI). El monitoreo de la función cerebral continuado dual con un electroencefalograma y la oximetría permiten la valoración de la perfusión cerebral por medio de dos modalidades completamente separadas pero complementarias. (13, 14) Se obtienen valores basales una vez que se ha logrado el nivel deseado de anestesia, antes de la manipulación del corazón y mientras el paciente se encuentra hemodinámicamente estable. El nivel de anestesia, la temperatura central y la perfusión cerebral disminuida también pueden alterar el electroencefalograma. Los medicamentos vasoactivos también pueden alterar la oximetría cerebral. Por lo tanto, es esencial establecer y mantener una temperatura y un nivel de anestesia estables.

La interacción entre anestesiólogo y cirujano resulta crítica para monitorear el estado cerebral y hemodinámico en forma permanente. Se emplea la oximetría para calibrar la calidad de la perfusión cerebral bilateral y la eficiencia de la autorregulación cerebral, ya que solo se modifica por cambios de O₂ a nivel cortical del cerebro. La oximetría no se ve afectada por las drogas ni por la temperatura.

El EEG de disposición espectral comprimida se emplea para identificar la tolerancia máxima del individuo a la perfusión o la presión alterada del cerebro. El EEG de disposición espectral generado por la computadora se analiza visualmente a través del procedimiento para detectar una pérdida relativa de la potencia pico o total. La pérdida de la potencia pico o total representa el punto en el cual el cerebro, en forma protectora, corta la actividad eléctrica para preservar la actividad metabólica. Una reducción aguda en la actividad del EEG requiere acción inmediata. La potencia pico o total no deben confundirse con el "borde espectral", que es un valor porcentual relativo y puede llevar a errores de interpretación (posible incremento) durante una caída verdadera de la potencia total o pico (Figura 2).

Los sensores de análisis de la densidad espectral del EEG se colocan sobre el área frontomastoidea y los sensores de oximetría por encima del área frontal. Este monitoreo refleja la actividad eléctrica del cerebro y la saturación venosa en las áreas que corresponden al tejido cerebral irrigado por las arterias cerebrales anterior y media. Un descenso transitorio de la presión arterial o la frecuencia cardiaca se toleran siempre que el EEG y la oximetría cerebral se encuentren dentro del 20% de los valores control (no se requieren agentes vasoactivos),

Datos operatorios

Los territorios vasculares y las arterias receptoras correspondientes se muestran en la Tabla 2. Se presentan también los *bypass* coronarios "proyecta-

Tabla 2
Distribución de los injertos (*bypass*) proyectados y realizados por territorio vascular y arteria coronaria receptora

Territorio vascular	Arteria coronaria	Bypass proyectados	Bypass realizados	Cociente <i>bypass</i> realizados/proyectados
LAD	LAD	97	101	1,04
	Diag	51	52	1,02
Cx	Rama	13	19	1,46
	OM1	84	87	1,04
	OM2	13	20	1,54
	RCA	35	39	1,11
RCA	PDA	53	52	0,98
	PLV	3	20	6,67
Total		349	390	1,12

Diag: Rama diagonal. *LAD*: Arteria coronaria descendente anterior izquierda. *OMD*: Rama marginal obtusa. *PDA*: Arteria coronaria descendente posterior. *PLV*: Rama ventricular izquierda posterolateral. *RCA*: Arteria coronaria derecha.

Tabla 3
Distribución de los *bypass* coronarios practicados por número de vasos afectados

Vasos afectados	Número de <i>bypass</i>					
	1	2	3	4	5	6
Uno	0	4	0	0	0	0
Dos	0	7	5	3	0	0
Tres	1	0	22	33	23	4
Total	1	11	27	36	23	4

Vasos afectados = 291.

dos" y "realizados" para cada una de las áreas receptoras. Además, se da un cociente de los *bypass* realizados sobre proyectados para cada una de las arterias receptoras.

En el grupo de intención de tratar se proyectaron 349 *bypass* con un promedio de $3,4 \pm 0,72$ por paciente (escala, 1-5). Se construyeron 390 *bypass* en la serie, 153 al sistema descendente anterior izquierdo, 126 a la distribución circunfleja y 111 al territorio de la arteria coronaria derecha. La arteria mamaria interna izquierda se empleó en 82 pacientes (80,4%). Se construyeron 94 *bypass* adicionales con las arterias radiales y 214 con la vena autóloga.

El número promedio de injertos en los pacientes con enfermedad de un vaso fue de $2,0 \pm 0,0$; esta cifra resultó de $2,7 \pm 0,80$ en los pacientes con enfermedad de dos vasos y de $4,1 \pm 0,92$ en los pacientes con enfermedad de tres vasos. El número promedio de *bypass* totales por paciente en la serie fue de $3,8 \pm 1,07$ (escala, 1-6). El número promedio de *bypass* realizados por paciente fue significativamente más alto que el inicialmente proyectado preoperatoriamente ($p = 0,001$). En la Tabla 3 se muestra la distribución del número de *bypass* por paciente en los casos de enfermedad de un vaso, dos vasos y tres vasos.

Análisis estadístico

Los datos perioperatorios se reunieron aplicando una metodología y definición de los términos estándares. El proceso de reunión de datos incluyó una revisión prospectiva de la historia clínica hospitalaria del paciente, informes de cateterización cardíaca y cineangiografías. Los datos se ingresaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Microsoft Inc.) y posteriormente se utilizaron para su análisis.

Los datos se presentan como frecuencias y distribuciones porcentuales. Los valores de las variables continuas se expresan como promedio \pm desvío estándar. La comparación de los promedios para los *bypass* proyectados y reales se llevó a cabo con una prueba apareada de *t*. Todos los procedimientos estadísticos se llevaron a cabo con el uso de los Number Cruncher Statistical Systems (NCSS), Kaysville, UT.

Un valor de *p* inferior o igual a 0,05 se consideró estadísticamente significativo en este estudio.

RESULTADOS

Las complicaciones hospitalarias incluyeron insuficiencia pulmonar 5 pacientes (4,9%), reoperación por hemorragia 1 paciente (1,0%), accidente cerebrovascular 1 paciente (1,0%), disfunción renal 1 paciente (1,0%), infarto de miocardio perioperatorio 3 pacientes (2,9%), paro cardíaco 0 paciente (0,0%), bajo volumen minuto 3 pacientes (2,9%) e infección esternal profunda 1 paciente (1,0%).

La insuficiencia pulmonar incluyó los pacientes que requirieron intubación durante más de 48 horas. El accidente cerebrovascular se refirió a una deficiencia neurológica que permaneció irresuelta y se presentó durante más de 24 horas, y la disfunción renal se definió como un nivel de creatinina igual o superior a 2,0 mg/dl.

El infarto de miocardio se definió como la nueva aparición de ondas Q con elevación de enzimas miocárdicas o sin ella, o solo un aumento sustancial de las enzimas miocárdicas. El bajo volumen minuto se consideró frente a la evidencia clínica de hipotensión, oliguria y constricción vascular periférica con una presión de llenado ventricular izquierdo normal o supranormal, o un índice cardíaco medido inferior a 2 L/min/m^2 , que requería la administración de catecolaminas o el empleo de bomba con balón de contrapulsación o ambos.

La colocación de la bomba con balón de contrapulsación se requirió en 5 pacientes (4,9%) preoperatoriamente. Ninguno de los pacientes que necesitó el balón de contrapulsación experimentó una complicación vascular mayor. El promedio de estadía posquirúrgica total fue de $7,5 \pm 5,5$ días (escala, 3-38).

Se definió mortalidad hospitalaria a la muerte que se producía durante la operación o la internación consecuentemente con la práctica del procedimiento o la muerte que ocurría después del alta del hospital pero en los treinta días posteriores al procedimiento quirúrgico, a menos que la causa no estuviese relacionada con la operación.

La tasa de mortalidad en la cirugía electiva fue del 1,2% (1 de 83), la tasa de mortalidad en operaciones de urgencia fue del 7,1% (1 de 14) y la tasa de mortalidad en operaciones de emergencia fue del 0,0% (0 de 5). La tasa de mortalidad intrahospitalaria o a los 30 días fue del 2,0% (2 de 102). El primer paciente que murió fue un hombre de 55 años quien experimentó un bajo volumen minuto tras la operación, se mantuvo en ventilación mecánica en forma prolongada y padeció un infarto hemorrágico al día 10. El segundo paciente, un hombre de 51 años, fue dado de alta del hospital después de 7 días de operación, se controló en la clínica por un seguimiento de

rutina y murio a los 15 dias de practicada la operaci3n por causas desconocidas.

DISCUSION

A pesar de los grandes avances en la prevencion, el diagnostico y el tratamiento de la enfermedad cardiaca aterosclerotica, esta aun sigue siendo causa lider de mortalidad y discapacidad entre los estado-unidenses. Con el advenimiento de la CABG a fines de la decada de 1970, con empleo de circulacion extracorporea, se produjo un punto de quiebre en el tratamiento quirurgico de la enfermedad arterial coronaria. Los resultados inmediatos en el corto y el largo plazos han sido estimulantes.

Sin embargo, los efectos deletereos de la cirugia con circulacion extracorporea deben restarse de los beneficios logrados por la eficacia del procedimiento. Evitando la "respuesta inflamatoria sistematica" inducida por la maquina cardiopulmonar en enfermedades comorbidas preoperatorias existentes, como la enfermedad pulmonar obstructiva cronica, la insuficiencia renal cronica, la cirrosis y la diabetes, hay menos impacto negativo en la morbimortalidad posoperatoria. Los pacientes con factores de riesgo prequirurgicos incrementados y altas tasas de mortalidad ahora pueden considerarse candidatos para una revascularizacion miocardica sin circulacion extracorporea.

Una crftica reiterada a la tecnologia de la cirugia sin circulacion extracorporea ha sido que esta no logra la revascularizacion completa del miocardio. La revascularizacion incompleta del miocardio puede traer como consecuencia que no se alivie la angina discapacitante. Puede precipitar la recurrencia de sintomas, requerir una nueva angiografia y dictar la necesidad de una intervencion coronaria percutanea e incluso de la reoperacion.

Aim se mantiene la controversia en la comunidad quirurgica respecto del use de la tecnologia sin circulacion extracorporea en los pacientes que se presentan con enfermedad de multiples vasos. Hay seria preocupaci3n acerca de que la aplicacion de la tecnologia sin circulacion extracorporea en la cirugia coronaria con injerto no aporte al paciente los beneficios de una revascularizacion completa del miocardio. Uno de los principales desafios en la cirugia sin circulacion extracorporea es superar la inestabilidad hemodinamica que puede resultar del subllenado de la auricula y el ventriculo derechos. Los estudios ecocardiograficos y hemodinamicos han confirmado que esta inestabilidad puede atribuirse principalmente a la compresion del corazon derecho, lo cual induce una disfuncion auriculoventricular derecha. La exposicion y la estabilizaci3n de las arterias en el territorio de la circunfleja pueden inducir la compresion del ventriculo y la auricula derechos contra el pericardio parietal dere-

cho, impidiendo el retomo venoso sistematico al corazon. Esto da por resultado un llenado deficiente del ventriculo izquierdo. (15)

Para facilitar el proceso de revascularizacion en el area marginal obtusa del corazon, se han desarrollado una serie de maniobras intraoperatorias. Para reducir la compresion del ventriculo y la auricula derechos, se realiza una amplia ventana pleuropericardica seguida de la colocaci3n de tres suturas pericardicas profundas. Al aplicar tension a las suturas pericardicas profundas, el apex cardiaco rota inicialmente 90° hacia adelante. Al comprimir suavemente el ventriculo izquierdo se logra una rotacion adicional de 90°, lo cual coloca al apex cardiaco por detras de la pared toracica anterior derecha dentro de la cavidad de la pleura derecha, sin compresion de la auricula y el ventriculo derechos. Mas aun, para normalizar y evitar el desequilibrio entre la provision y la demanda de O₂, el estres de la pared ventricular izquierda se reduce administrando una anestesia hipotensora intermitente.

La introduccion de la anestesia hipotensora intermitente controlada ha reducido en gran medida la isquemia del miocardio. Se ha observado reduccion del estres de la pared ventricular izquierda, lo cual indica la normalizacion del cociente suministro/demanda de O₂. De acuerdo con nuestra experiencia, empleando esta tecnica, no se ha observado desarrollo perioperatorio de acidosis metabolica ni insuficiencia organica posquirurgica. Un mecanismo protector adicional es el corrimiento de la temperatura central hacia los 35°C, lo cual resulta beneficioso para reducir la tasa metabolica y proporciona cierta proteccion al cerebro y otros organos.

Empleando el enfoque anestésico descripto, el monitoreo del sistema nervioso central se torna obligatorio si va a utilizarse anestesia hipotensora. Para valorar la funcion del cerebro durante el procedimiento resulta esencial un monitoreo multimodalidad. Para ello se emplean arreglo espectral EEG bilateral continuado y la oximetria transcraneana cercana al infrarrojo de la corteza cerebral. Ambos sistemas de monitoreo son complementarios y sensibles para detectar hipoxia cerebral. La desaturacion venosa cerebral cortical se detecta primero por la oximetria y si se prolonga, afectara la densidad del EEG.

Normalmente, la reduccion de la oximetria cerebral precede a cambios en el EEG, permitiendo una intervencion farmacologica previa a la aparici3n de anomalias en el EEG. Los cambios asimetricos en este por lo general se relacionan con una irrigacion hemisferica unilateral inadecuada (carotideovertebral). La intervenci3n farmacologica puede instituirse de inmediato discontinuando la medicaci3n inductora de la hipotension. En caso de hipotensi3n persistente se administran agentes alfa como la

neosinefrina y, si se requiere, luego el corazón se ubica en la cavidad pericárdica.

Estas medidas han sido suficientes para revertir los cambios del EEG y permitir que se completara el procedimiento en todos los casos. La oximetría cerebral se ve influida por el suministro inadecuado de oxígeno en sangre (O_2) a la corteza cerebral solamente (unilateral y/o bilateral) y no se ve afectada por drogas, mientras que los cambios del EEG pueden ocurrir en presencia de hipoxia, drogas, hipotermia y agentes anestésicos. La presencia de enfermedad de la región carotideovertebral requiere un monitoreo hemodinámico cuidadoso. La observación de reducción unilateral de los valores monitoreados en el cerebro indica con claridad la necesidad de una presión arterial de perfusión más alta. Hasta el momento no se han observado accidentes cerebrovasculares relacionados con la falla de este sistema de monitoreo cerebral combinado, aun en pacientes con solo un vaso cerebral permeable.

La aplicación de estas técnicas intraoperatorias ha permitido proporcionar a los pacientes revascularización miocárdica completa y evoluciones excelentes. La tasa de mortalidad hospitalaria en la presente serie del 2,0% (2 pacientes) es aceptable y compatible con otros trabajos que emplearon la tecnología en ausencia de circulación extracorpórea. (5) Mas aun, la tasa de morbilidad hospitalaria también es baja. El número promedio de *bypass* llevados a cabo en esta serie fue de $3,8 \pm 1,07$ (escala, 1-6) y es más alto que el que aparece en informes publicados recientemente. (9, 16, 17)

Adicionalmente, el número promedio de *bypass*

llevados a cabo es significativamente más alto ($p = 0,001$) que el proyectado preoperatoriamente en el grupo "intención de tratar". En el presente estudio, la CABG se ha realizado en la pared anterior, inferior y lateral del miocardio llevando irrigación exitosamente a una masa muscular de mayor tamaño (Figura 3). Esto deberá influir favorablemente en la sobrevida alejada libre de eventos.

Este estudio es limitado en virtud del hecho de que representa un análisis de observación retrospectiva de los datos. Mas aun, no existe un grupo control para realizar una comparación directa. Por otra parte, no hay un seguimiento de largo plazo, necesario para cuantificar los eventos cardíacos adversos mayores posteriores y la sobrevida alejada de los pacientes. Sin embargo, queda claro que la aplicación de las técnicas intraoperatorias mencionadas aquí es segura y ha contribuido a los excelentes resultados iniciales con baja mortalidad hospitalaria y bajas tasas de morbilidad. Se ha hecho evidente que la cirugía coronaria con injerto, sin empleo de circulación extracorpórea, ya no es una técnica quirúrgica incipiente.

Hay notable cantidad de evidencia de que este tipo de cirugía puede llevarse a cabo con relativa facilidad. Es factible y segura, con extensa aplicabilidad, y puede proporcionar revascularización completa del miocardio aun en pacientes con enfermedad de múltiples vasos. La aplicación de la tecnología sin circulación extracorpórea puede evitar los efectos adversos de la circulación extracorpórea, (18) reducir al mínimo la hemorragia posquirúrgica y proporcionar la extubación precoz poco después de la operación. Este enfoque de revascularización del

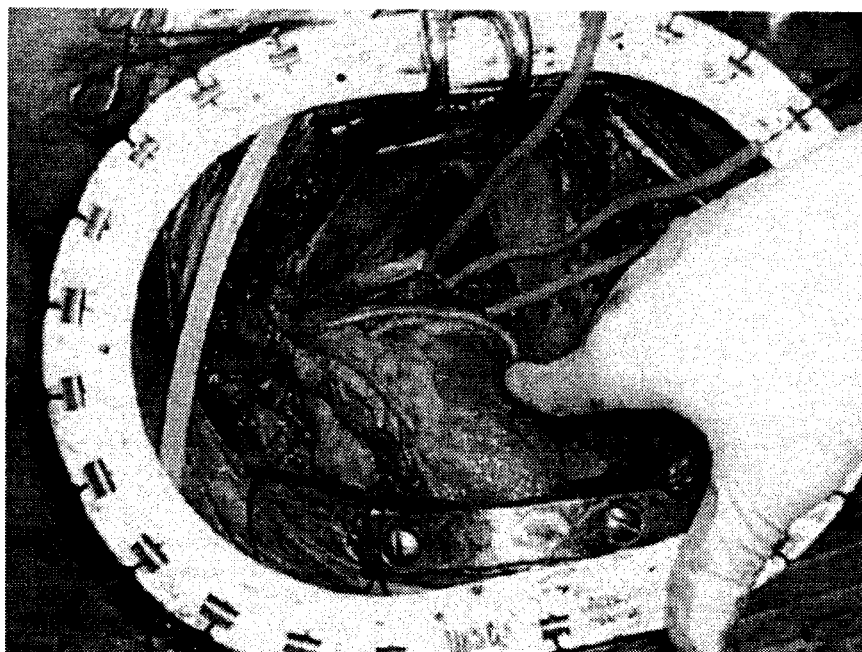


Fig. 3. Revascularización miocárdica completa que muestra el área marginal obtusa durante el desplazamiento cardíaco. Notese la tensión existente en pedículo de la arteria mamaria interna.

miocardio puede, en su tiempo, representar el procedimiento de elección para los pacientes con enfermedad arterial coronaria sintomática.

SUMMARY

HOW TO ACHIEVE COMPLETE MYOCARDIAL REVASCULARIZATION WITHOUT CARDIOPULMONARY BYPASS

Background

Coronary artery bypass grafting (CABG) has become the procedure of choice for symptomatic coronary artery disease. However, the use of traditional cardiopulmonary bypass techniques represents an invasive therapeutic system with immediate and long-term complications. Off-pump myocardial revascularization has emerged as an attractive alternative with improvements in early outcomes and avoidance of the recognized adverse effects of cardiopulmonary bypass. A major criticism of this procedure has been a perceived inability to accomplish complete revascularization of the heart.

Patients and methods

A retrospective analysis was conducted on 103 consecutive patients undergoing CABG from March 2000 to January 2001. There was one conversion to cardiopulmonary bypass supported CABG. A combination of intraoperative techniques was employed including right pleural-pericardial window, deep pericardial sutures, right heart displacement, intermittent hypotensive anesthesia and multimodality brain monitoring. To assess the completeness of the revascularization, preoperative angiograms were prospectively analyzed and arteries requiring grafting identified. Following surgery, coronary arteries grafted were compared and the performed/projected graft ratio was computed for each artery and vascular territory.

Results

There were 390 coronary artery grafts (mean, 3.82 per patient) compared to 349 projected coronary grafts (mean, 3.43 per patient) ($p = 0.001$). The overall in-hospital mortality rate was 2.0% (2 of 102). Postoperative complications included pulmonary failure in 5 patients (4.9%), reoperation for bleeding in 1 patient (1.0%), cerebrovascular accident in 1 patient (1.0%), renal dysfunction in 1 patient (1.0%), perioperative myocardial infarction in 3 patients (2.9%), cardiac arrest in 0 patient (0.0%), low cardiac output in 2 patients (2.0%), and deep sternal infection in 1 patient (1.0%).

Conclusions

Use of intermittent hypotensive anesthesia in con-

junction with multimodality brain monitoring, right heart displacement and deep pericardial sutures facilitates complete revascularization of the myocardium. Moreover, low hospital mortality and morbidity rates and excellent early clinical outcomes have been observed.

Key words Off-pump coronary artery bypass - Myocardial revascularization - Coronary artery disease

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Dra. Debra D. Guest por el auxilio técnico en la preparación de este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

1. Kirklin J, Westaby S, Blackstone E y col. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86: 845-857.
2. Eleftheriades JA. Mini-CABG: A step forward or backward? The "pro" point of view. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997; 11: 661-668.
3. Stump DA, Jones TJJ, Rorie KD. Neurophysiologic monitoring and outcomes in cardiovascular surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999; 13: 600-613.
4. Newman MF, Kirchner JL, Phillips-Bute B y col. Longitudinal assessment of neurocognitive function after coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2001; 34: 395-402.
5. Akpınar B, Guden M, Sagbas E y col. Off-pump coronary artery bypass grafting with use of the octopus 2 stabilization system. *Heart Surg Form* 2000; 3: 282-286.
6. Hernández F, Clough RA, Klemperer JD y col. Off-pump coronary artery bypass grafting: Initial experience at one community hospital. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:1070-1072.
7. Omeroglu SN, Kirali K, Guler M y col. Midterm angiographic assessment of coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 844-849.
8. Cooley DA. Beating-heart surgery for coronary revascularization: Is it the most important development since the introduction of the heart-lung machine? *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1779-1781.
9. Gundry SR, Romano MA, Shattuck OH y col. Seven-year follow-up of coronary artery bypass performed with and without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115:1273-1277.
10. Benetti FJ. Direct coronary surgery with saphenous vein bypass without either cardiopulmonary bypass or cardiac arrest. *J Cardiovasc Surg* 1985; 26: 217-222.
11. Buffolo E, Andrade JCS, Succi J y col. Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 33: 26-29.
12. Novitzky D, Cooper DK, Barnard CN. The surgical technique of heterotopic heart transplantation. *Ann Thorac Surg* 1983; 36: 476-482.
13. Edmonds HL Jr, Rodrigues RA, Audenaert SM y col. The role of neuromonitoring in cardiovascular surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996; 10: 15-23.
14. Novitzky D, Boswell BB. Total myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass utilizing computer-processed monitoring to assess cerebral perfusion. *Heart Surg Forum* 2000; 3: 198-202.
15. Geskes GG, Dekker AL, van der Veen FH y col. The enabler right ventricular circulatory system for beating heart coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1558-1561.
16. Hart JC, Spooner T, Edgerton J y col. Off-pump multivessel coronary artery bypass utilizing the Octopus[®] tissue

- stabilization system: Initial experience in 374 patients from three separate centers. *Heart Surg Forum* 1999; 2: 15-28.
17. Spooner TH, Hart JC, Pym J. A two-year, three institution experience with the Medtronic Octopus: Systemic off-pump surgery. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1478-1481.
 18. Diegeler A, Hirsch R, Schneider F y col. Neuromonitoring and neurocognitive outcome in off-pump versus conventional coronary bypass operation. *Ann Thorac Surg* 2000; 69:1162-1166.