

Cirugía cardíaca de invasión mínima. Aspectos anestésicos y quirúrgicos

Octavio González Chon,* María de Lourdes Bernal Flores**

RESUMEN

Cuando hablamos acerca de cirugía de invasión mínima tenemos que analizar dos aspectos muy importantes, el primero de ellos es el abordaje quirúrgico, y el segundo es la práctica del By-Pass cardiopulmonar. Con relación al abordaje quirúrgico, éste determina la longitud de la incisión en piel y el tipo de cicatriz posteriormente. De la misma forma, determina el grado de retracción de la cavidad torácica que es necesaria para llevar a cabo el acto quirúrgico y el grado de agresión y contusión al músculo, tejido conectivo y hueso. Así mismo, puede ser determinante en la cantidad de sangre que se pierde durante el procedimiento y la necesidad de una eficiente hemostasia. La desestabilización de la cavidad torácica puede también determinar el nivel de dolor y la cantidad de analgésicos utilizados. La instalación del By-Pass cardiopulmonar, ha sido objeto de varios inconvenientes como lo es la hemólisis, rebote de heparina, activación de complemento y deterioro del sistema inmune. Alteraciones subjetivas son más difíciles de cuantificar, pero son obvias: falta de apetito, insomnio, depresión emocional, déficit intelectual o memoria visual y pérdida del apetito sexual. Es por ello, el interés reciente por evitar el By-Pass cardiopulmonar en cierta población de pacientes, dejando claro que son dos aspectos diferentes "petite incisión y petite chirurgien" (*Rev Mex Anest*, 1998;21:38-54).

Palabras clave: Cirugía Cardíaca de Invasión Mínima; Cirugía Cardíaca sin Circulación Extracorpórea.

ABSTRACT

Minimally Invasive Cardiac Surgery. Anesthetic and Surgical Aspects. When we talk about Minimally Invasive Cardiac Surgery, must analyze two very important aspects, the first of them is the surgical approach, and the second is practice of the bypass cardiopulmonary. In relationship to the surgical approach this determines the length of the skin incision and the amount of visible scar tissue. It will determine the degree of retraction of the thoracic cavity that is necessary to perform a surgical act and the degree of aggression and contusion to the muscle, connective tissue and bone tissue. This will determine the amount of blood that is lost during the procedure and the amount of coagulation that is needed to achieve efficacious hemostats. The destabilization of the thoracic cavity will also determine the level of pain and the amount of anesthetic or analgesic drugs needed. The installation of cardiopulmonary bypass has some objective inconveniences like hemolysis, heparin-rebound phenomena, and activation of complement and deterioration of the immune system. Subjective disorders are much difficult to quantify but they are obvious: poor appetite, insomnia, emotional depression, visual memory or intellectual deficits and loss of sexual ability. It is because of this, the recent interest by avoiding the cardiopulmonary bypass in certain population of patients, letting clear that they are two different aspects "petite incision and petite chirurgien" (*Rev Mex Anest*, 1998;21:38-54).

Key Words: Minimally Invasive Cardiac Surgery; Coronary surgery without cardiopulmonary bypass.

*Médico adjunto del Instituto Cardiovascular de la Fundación Médica Sur.**Médico adjunto del Departamento de Anestesiología del Hospital Centro Médico Nacional "La Raza", Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y del Instituto Cardiovascular, Fundación Médica Sur. Correspondencia: Octavio González Chon. Puente de piedra No.150 Col Toriello Guerra. Deleg. Tlalpan. C.P. 14050, México, D.F

DESDE QUE Vineberg introdujo el implante de la arteria mamaria en el músculo cardíaco en 1946¹, muchos son los que han atacado el problema de las oclusiones coronarias; ejemplo de ello, es que Kolessov en 1967², reporta su experiencia inicial, además de ser el primero en realizar el By-Pass a la arteria descendente anterior izquierda y a una rama marginal de la arteria circunfleja sin la presencia de circulación extracorpórea a través de una toracotomía izquierda, siendo que Gibbon en 1954³ había realizado la primera operación exitosa utilizando ya la circulación extracorpórea. Favaloro⁴, Garrett⁵, Trapp y Bisarya⁶ y Ankeney⁷ también realizaron revascularizaciones coronarias sin circulación extracorpórea de 1968 a 1975. Posteriormente ellos abandonaron el procedimiento conforme la circulación extracorpórea y el desarrollo de las soluciones cardioplégicas permitieron seguridad, precisión y acceso a todas las arterias del corazón, empezando de esa manera la "gran era" de la revascularización coronaria, la cual hasta el momento continúa siendo una práctica común. Esta aunque relativamente segura, continúa sufriendo una significativa incidencia de serias complicaciones en donde se incluyen, el infarto al miocardio, accidente vascular cerebral, insuficiencia renal, lesión aórtica, insuficiencia respiratoria, lesión a diferentes nervios y anormalidades de coagulación^{8,9}.

Algunas de éstas alteraciones, están directamente relacionadas con la instalación de la circulación extracorpórea, incluyendo la esternotomía, retracción esternal, heparinización sistémica, canulación y pinzamiento de aorta. El mantenimiento de la circulación extracorpórea, induce una respuesta sistémica inflamatoria con anormalidades de coagulación, hemodilución y riesgo potencial de microembolización aérea. Debido a lo anterior, han sido retomadas y nuevamente desarrolladas técnicas sin circulación extracorpórea^{10,11}.

Benetti y colaboradores^{12,13} al igual que Buffolo^{14,15} han reportado simultáneamente sus experiencias preliminares, sin embargo, en la actualidad reportan su experiencia total con excelentes resultados^{16,17}, siendo ésta confirmada por otros grupos quirúrgicos¹⁸⁻²⁰.

Como podemos observar, la tendencia actual es la práctica de la revascularización coronaria mediante invasión mínima conociéndose en los Estados Unidos de Norteamérica con las siglas MIDCAB (minimally invasive direct coronary artery surgery). Este procedimiento es cada día más aceptado ya que el egreso temprano del hospital y el retorno a las actividades laborales lo antes posible con relación al By-

Pass convencional, además de evitar las complicaciones antes mencionadas con la circulación extracorpórea, tienen un impacto económico positivo dentro de los presupuestos hospitalarios.

REVASCULARIZACION CORONARIA MEDIANTE INVASION MINIMA

Criterios de selección quirúrgicos

Ya que la técnica quirúrgica de invasión mínima en la cirugía de revascularización coronaria se encuentra en estadios iniciales, los criterios de selección o indicaciones quirúrgicas están continuamente siendo re evaluadas; sin embargo, hasta el momento los criterios quirúrgicos son los siguientes: 1.- Enfermedad coronaria de uno o dos vasos, como la presencia de enfermedad proximal de la arteria descendente anterior (DA) o arteria coronaria derecha (CD); 2.- Algunas arterias de la pared lateral; 3.- Múltiples angioplastias percutáneas coronarias; 4.- Pacientes de muy alto riesgo incapaces de tolerar la circulación extracorpórea (CEC); 5.- Hasta el momento la edad continúa siendo re evaluada, sin embargo, en algunas instituciones, los rangos oscilan entre 54 a los 82 años de edad. Dentro de los criterios de exclusión, se han identificado a los siguientes: 1.- Presencia de insuficiencia valvular aórtica; 2.- Enfermedad aorto ilíaca¹¹. Aunque no existen contraindicaciones definitivas, las siguientes las podemos tomar de manera relativa: 1.- Obesidad mórbida; 2.- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica; 3.- Fibrilación auricular; 4.- Disfunción severa ventricular izquierda.

Técnica quirúrgica

Con los intentos de realizar cirugía de invasión mínima en las arterias coronarias, se han desarrollado técnicas, las cuales son menos agresivas minimizando tanto las incisiones como las necesidades de soporte ventricular. Además como anteriormente está descrito en ésta revisión, es bien sabido las consecuencias adversas de la circulación extracorpórea con relación a la activación de complemento al igual que a neutrófilos, sin olvidar las complicaciones respiratorias y el dolor ocasionado por la esternotomía media.

Métodos de acceso:

El acceso mínimo, no necesariamente se traduce como mínima exposición. Como alternativas a la esternotomía media las siguientes vías de acceso han sido utilizadas y continúan siendo aún temas de

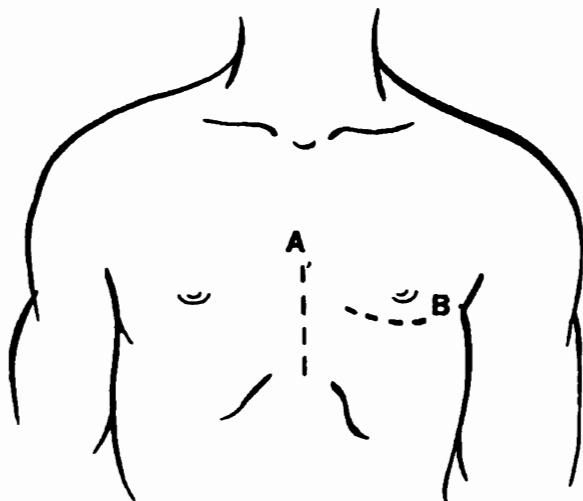


Figura 1. (A) Abordaje por miniesternotomía. (B) Abordaje por minitoracotomía

investigación. 1.- Miniesternotomía anterior y baja para revascularización coronaria. 2.- Minitracotomía anterior izquierda o derecha para el abordaje directo de ambas arterias coronarias. 3.- Minitracotomía lateral para la revascularización del sistema de arteria circunfleja. 4.- Métodos endoscópicos solo para el abordaje a través de la cavidad torácica. 5.- Abordaje transdiafragmático para la revascularización de la superficie inferior del corazón o territorios distales de la arteria coronaria derecha²¹. Sin embargo, en nuestro medio actualmente es mas frecuente la utilización de los abordajes consistentes en miniesternotomía y minitoracotomía, las cuales a continuación describiremos.

Abordaje por miniesternotomía.

El paciente es colocado en posición supina, se realiza una incisión en la piel de aproximadamente 4.6 cm cefálico a la punta del cartílago xifoides y terminando en el área adyacente al tercer espacio intercostal. La esternotomía empieza a nivel del ángulo izquierdo formado por el último cartílago costal en unión al esternón. Esta esternotomía es llevada hacia la línea media o al perfil izquierdo formando una "T" a nivel del segundo espacio intercostal (Fig.1 A, 2 A). Un separador es utilizado para exponer la arteria descendente anterior y posteriormente se procede a la disección de la arteria mamaria izquierda a la DA.

Este abordaje tiene la ventaja de tener tanto la arteria coronaria derecha como la coronaria izquierda disponibles para una anastomosis con la misma inci-

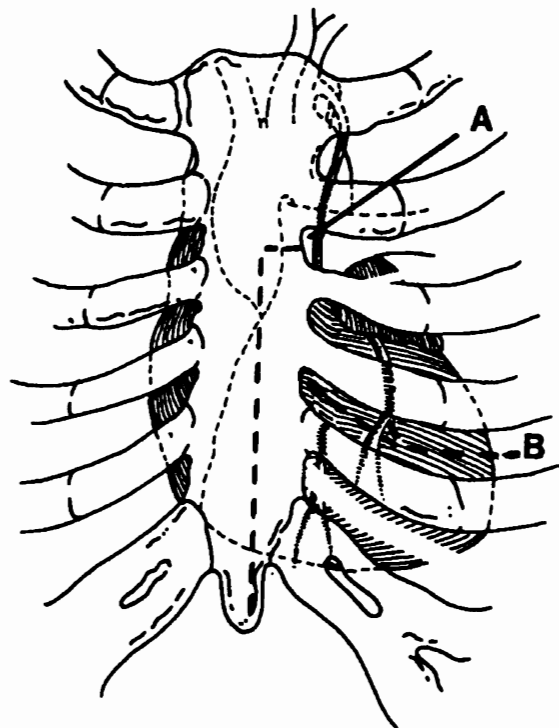


Figura 2. (A) Abordaje por miniesternotomía. (B) Abordaje por minitoracotomía

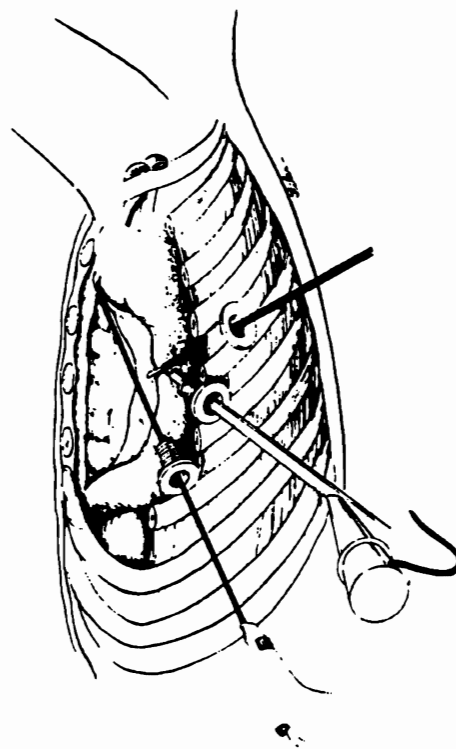


Figura 3. Disección de la arteria mamaria izquierda mediante toracoscopia

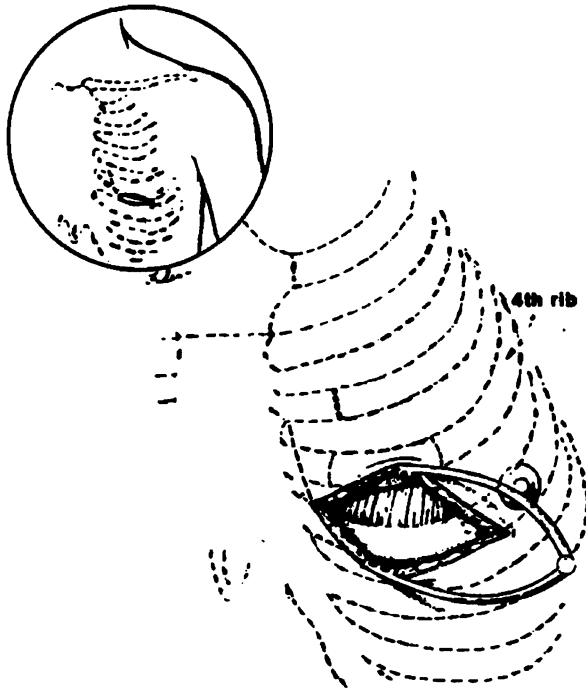


Figura 4. Toracotomía limitada anterior sobre el cuarto espacio intercostal y resección de la 4ª costilla

sión. Además, no hay necesidad de remover alguna costilla y en caso necesario, se puede someter al paciente a la circulación extracorpórea, realizándose de manera relativamente fácil la canulación correspondiente.

Abordaje por minitoracotomía.

El paciente es colocado en posición supina con una ligera inclinación lateral del hemitórax izquierdo. Una incisión se realiza en el cuarto espacio intercostal izquierdo y es extendida hacia el esternón en aproximadamente 9-10 cm. (Fig. 1 B – 2 B). La unión costo-esternal de la cuarta costilla es desarticulada del esternón. La arteria mamaria izquierda puede ser disecada y llevada hacia abajo para posteriormente realizar la anastomosis correspondiente a la DA. Esta exposición tiene la ventaja de requerir menos longitud de disección de la arteria mamaria izquierda para completar la anastomosis, sin embargo, en caso necesario de someter al paciente a la circulación extracorpórea por algún evento inesperado, la canulación del paciente se torna difícil.

Abordaje endoscópico a través de la cavidad torácica.

Este método consiste en la práctica de la toracoscopia con la finalidad de efectuar la disección

de la arteria mamaria interna, mientras que la anastomosis arteria mamaria-arteria coronaria se realiza bajo visión directa a través de una limitada toracotomía anterior.

El paciente se coloca en una posición de decúbito lateral derecho a 30 grados. Un toroscopio standard derecho de 10 mm y 0 grados se coloca a través de un trocar colocado en el cuarto espacio intercostal en la línea axilar posterior (Fig. 3). Trocares adicionales son colocados en el tercero y quinto espacios intercostales con la finalidad de introducir disectores endoscópicos con electrocauterio. La arteria mamaria interna es disecada observando el procedimiento a través de la imagen en video utilizando una técnica quirúrgica standard con las colaterales de la misma, ya sea mediante la colocación de clips endoscópicos o la cauterización eléctrica. El tiempo requerido para la disección toracoscópica de la arteria mamaria interna es de aproximadamente 45 minutos. Una toracotomía anterior limitada es hecha sobre el cuarto espacio intercostal y la porción de cartílago de la cuarta costilla es resecada

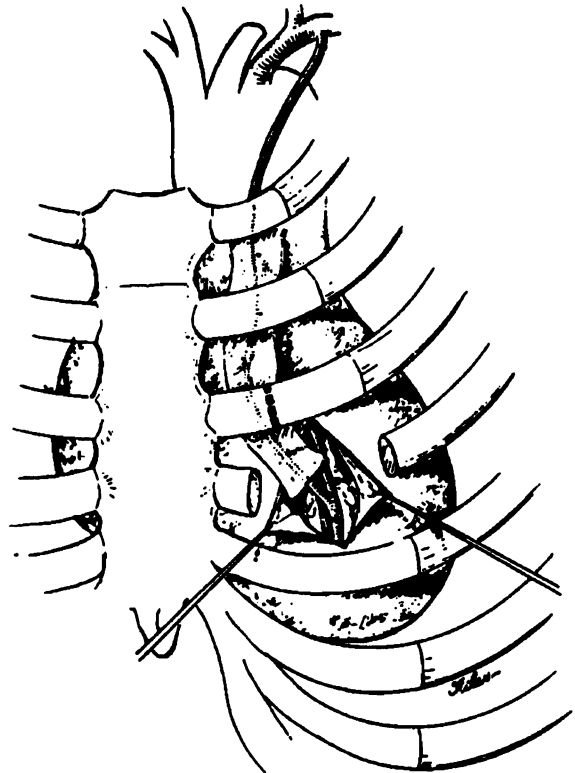


Figura 5. A través de una ventana pericárdica, se realiza la anastomosis de la arteria mamaria a la descendente anterior. Este es bajo visión directa

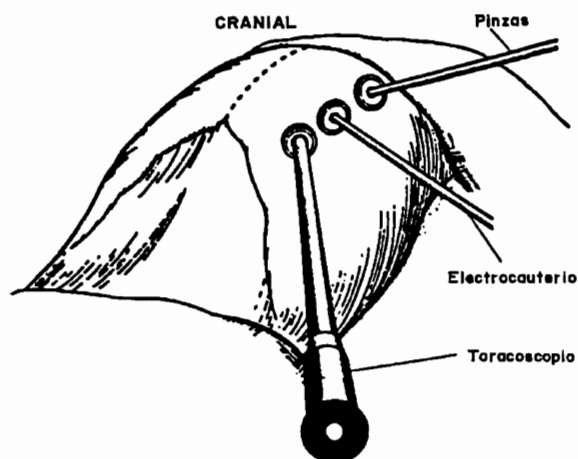


Figura 6. Toracoscopia izquierda y colocación de puertos en el 3°, 5° y 7° espacio intercostal, sobre la línea axilar media

(Fig.4). Una extensión curvilínea de la incisión con dirección superior y medial y división del tercer cartílago costal, puede mejorar la exposición. Posteriormente se realiza una incisión vertical sobre el pericardio y unas suturas son colocadas sobre el mismo (Fig.5) con la finalidad de efectuar tracción y poder visualizar mejor la arteria descendente anterior,

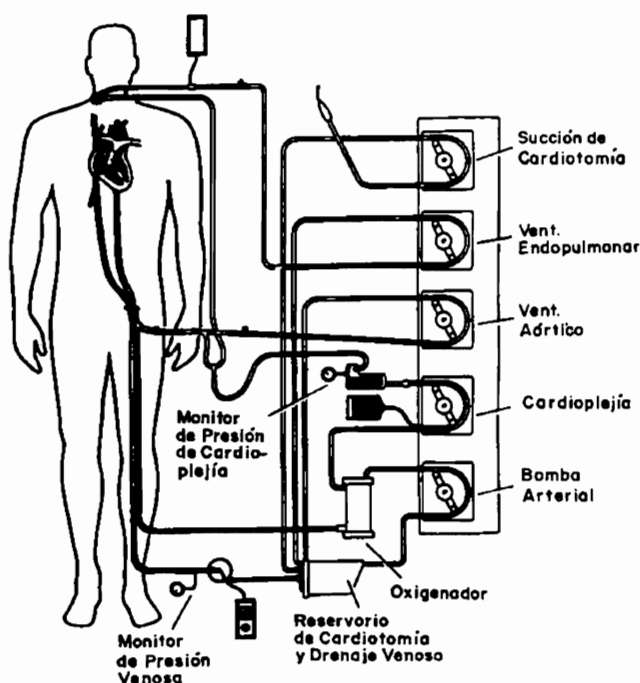


Figura 7. Esquema del sistema de By-Pass endovascular

para después anastomosarla a la arteria mamaria interna²².

Acceso por toracoscopia con soporte circulatorio y circulación extracorpórea mediante la técnica de tórax cerrado. (Cirugía con puertos de accesos)

Los métodos quirúrgicos de invasión mínima han sido desarrollados para brindar los beneficios de una cirugía abierta con disminución del dolor y otras complicaciones relacionadas al procedimiento convencional. Esta técnica está en sus inicios y consiste en la práctica de la circulación extracorpórea y protección miocárdica con paro cardíaco mediante aplicación de solución cardiopléjica sin efectuar esternotomía o toracotomía. La arteria mamaria interna es disecada de la pared del tórax y el pericardio es abierto con el uso de la técnica de toracoscopia y ventilación de un solo pulmón. (Fig. 6). La técnica de circulación extracorpórea de invasión mínima consiste en la colocación de un catéter venoso femoral (17F), la cual es guiada a través de una guía y posicionada a nivel de la vena cava superior, esto se

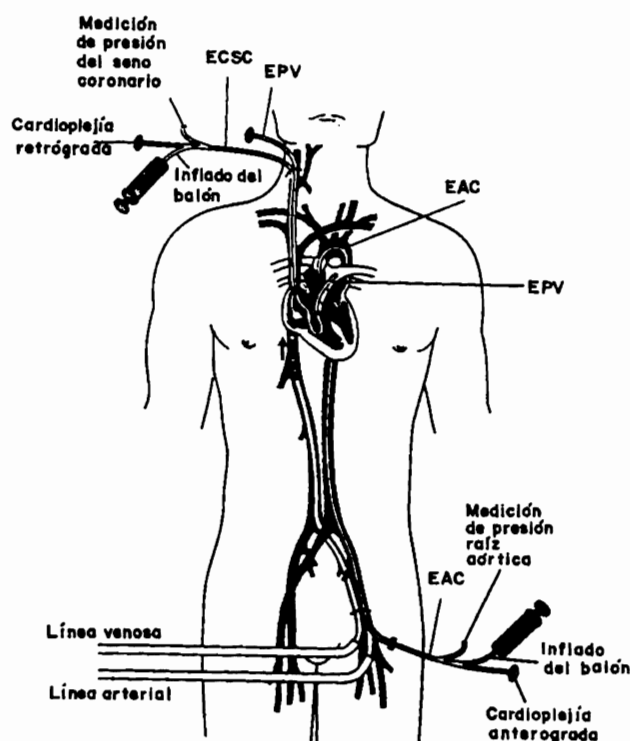


Figura 8. Posición de los catéteres endovasculares. ECSC: Catéter a seno coronario; EPV: Vent. endopulmonar; EAC: Clamp endoaórtico

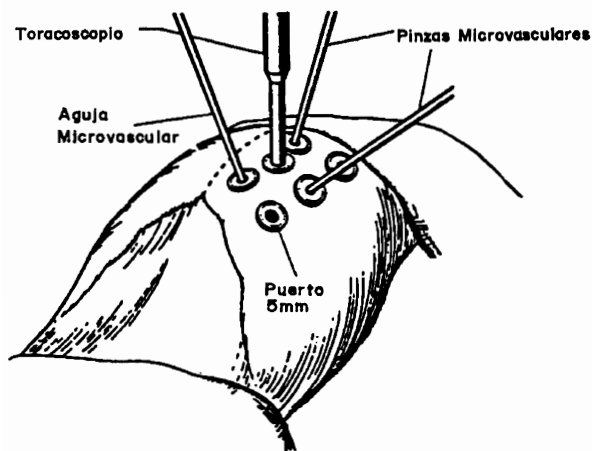


Figura 9. Anatomosis vascular a través de toroscopia

lleva a cabo mediante control fluoroscópico. Una cánula arterial femoral (14F) se coloca en la arteria femoral izquierda. Estos catéteres se conectan a la bomba de la circulación extracorpórea. (Fig.7). Posteriormente, un catéter endovascular pulmonar con

un orificio de salida "vent" (Heartport) se coloca a través de la vena yugular y es guiado mediante "flotación pulmonar" y corroborado mediante fluoroscopia. Este catéter tiene un propósito doble, el de monitorizar la presión de la arteria pulmonar y el de descomprimir el ventrículo izquierdo durante la circulación extracorpórea. Un catéter aórtico endovascular (Endoclamp Heartport) es posicionado bajo fluoroscopia o bajo control ecocardiográfico vía arteria femoral dentro de la aorta ascendente. Este Endoclamp es un catéter de triple lumen con un balón inflable distal. Para posicionar adecuadamente el balón es necesario la aplicación de una pequeña cantidad de medio de contraste a través del lumen central del catéter, el cual se encuentra comunicado con la punta del catéter posicionado éste en la raíz de la aorta. El balón, inflado vía el segundo lumen, provee un pinzamiento de aorta endovascular debido a la oclusión del tracto de salida de la aorta ascendente. (Fig.8). Es importante durante este pinzamiento evitar la oclusión de los ostiums coronarios y los vasos del arco aórtico. La adecuada colocación del balón, es confirmada mediante la instilación de aproximadamente 10 ml de material de contraste radiopaco a través del lumen central del catéter dentro de la raíz aórtica mientras el balón se encuentra inflado. La posición del Endoclamp debe también ser re evaluado antes de desinflar el balón al final del "pinzamiento" de la aorta. La solución cardiopléjica es administrada a través del lumen central, el cual también actúa como "vent". La presión de la raíz aórtica es monitorizada a través

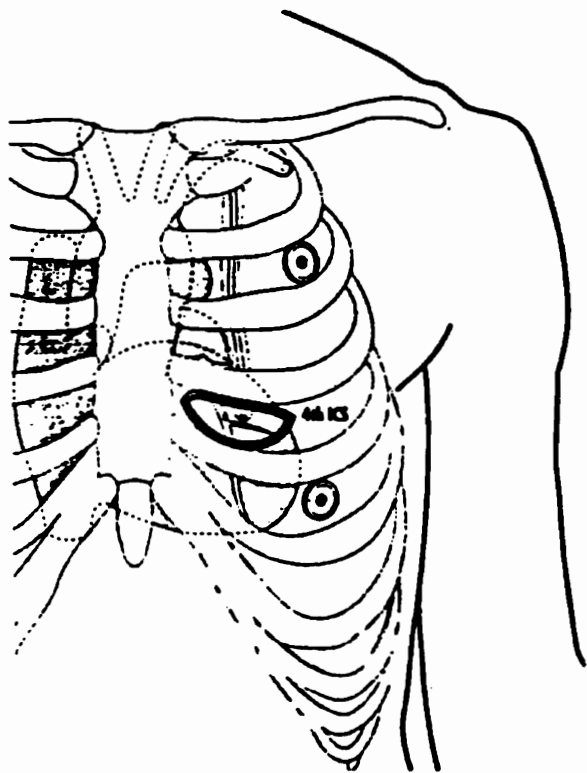


Figura 10. Anatomosis bajo visión directa a través de un puerto anterior

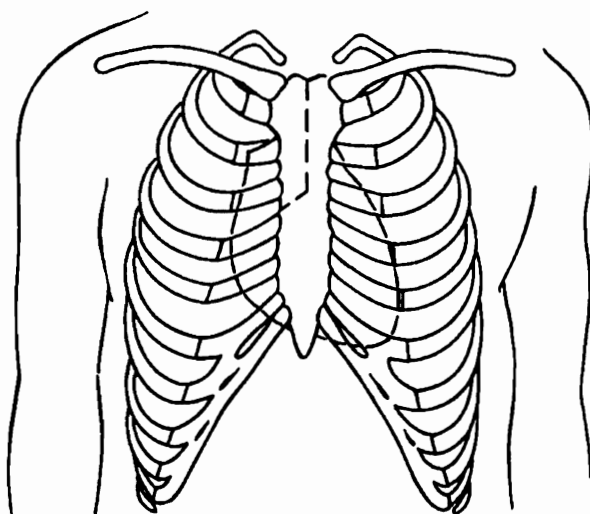


Figura 11. Esternotomía media extendida hacia el lado derecho

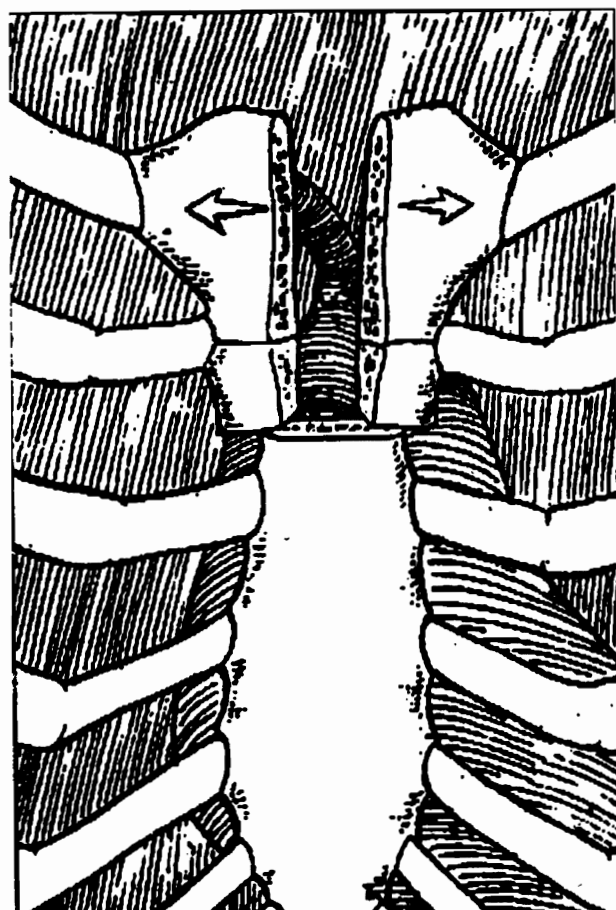


Figura 12. Miniesternotomía superior

del tercer lumen por separado²³. Una cámara con propiedades de estereovisión es colocada a través de un

puerto central anterior de 10 mm y la arteria mamaria interna ya disecada se identifica. Se realiza la arteriotomía y ésta es anastomosada a la arteria descendente anterior con sutura continua mediante instrumentos especiales. Al término de ésta se desinfla el balón del pinzamiento de aorta y se separa de la circulación extracorpórea de manera habitual. (Fig.9).

Un abordaje alternativo para lograr el acceso al corazón y lograr la anastomosis es practicar una incisión paraesternal transversa de 4 a 6 cm en el cuarto espacio intercostal izquierdo. Si se necesita una mejor exposición, el cartílago costal y la costilla adyacente pueden ser removidos. Un separador de tejidos blandos es utilizado para mantener permeable este puerto, por el cual se efectúa la apertura del pericardio. La arteriotomía y la anastomosis pueden hacerse mediante visión directa. (Fig.10)²⁴.

Con éste procedimiento, es posible lograr la revascularización coronaria, habiéndose efectuado el primer procedimiento en abril 1995; así mismo, en junio de 1996 se hace el primer cambio valvular mitral siendo aceptado por la FDA (Food and Drugs Administration) en octubre de ése mismo año.

Técnica anestésica

Los objetivos anestésicos son similares tanto para los accesos por mini-esternotomía, como por mini-toracotomía, siendo los siguientes: 1.- Brindar una inducción segura y mantenimiento de la anestesia general promoviendo una extubación temprana, al igual que el egreso del hospital; 2.- Mantenimiento de la estabilidad hemodinámica mediante una adecuada monitorización y el uso de agentes farmacológicos es-

Cuadro I. Comparación de resultados

Autor	Año	N	% Mortalidad	No. Transf (%)	Gasto Bajo (%)	Infarto del Miocardio (%)	Viabilidad 1 mes (%)	Viabilidad 6 meses (%)	Viabilidad 32 meses (%)
Benetti	91	700	1 - 1.5	90	6	1	93		
Pfister	92	220	1.4	72.7	5.5				
Moshkov	95	220	3.2			2.7			
Buffolo	96	1274	2.5	95.2		4.8	93.4		
Calafiore	96	162	0.6				95	92	93
Benetti	96	44 [†]	2.3		2.3	4.5	95.3		
Calafiore	97	479*	0* - 0.4				95.3		99.1*

* Ultimos 30 pacientes; * suma de pacientes 1994 - 1997; * Mortalidad a 30 días. [†]Cirugía video asistida

Cuadro II. Morbilidad postoperatoria

Complicación	Con CEC (689 pacientes) %	Sin CEC (378 pacientes) %
Arritmias*	12.6	5.5
Pulmonares*	9.7	3.2
Neurológicas*	3.8	1.1
Infecciosas	3.3	3.7
infarto perioperatorio	4.4	4.8
Hemorrágicas	3.5	4.8

* $p < 0.05$ sin CEC versus CEC. CEC: circulación extracorpórea.
Ann Thorac Surg 1996;61:63-66

pecíficos; 3.- Utilizar técnicas relacionadas a la ventilación de un solo pulmón en el caso del abordaje quirúrgico por mini-toracotomía²⁵.

La sala de operaciones debe ser equipada de una manera similar para una revascularización coronaria standard, con excepción del circuito de la circulación extracorpórea, sin embargo, el equipo de perfusión se encuentra presenta por alguna eventualidad.

Monitorización

1.- Previa a ésta, la premedicación en la sala de pre-anestesia o inclusive en su habitación previo traslado a la sala de operaciones, puede realizarse mediante la administración de una benzodiacepina y un opioide, recomendándose la colocación de oxígeno suplementario por cánula nasal y vigilancia de saturación de oxígeno. 2.- Colocación de dos líneas venosas periféricas y línea arterial radial. 3.- Instalación de catéter venoso central y catéter de flotación pulmonar. Con respecto a éste último, actualmente existe mucho debate²⁶⁻²⁸. Con él se pueden hacer varios cálculos hemodinámicos. Las elevaciones en las presiones indican la presencia de isquemia de manera temprana²⁹. En los pacientes sometidos a toracotomía es importante dirigir y colocar éste catéter dentro de la rama pulmonar derecha. 4.- Ecocardiografía transesofágica. Aunque ésta no es utilizada de manera rutinaria, se considera de mucha ayuda, pero no esencial para la práctica del procedimiento. Este es un buen método para la detección temprana de anomalías de contractilidad de la pared^{30,31}. 5.- La combinación de las derivaciones DII-V5 incrementan la sensibilidad de detección de isquemia en un 96%. Sin embargo, en las toracotomías, es necesario el desplazamiento de la derivación V5 de manera más posterior, por lo que de ésta manera disminuye la sensibilidad para la detec-

Cuadro III. Viabilidad de la anastomosis de la arteria mamaria izquierda a la arteria descendente anterior antes del egreso del Hospital

Variable	Con CEC	Sin CEC
Número	30	30
Permeabilidad	93.4%	93.4%
Oclusión	3.3%	3.3%
Estenosis	3.3%	3.3%

Ann Thorac Surg 1996;61:63-66

ción de la misma. 6.- Colocación de parches de desfibrilación externa previa inducción a la anestesia. 7.- Sistema térmico de imagen para angiografía vascular intraoperatoria. Este sistema provee información instantánea de la viabilidad del injerto mediante los cambios en la diferencia térmica entre los vasos y el tejido cardíaco, siendo éstas imágenes en tiempo real. Es un sistema reciente, no invasivo y altamente sensible. Estos "angiogramas" durante la cirugía no utilizan rayos x, ni material de contraste radiopaco.

Técnica Anestésica.

Cualquiera de los siguientes medicamentos puede ser utilizado para la inducción y mantenimiento de la anestesia: 1.- Propofol ya sea en bolo para la inducción y en infusión para mantenimiento, considerándose efectivo tanto para procedimientos quirúrgicos torácicos como cardíacos^{32,33}; además se ha observado que éste agente tiene efecto vasodilatador en las arterias coronarias, siendo por el momento reportado solo en estudios de experimentación con animales³⁴; 2.- Tiopental como inductor a la anestesia, 3.- Midazolam como hipnótico, tanto en la inducción como para el mantenimiento, 4.- Como agentes anestésicos inhalados el Isoflurano, Desflurano o Sevoflurano, 5.- Agentes opioides como Fentanyl o Sufentanil, 6.- Relajantes musculares no depolarizantes el Bromuro de Pancuronio o Vecuronio³⁵. 7.- Como medicamentos adyuvantes: Lidocaína, Esmolol, Adenosina, Nitroglicerina y Fenilefrina.

Manejo Hemodinámico y Manipulación de Parámetros Fisiológicos.

1.- Cuando el abordaje deseado sea por mini-toracotomía, se recomienda la colocación de un tubo

Cuadro IV. Objetivos específicos de revascularización coronaria a corazón latiendo versus problemas del procedimiento convencional

Revascularización Corazón latiendo	Procedimiento convencional
Esternotomía media - minitoracotomía	Incisión convencional
Evitar circulación extracorpórea	Circulación extracorpórea
Minimizar área de disección	Mayor exposición, disección
Disminuir respuesta inflamatoria	Mayor respuesta inflamatoria
Disminución del trauma de canulación	Pinzamiento aórtico
Anticoagulación parcial	Anticoagulación total - sangrado
Disminuir transfusión sanguínea	Mayor requerimiento de transfusión

endotraqueal de doble lumen, aconsejándose la aplicación de Lidocaína endovenosa a la dosis de 1mg/Kg. previa a la intubación, disminuyéndose de esa manera la presencia de arritmias ventriculares y evitando la hipertensión pulmonar durante la manipulación de la vía aérea. Otra opción con relación a la intubación traqueal, lo constituye el bloqueador endotraqueal Univent, el cual al parecer tiene menores riesgos potenciales comparado con el tubo endotraqueal de doble lumen³⁶; siendo uno de ellos, el no tener la necesidad de cambiar éste último al finalizar la cirugía.

La razón de utilizar cualquiera de los anteriores en relación con el procedimiento quirúrgico, es que el colapso del pulmón hace más fácil la visualización el corazón y minimiza el desplazamiento cardiaco debido a la expansión pulmonar. Si el abordaje es por mini-esternotomía no es necesaria la aplicación de los tubos anteriores, sin embargo los objetivos previos son los mismos, solo que aquí se reduce el volumen corriente y/o la frecuencia respiratoria para una mayor exposición. Administración de 10,000 U.I de Heparina o una tercera parte de la dosis total, antes de la transección distal de la arteria mamaria interna y oclusión de la arteria descendente anterior³⁷. Aplicación de Esmolol en bolos de 10-20 mg con la finalidad de disminuir la frecuencia cardiaca y fuerza de contracción facilitando de esa manera la colocación de "riendas" proximal y distal sobre la arteria descendente anterior y la subsecuente anastomosis con la arteria mamaria interna. De la misma manera se puede administrar una infusión de Esmolol, recomendándose la preparación de 1.25 gm/250 ml de solución glucosada al 5% (12.5 frascos de 10 ml) con rango de dosis entre 50-500 µg/

kg./min., hasta obtener el efecto deseado, pudiendo disminuir también la isquemia miocárdica intraoperatoria³⁸. Prueba de isquemia o Prueba de oclusión (Isquemia miocárdica preconditionante). Esta se realiza por espacio de 5 minutos, y consiste en la oclusión por las "riendas" aplicadas proximal y distal a la DA, valorando cambios en el ECG, Gasto Cardiaco y variables hemodinámicas derivadas del catéter de flotación pulmonar (opcional) y Saturación de oxígeno. Existe actualmente disponibles en el mercado la presencia de diversos "fijadores" epicardicos, los cuales tienen como objetivo facilitar la práctica de la anastomosis, dejando aislado de movimiento la porción correspondiente al segmento de la arteria coronaria a revascularizar.

El objetivo de ésta oclusión o isquemia miocárdica preconditionante, se basa en la hipótesis, donde repetidas oclusiones coronarias pueden causar depleción parcial de ATP, y que la reperfusión intermitente puede lavar los catabolitos isquémicos³⁹. Por lo tanto, el término de "preacondicionamiento" se definió de manera inicial como una rápida respuesta adaptativa, donde la utilización de ATP y la glucólisis anaeróbica ocurren mucho más lenta que el que se observa en un miocardio "virgen". Como resultado de ésta diferencia metabólica, un período más largo de isquemia es requerido para que el ATP y el lactato de éste tejido preconditionado, alcance niveles asociados con daño irreversible. De manera paradójica, repetidos ciclos de isquemia-reperfusión hacen al miocardio más resistente al infarto durante subsecuentes y prolongados episodios de isquemia⁴⁰. Estudios en varias especies han demostrado que el preconditionamiento puede limitar el tamaño del infarto⁴¹⁻⁴⁵. El preconditionamiento, también puede causar un poderoso efecto antiarrítmico, demostrándose que las arritmias inducidas por la reperfusión después de un

Cuadro V. Ventajas y desventajas de la revascularización coronaria sin bomba

Ventajas	Desventajas
Menor mortalidad	Técnica más demandante
Menor morbilidad	Posible en el 25% de los casos
No es necesaria sangre homóloga	Resultados menos reproducibles
Menor costo	Curva de aprendizaje-entrenamiento
Menor tiempo de hospitalización	Necesario instrumentos especiales

Ann Thorac Surg 1996;61:63-66

segundo episodio isquémico, son substancialmente reducidas con abolición de extrasístoles ventriculares, fibrilación y taquicardia ventricular⁴⁶. Deutsch⁴⁷, fue uno de los primeros en demostrar que el preacondicionamiento de isquemia ocurre en humanos, sin embargo, a pesar de toda ésta evidencia, las consecuencias terapéuticas de éste fenómeno actualmente son aún especulativas⁴⁸.

Si clínicamente la isquemia es detectada por cambios en el segmento S-T, elevaciones en la presión de oclusión de la arteria pulmonar, desarrollo de ondas "V" gigantes, disminución del gasto cardiaco o alteraciones de la movilidad segmentaria de la pared ventricular detectadas por ecocardiografía, diferentes maniobras se ponen en práctica con la finalidad de optimizar el balance entre aporte/consumo de oxígeno; estas pueden ser: a.- reducción en la precarga, b.- elevación moderada de la postcarga, c.- mejoría de la contractilidad, d.- incrementar el flujo coronario colateral. Después de una o más de éstas intervenciones, se repite nuevamente la prueba de oclusión en dos o más ocasiones poniéndose en práctica el concepto de preacondicionamiento de isquemia, en donde generalmente la isquemia se resuelve pudiéndose efectuar la anastomosis ente la arteria mamaria y la DA⁴⁹. Si los signos de isquemia persisten, otras medidas deben ser tomadas, tal es el incremento en la dosis de nitroglicerina, colocación del balón intra-aórtico de contrapulsación, By-Pass femoro-femoral, o convertir el procedimiento a una revascularización coronaria convencional, es decir, someterlo a circulación extracorpórea³⁷. Previo al despinzamiento de la arteria mamaria interna ya con la anastomosis completa, se administran 100 mg de Lidocaína, con el objeto de prevenir arritmias ventriculares por reperusión.

Una vez realizada la anastomosis, la bradicardia severa puede usualmente ser revertida con la suspensión de la infusión de Esmolol o mediante estimulación mecánica directa por el cirujano. Sin embargo, existen momentos en que el cirujano necesita una parada cardiaca momentánea para el control del sangrado en el sitio de la anastomosis, y es la Adenosina, un nucleótido endógeno que enlentece el tiempo de conducción a través del nodo A-V, la que se puede administrar mediante un bolo rápido endovenoso a la dosis de 6-12 mg. Esta, tiene una vida media de 10 segundos y su efecto es revertido por cafeína y teofilina, pero no por atropina⁵⁰.

Cualquier disminución en la presión arterial, rápidamente debe ser tratada, con el objeto de mantener una presión sistémica en los rangos entre 80-

Cuadro VI. Problemas con la CEC endovascular

1. Disminución del calibre de los vasos y flujo
2. Lesión arteria femoral
3. Lesión vena femoral
4. Disección de aorta
5. Múltiples incisiones
6. Mayor tiempo de CEC
7. Disminución de accesos, tanto venosos como arteriales para futura cateterización

100 mmHg. Para ello se recomienda la infusión de fenilefrina (10 mg/250 ml de solución glucosada al 5%) o en su defecto norepinefrina (4 mg /250 ml de solución glucosada al 5%). Así mismo se recomienda la infusión de nitroglicerina (0.5 µg/Kg./min) para provocar vasodilatación coronaria. El uso de las combinaciones "Feni-Nitro" o "Norepi-Nitro" promueven tanto el incremento en la presión de perfusión diastólica y flujo coronario.

Anestesia Epidural Torácica Alta.

La anestesia epidural torácica alta (AETA), selectivamente bloquea los dermatomas torácicos (T1-T5) mediante la aplicación de agentes anestésicos locales, teniendo la peculiaridad de poder bloquear las fibras cardiacas simpáticas, tanto afrentes como eferentes. Esta técnica ha ofrecido ciertos beneficios ante la presencia de isquemia miocárdica. Durante la oclusión coronaria experimental, la anestesia epidural torácica alta, ha demostrado el beneficio de redistribuir el flujo sanguíneo a las áreas isquémicas⁵¹, así como también de reducir el tamaño del infarto; esto fue reportado de manera inicial en animales de experimentación⁵². Con ello, se concluyó que la AETA, reduce los determinantes mayores de consumo de oxígeno (presión arterial media, frecuencia cardiaca y contractilidad) e incrementa el flujo sanguíneo miocárdico regional al aumentar la relación de flujo epicardio/endocardio. Otro de los beneficios de la AETA, es el control efectivo del dolor de la angina de pecho resistente al tratamiento medico convencional, incluyendo la infusión de nitroglicerina⁵³. Para confirmar estos hallazgos ya sobre pacientes portadores de angina de pecho inestable, fue necesario medir los efectos de la AETA sobre la hemodinámica central (catéter de flotación pulmonar y parámetros derivados del mismo). Se administró a manera de inyección epidural en bolo entre el segundo y quinto espacio torácico vertebral

4.3 ± 0.2 ml de Bupivacaína (5 mg/ml) produciendo un bloqueo simpático de T1-8, con disminución del dolor torácico, acompañado de una significativa disminución de la presión arterial sistólica, frecuencia cardíaca y presión en cuña de la arteria pulmonar, sin ningún cambio significativo en la presión de perfusión coronaria, gasto cardíaco, volumen latido y resistencias vasculares tanto sistémicas como pulmonares; de aquí que las primeras conclusiones sean que la AETA tiene efectos benéficos en los determinantes mayores del consumo de oxígeno miocárdico, sin poner en riesgo la presión de perfusión coronaria⁵⁴. Así mismo se comprobó que la AETA causaba un considerable incremento en el diámetro intraluminal estenótico coronario de 1.34 ± 0.11 a 1.56 ± 0.13 mm ($p < 0.002$), pero no cambió el diámetro de los segmentos no estenóticos (3.07 ± 0.13 a 2.99 ± 0.13 mm). Estos resultados sugieren fuertemente, que se incrementa el diámetro estenótico de la arteria coronaria epicárdica, sin causar dilatación de las arteriolas coronarias⁵⁵. En estudios subsecuentes, Blomberg demostró en pacientes con enfermedad trivascular, los cuales fueron sus mismos controles en pruebas de esfuerzo, primero sin AETA y después con AETA, una mejoría en la fracción de eyección global y anterolateral con AETA (52.8% vs 46.5% y 53.2% vs 46.0% respectivamente $p < 0.05$) y la escala de movilidad segmentaria de la pared fue significativamente más baja (8.8 vs 11.8 $p < 0.01$). La depresión del segmento S-T también fue significativamente más baja con AETA (-1.03 vs -1.84 mV $p < 0.01$). Con lo anterior se concluye, que el bloqueo cardíaco simpático causado por la AETA, mejora la isquemia asociándose con una menor depresión del segmento S-T a un cierto estrés fisiológico⁵⁶.

En la actualidad, son indiscutibles todos los beneficios terapéuticos de la AETA en la cirugía de revascularización coronaria, tanto por sus efectos hemodinámicos anterior y ampliamente descritos, así como el alivio del dolor postoperatorio y extubación temprana⁵⁷. Por ello, los autores actualmente se encuentran investigando ésta técnica en la cirugía de revascularización coronaria de invasión mínima tomando como base lo siguiente: 1.- Efectos hemodinámicos centrales y sobre la circulación coronaria de los anestésicos locales; 2.- Menor cantidad de heparina, utilizándose solo la tercera parte de la dosis total, reduciendo así la posibilidad de hematoma epidural, cuya frecuencia actual es de 1:150,000⁵⁸; 3.- Menor utilización de medicamentos adyuvantes debido a punto número 1 antes mencio-

nado; 4.- Extubación temprana de acuerdo a los lineamientos previamente publicados por los autores⁵⁹; 5.- Control de dolor postoperatorio.

MANEJO POSTOPERATORIO

Los principales objetivos en el tratamiento postoperatorio de un paciente sometido a revascularización coronaria de invasión mínima son: 1.- Prevención, detección y tratamiento de la isquemia miocárdica postquirúrgica; 2.- Decisión de extubación temprana; 3.- Evaluación y tratamiento del dolor; 4.- Cuidados postoperatorios de enfermería; 5.- Seguimiento de la evolución a corto, mediano y largo plazo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las primeras experiencias con la revascularización coronaria sin someter a los pacientes a la circulación extracorpórea, data desde los años 70's hasta la fecha, incrementándose de manera progresiva. (Cuadro I). En ella, se encuentran los estudios que son más representativos por el número de enfermos llamando la atención, el bajo porcentaje de mortalidad que oscila entre el 0-2.5%, cifras muy similares a las publicadas por el CASS (Coronary Artery Surgery Study) que es del 2.5%, resultado de 15 centros de estudio, con un total de 6,176 pacientes⁶⁰. Sin embargo, algunos centros recientemente empiezan a incrementar la mortalidad con rangos que van desde 3.1% hasta el 8%, siendo esto debido, a un estado de mayor gravedad de los enfermos, asociados con enfermedades comórbidas⁶¹.

Con relación a la viabilidad de los injertos, es bien sabido que la arteria mamaria interna ha sido utilizada en la práctica clínica desde hace aproximadamente 12 años debido a la permeabilidad de éste vaso a largo plazo, ya que, un 82-94% se mantienen permeables después de 5-12 años posteriores a la revascularización coronaria, permeabilidad superior a la que presentan los injertos venosos que oscilan entre 45-65%⁶²⁻⁶⁵; teniendo en consideración, que la incidencia de enfermedad aterosclerosa, se encuentra presente en los injertos venosos a partir del tercer año posterior a la cirugía, siempre y cuando no se presenten oclusiones tempranas por defectos de técnica quirúrgica. Los seguimientos de Benetti y Calafiore (Cuadro I) a diferentes tiempos, son todos ellos mayores al 92%; sin embargo, cabe remarcar que solo se tienen seguimientos hasta la fecha de 36 meses, esto es debido, a que el procedi-

miento, sin bien no es nuevo, actualmente tiene un mayor auge, puesto que había dejado de practicarse por la presencia de la circulación extracorpórea. Poco representativos son los resultados presentados por Buffolo al comparar la permeabilidad de la anastomosis de la arteria mamaria izquierda a la descendente anterior en pacientes sometidos a CEC contra la revascularización a corazón latiendo, primero, por la cantidad de pacientes en cada grupo y segundo, por el tiempo tan temprano de probar la permeabilidad de injerto (Cuadro III); esto, por supuesto que no le quita validez a los resultados, ya que era necesario demostrar angiográficamente la permeabilidad de estos injertos, los cuales definitivamente son más difíciles de elaborar, para lo cual se han elaborado diferentes tipos de instrumentos que intentan hacer el procedimiento más sencillo. Aunque en opinión de los autores, estos resultados no son predictivos de éxito quirúrgico, constituyen un parámetro de comparación para estudios posteriores, con un mayor número de pacientes y un plazo más largo de seguimiento. Calafiore⁶⁶ realiza un seguimiento angiográfico y una prueba de estrés mediante la valoración del flujo con doppler, tratando de encontrar el aumento de flujo diastólico en los vasos intratorácicos (arterias coronarias anastomosadas) lo que sugiere permeabilidad de la anastomosis. Hasta el momento, reporta una viabilidad y anastomosis no restrictiva obtenida en 227 pacientes de 96.6%. Esto a nuestro parecer, es un método no invasivo de primera instancia para determinar el flujo diastólico coronario y en caso de duda o alteración someter al paciente a la angiografía, la cual determinaría la anatomía coronaria.

Con relación a la morbilidad, (Cuadro II) son evidentes los resultados que demuestran la dismi-

nución en las complicaciones en aquellos pacientes que no son sometidos a la circulación extracorpórea. La canulación de los grandes vasos, seguida por la circulación de la sangre a través de tubos de plástico y el oxigenador (circulación extracorpórea), son la principal causa de una elevada morbilidad de la cirugía cardíaca⁶⁷. La manipulación, canulación y el pinzamiento de la aorta, pueden causar émbolos que traen como consecuencia diferentes secuelas neurológicas; así mismo, la circulación extracorpórea, induce a una total "respuesta inflamatoria" (interleukinas, FNT, complemento, etc.)⁶⁸ que causa un incremento difuso de la permeabilidad capilar, retención de líquidos y alteraciones de la coagulación que contribuyen a una disfunción orgánica múltiple⁶⁹.

¿ POR QUE EVITAR LA CIRCULACION EXTRACORPOREA ?

Existen pacientes los cuales son considerados como alto riesgo para someterlos a la circulación extracorpórea debido a la presencia de enfermedades médicas asociadas, ejemplo de ellas son: 1.- Enfermedad pulmonar crónica obstructiva (EPOC), 2.- Enfermedad vascular periférica, 3.- Enfermedad cerebrovascular previa o presencia de ataques isquémicos transitorios 4.- Insuficiencia renal, 5.- Insuficiencia hepática, 6.- Trastornos hematológicos (hemorrágicos o trombóticos), 7.- Severa disfunción ventricular, 8.- Enfermedad neurológica crónica. Esta, es una justificante mayor para hacer que el procedimiento de la revascularización coronaria con corazón latiendo, sea el que se realice de elección. Por ejemplo, serios eventos adversos en el sistema nervioso central (SNC) ocurren en el 6% de los pacientes sometidos a revascularización coronaria y By-Pass cardiopulmonar, disfunción cognoscitiva poco aparente en el 20-79% de los casos, pudiendo persistir por dos meses o más entre el 15-57%⁷⁰. Un estudio reciente, reporta efectos adversos en el SNC después de la revascularización coronaria, como una de las principales causas aumento de estancia hospitalaria y por lo tanto incremento en los costos de hospitalización⁷¹. Así mismo se ha confirmado, que las complicaciones en el SNC, requieren mayor tiempo de hospitalización que aquellos pacientes que sufren infarto al miocardio postoperatorio, falla ventricular izquierda o insuficiencia renal; por lo tanto, la morbilidad postoperatoria relacionada al SNC representa la consecuencia emocional y económicamente más costosa derivada de la cirugía cardíaca⁷²;

Cuadro VII. Comparación entre toracotomía y esternotomía

Variable	Toracotomía	Esternotomía	Valor de p
Tiempo de cirugía (min)	247.7 ± 53.2	276.4 ± 88.1	0.59
Días de ventilación	1.6 ± 1.1	4.5 ± 9.1	0.42
Días en UTI	3.2 ± 1.6	7.9 ± 2.5	0.49
Tiempo perfusión (min)	94.8 ± 42.4	121.4 ± 58.3	0.03
Unidades de sangre	5.3 ± 1.8	11.4 ± 9.6	0.003

Ann Thorac Surg 1996;61:63-66

de ahí el interés de los autores en profundizar un poco más en ésta causa de morbilidad.

La fisiopatología de los efectos adversos perioperatorios del SNC son complejos e incompletamente entendidos, pero probablemente, incluyan fenómenos que puedan precipitar alteraciones, tanto focales como globales a nivel cerebral. El daño focal, es probablemente el resultado final de una marcada y persistente hipoperfusión u obstrucción al flujo producidos por macroémbolos (>200 micrón) constituidos de material ateromatoso, grandes burbujas de aire o trombos intracardiacos. Insidiosos síntomas neurológicos no focales pueden ser el resultado del microembolismo, ya sea aéreo, grasa o algunos agregados de elementos sanguíneos. Micrografías cerebrales obtenidas de especímenes de autopsia, tanto de animales como de humanos, demuestran la presencia de dilataciones de pequeños capilares y arteriolas después de CEC, que probablemente representan el atrapamiento de burbujas de aire o partículas de grasa. Por lo tanto, el daño cerebral precipitado por el embolismo de aire es probablemente el resultado de: 1.- Trauma mecánico al endotelio causando ruptura de la membrana basal, producción de trombina, liberación de P-Selectina de las vesículas intracelulares y síntesis del Factor Activador Plaquetario (FAP); 2.- Lesión por reperfusión con la concomitante presencia de las cascadas de inflamación y trombosis. Ambos fenómenos endoteliales (abrasión e isquemia) probablemente alteren la producción de óxido nítrico (NO), limitando el efecto paliativo de éste en la interacción leucocito-endotelio, permitiendo a los leucocitos adherirse y liberar radicales libres de oxígeno, amplificando así, la respuesta inflamatoria post-isquémica⁷³.

Es por ello, que actualmente existe el desarrollo y el interés por nuevos procedimientos y abordajes, los cuales son aplicados en aquellos pacientes que son necesariamente llevados a la CEC; ejemplo de esto, es la práctica de la ultrasonografía epiaórtica que identifica la enfermedad aterosclerosa y el uso de clamps endovasculares que pueden disminuir en un momento dado, la carga embólica asociada a la cirugía cardiaca; de esa manera, el cuestionamiento será en el sentido de: ¿Es la circulación extracorpórea per se la causante de la morbilidad en el CNS, o en un mayor porcentaje, se relaciona al pinzamiento de aorta y a manipulación de la misma? En adición a los procedimientos anteriores, existe el desarrollo de múltiples compuestos que pueden efectivamente interrumpir el proceso patológico celular asociado con isquemia cerebral, entre ellos se encuentran: antagonistas de

glutamato, moléculas adenosina-like, atrapadores de radicales libres de oxígeno, anticuerpos monoclonales, antagonistas de receptores de FAP y otros moduladores de la inflamación⁷⁴.

De la misma manera, evitando la práctica de la circulación extracorpórea, pueden reducirse significativamente los costos de la cirugía. Buffolo¹⁷ ha considerado un ahorro de aproximadamente \$ 3,000 dólares por caso debido a la disminución de equipo dentro de la sala de operaciones, como lo son oxigenadores, equipos de administración de solución cardiopléjica, cánulas etc. Si los buenos resultados de la revascularización coronaria sin CEC continúan y son confirmados, un mayor número de pacientes se verá beneficiado con éste tipo de procedimiento, ya que los objetivos específicos de la no utilización de la CEC en comparación con el procedimiento convencional, se pueden resumir en el Cuadro IV.

Las ventajas y desventajas de la revascularización coronaria sin bomba, se pueden apreciar en el Cuadro V.

CIRUGIA CON PUERTOS DE ACCESO

La reducción del trauma quirúrgico, es el objetivo de la cirugía cardiaca de invasión mínima. Esta puede ser lograda mediante la reducción en el tamaño de incisión o eliminando o cambiando la manera de practicar la circulación extracorpórea (CEC). Sin embargo, ciertos procedimientos quirúrgicos cardíacos, tales como la cirugía valvular y la cirugía arterial coronaria de múltiples vasos no es posible realizarle sin el uso de la CEC. Es por ello que el grupo de Stanford C.A. diseña un sistema de CEC endovascular, reduciendo de esa manera el trauma quirúrgico, ya que en éste procedimiento como antes es descrito, se evita la esternotomía, pudiéndose llevar a cabo la cirugía con el corazón parado y en condiciones de hipotermia. Las potenciales ventajas son: 1.- evitar la manipulación directa de la aorta y la aurícula, 2.- disminución de la incidencia de accidente vascular cerebral y arritmias auriculares.

Desde su primera aplicación en abril de 1995, cerca de 1,000 procedimientos han sido realizados en el mundo utilizando el sistema de CEC endovascular, consistiendo en 541 cirugías de arteria coronarias, 377 cirugías para válvula mitral y 118 procedimientos diversos⁷⁵. La incidencia de complicaciones perioperatorias con relación al Sistema Nervioso Central (accidente vascular cerebral), disección aórtica y arritmias auriculares de 2.1%, 1.5% y 6.0% respectivamente.

Al parecer, los resultados preliminares, son satisfactorios; sin embargo cabe recordar que ésta técnica aunque ya aprobada por la FDA, continúa en investigación, siendo necesario aún un mayor número de casos para poder sustentar en realidad los beneficios de la CEC endovascular, ya que los problemas con ésta técnica descrita pueden observarse en el Cuadro VI.

CIRUGIA DE INVASION MINIMA PARA LA VALVULA AORTICA.

Hasta el momento, dos tipos de incisiones han sido desarrolladas para el abordaje hacia la válvula aórtica, el desarrollado por Cosgrove⁷⁶, que en un inicio, utilizaba una incisión paraesternal derecha en donde los cartílagos costales derechos segundo, tercero y cuarto eran divididos del esternón, permitiendo de esa manera un acceso directo a la aorta. Actualmente realiza una esternotomía media, desde la horquilla esternal hacia el tercero o cuarto espacio intercostal derecho (Fig. 11). Gundry²¹, ha desarrollado una técnica en donde se realiza una "mini-esternotomía superior" dividiendo el manubrio esternal hacia abajo hasta el nivel del segundo espacio intercostal dividiendo transversalmente el esternón dentro del mismo espacio de manera bilateral. (Fig.12).

En ambas técnicas, actualmente la canulación se realiza vía miniesternotomía superior, evitando de esta manera la canulación femoral. Cosgrove⁷⁷ sugiere que, para reducir el tamaño de la cánula venosa, un drenaje venoso con vacío debe ser utilizado. 40- 50 mmHg de presión negativa (vacío) es la presión necesaria que se debe de aplicar a través del reservorio venoso. Esta maniobra mejora significativamente el retorno venoso, facilitando un adecuado flujo vía cánula única 28Fr colocada en el apéndice atrial derecho. Otra ventaja de éste sistema de drenaje, es que proporciona un campo quirúrgico seco y reduce el volumen de cebado de la máquina de circulación extracorpórea, eliminando la necesidad de cebar las líneas venosas. La solución cardiopléjica se coloca a través del atrio derecho dentro del seno coronario. El cambio valvular, se realiza de manera habitual, monitorizando mediante ecocardiografía la función valvular, fugas paravalvulares, función ventricular, burbujas de aire, etc.

Sobre ésta pequeña incisión descrita, se ha dicho que tiene ciertas ventajas potenciales, para mencionar algunas: 1.- Es cosméticamente más acep-

tada por los pacientes, 2.- Disminución del dolor, el cual puede estar relacionado a la ausencia de retracción y estrés aplicado sobre las costillas y esternotomía media, 3.- Ya que es una incisión pequeña, reduce la potencial infección de la herida y la pérdida sanguínea por la misma, 4.- Los pacientes son extubados rápidamente y egresado del hospital en el menor tiempo posible, 5.- La reoperación a través de la esternotomía media puede ser menos difícil debido a que el pericardio debajo del esternón se mantiene intacto, protegiendo de esa manera al corazón durante el abordaje⁷⁶.

CIRUGIA DE INVASION MINIMA PARA LA VALVULA MITRAL.

Para la cirugía de invasión mínima de válvula mitral, han sido descritas varias vías de entrada, una de ellas es a través de una pequeña incisión paraesternal derecha y mediante un abordaje transeptal, tener una exposición adecuada de la válvula, efectuando la corrección quirúrgica⁷⁸. Algunos han propuesto la vía de abordaje a través de una toracotomía anterolateral derecha como vía alternativa⁷⁹, otros, como procedimiento de elección en reoperaciones de esta válvula, efectuando la cirugía sin canulación aórtica ni atrial derecha y sin pinzamiento de aorta⁸⁰, y unos más, con By-Pass femorofemoral e hipotermia profunda⁸¹. Sin embargo, parece ser que la piedra angular, se trata de la incisión, pues todos ellos sin excepción llevan implícito la práctica de la circulación extracorpórea, de tal manera que en el Cuadro VII, vemos la comparación tanto de la toracotomía como de la esternotomía, con relación a la evolución de los enfermos. Estos resultados desde el punto de vista estadístico, parecen favorecer a la toracotomía como el procedimiento que disminuye la morbilidad. Así mismo, la cirugía a través de puertos de accesos está ganado cada día un mayor número de pacientes, sin que al momento se lleguen a conclusiones definitivas.

PERSPECTIVAS FUTURAS

La cirugía cardiaca moderna, ha sido basada principalmente en la circulación extracorpórea, protección miocárdica y esternotomía media. Esta última provee un acceso simultáneo a todas las válvulas cardiacas y arterias coronarias; sabiendo de antemano, que es necesaria una buena exposición para lograr extensas correcciones de complejas enfermedades cardiacas que requieren la mayoría de los enfermos

que se someten a cirugía cardíaca. Recientemente, el concepto de "menos invasión" optimísticamente llamada Cirugía de Mínima Invasión ha afectado dramáticamente a algunas subespecialidades quirúrgicas⁸².

Sin embargo, con relación a la cirugía cardíaca, hasta el momento surgen algunas preguntas aún no resueltas: 1.- ¿Cuales pueden ser los resultados a largo plazo de éste procedimiento? 2.- ¿Pueden los injertos arteriales mantenerse permeables al igual que los realizados con la técnica convencional bajo circunstancias más controladas? 3.- ¿Cuales son los mejores candidatos para éste procedimiento? 4.- ¿Es preferible una pequeña incisión con un mayor tiempo de bomba que el procedimiento convencional?

Se necesitan más casos con ésta técnica para una mejor selección y estratificación de pacientes, caso similar a la angioplastia percutánea transluminal, la cual tiene ya tanto indicaciones como limitaciones⁴⁹. En opinión de los autores la Cirugía Cardíaca de Invasión Mínima está avanzando en proporciones cada día mayores, esto acompañado de grandes desarrollos tecnológicos, harán posible en conjunto, que los procedimientos sean cada día menos invasivos y más efectivos a corto y largo plazo, respuesta que esperamos en la próxima década.

REFERENCIAS

- Vineberg AM. Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted mammary artery. *Med Ass J* 1954;71:594.
- Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment of angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54:535-544.
- Gibbon JH. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* 1954;37:171-180.
- Favaloro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion. *Ann Thorac Surg* 1968;5:334-339.
- Garrett HE, Dennid EW, De Bakey ME. Aorto-coronary bypass with saphenous vein graft. Seven-year follow up. *JAMA* 1973;223:794-794.
- Trapp WG, Bisarya R. Placement of coronary artery bypass graft without pump-oxygenator. *Ann Thorac Surg* 1975;119:1-9.
- Ankeney JL. To use or not to use the pump oxygenator in coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 1975;19:108-109.
- Mangano DT. Perioperative cardiac morbidity. *Anesthesiology* 1990;72:153-184.
- Gill R, Murkin JM. Neuropsychologic dysfunction after cardiac surgery: What is the problem? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:91-98.
- Subramanian VA, Guido S, Federico J. Minimally invasive coronary bypass surgery: A multicenter report of preliminary experience. *Circ* 1995;92:1645.
- Robinson MC, Gross DR, Zeman W. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: A new method using anterior mediastinotomy. *J Card Surg* 1995;10:529-536.
- Benetti FJ. Cirugía coronaria directa con bypass de vena safena sin circulación extracorpórea o parada cardíaca. Comunicación previa. *Rev Arg Cardiol*. 1980; 8:3
- Benetti FJ, Naselli G, Wood M. Direct coronary artery surgery with saphenous vein bypass without either cardiopulmonary bypass or cardiac arrest. *J Cardiovasc Surg* 1985;26:217-222.
- Buffolo E, Andrade JCS, Succi JE. Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass. *Thorac Cardiovasc Surg* 1985;33:26-29.
- Buffolo JF, Andrade JCS, Branco JNR. Myocardial revascularization without extracorporeal circulation: seven year experience in 593 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1990;4:504-508.
- Benetti FJ, Naselli G, Wood M. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients. *Chest* 1991;100:312-316.
- Buffolo E, Andrade JCS, Branco JNR. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:63-66.
- Fanning WJ, Kakos GS, Williams TE Jr. Reoperative coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993;55:486-489.
- Laborde F, Abdelmequid I, Piwnica A. Aortocoronary bypass without extracorporeal circulation: Why and When? *Eur J Cardiothorac Surg* 1989;3:152-155.
- Pfister AJ, Zaki MS, García JM. Coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1992;54:1085-1092.
- Mack M, Landreneau R. Minimally Invasive Cardiac Surgery. *Semin Laparoscopic Surg* 1996;3:4:259-256.
- Acuff TE, Landreneau RJ, Griffith BP, Mack MJ. Minimally invasive coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:135-137.
- Schwartz DS, Ribakove GH, Grossi EA, Stevens JH, Siegel LC, Goar FG, Peters WS, McLoughlin D, Baumann FG, Colvin SB, Galloway AC. Minimally invasive cardiopulmonary bypass with cardioplegic arrest: A closed chest technique with equivalent myocardial protection. *J Thorac Cardiovascular Surg* 1996;111;3:556-566.
- Schwartz DS, Ribakove GH, Grossi EA, Stevens JH, Siegel LC, Goar FG, Peters WS, McLoughlin D, BFG, Colvin SB, Galloway AC. Port access coronary bypass grafting: A proposed surgical method. *J Thorac Cardiovascular Surg* 1996;111;3:556-566.
- Gayes JM, Emery RW, Nissen MD. Anesthetic considerations for patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass surgery: Mini-sternotomy end mini-Thoracotomy approaches. *J Cardiothorac Vascular Anesth* 1996;10:531-535.
- Mark JB. Getting the most from your CVP catheter. 42nd Annual ASA Refresher Course Lectures. 225:1-7, 1991.
- Weintraub BC, Barash PG. Pro: A pulmonary artery catheter is indicated in all patients for coronary artery surgery. *J Cardiothorac Anesth* 1987;1:358-361.
- Bashein G, Ivey TD. Con: A pulmonary artery catheter is not indicated in all patients for coronary artery surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1987;1:362-365.
- Tuman KJ, McCarthy RJ, Spiess BD. Effect of pulmonary artery catheter on outcome in patients undergoing coronary artery bypass. *Anesthesiology* 1989;70:199-206.
- McCloskey G. Intra-operative detection of ischemia in patients with coronary artery disease. *Heart Failure*; 8:89-96, 1990.
- Cahalan MK. Current role of transesophageal echocardiography. 47th Annual Refresher Course Lectures 1996;172:1-7.
- Mulligan KR, Coppel DG, Johnston JR. Propofol anesthesia for major Thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1990;4:323-325.

33. Blackburn A, Sherry KM, Peacock JE. Propofol infusion induction for cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1994;8:19-22.
34. Park KW, Dia HB, Lowenstein E. Propofol associated dilation of rat distal coronary artery is mediated by multiple substances, including nitric oxide. *Anesth Analg* 1995;81:1191-1196.
35. Luna P, González-Chon O. Efecto cardiovascular de los relajantes musculares. En: Alvarez GJA, González MF (eds). *Relajantes Musculares En Anestesia y Terapia Intensiva*, 1996, Editorial Libro del Año Cap III 4.2 199-214.
36. Gayes JM. Pro: One-lung ventilation is best accomplished with the Univent endotracheal tube. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1993;103-107.
37. Greenspun HG, Adourian AU, Fonger JD, Fan JS. Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass (MIDCAB): Surgical Techniques and Anesthetic Considerations. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:507-509.
38. Neustein SM, Bronheim DS, Lasker S. Esmolol and intraoperative ischemia. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1994;8:273-277.
39. Murry CE, Richard VJ, Reimer KA, Jennings RB. Ischemic preconditioning slows energy metabolism and delays ultrastructural damage during sustained ischemic episode. *Circulation Research* 1990;66:4 913-931.
40. Schott RJ, Rohmann S, Braun ER, Schaper W. Ischemic preconditioning reduces infarct size in swine myocardium. *Circulation Research* 1990;66:1133-1142.
41. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: A delay of lethal injury in ischemic myocardium. *Circulation* 1986;74:1124-1136.
42. Li CG, Vasquez JA, Gallagher KP. Myocardial protection with preconditioning. *Circulation* 1990;82:609-619.
43. Liu GS, Thornton J, Van Winkle DM. Protection against infarction afforded by preconditioning is mediated by A1 adenosine receptors in rabbit heart. *Circulation* 1991;84:350-356.
44. Yellon DM, Alkhalaf AM, Browne EE. Ischaemic preconditioning limits infarct size in rat heart. *Cardiovasc Res* 1992;26:983-987.
45. Przyklenk K, Bauer B, Ovize M. Regional ischemic preconditioning protects remote virgin myocardium from subsequent sustained coronary occlusion. *Circulation* 1993;87:893-899.
46. Shiki K, Hearse DJ. Preconditioning of ischemic myocardium: Reperfusion-induced arrhythmias. *Am J Physiol* 1987;253:H1470-1476.
47. Deutsch E, Berger M, Kussmaul WG. Adaptation to ischemia during percutaneous transluminal coronary angioplasty. Clinical, hemodynamic and metabolic features. *Circulation* 1990;82:2044-2055.
48. Vroom MB, VanWezel HB. Myocardial stunning, hibernation and ischemic preconditioning. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:789-799.
49. Hensley FA. Minimally invasive myocardial revascularization surgery: here to stay? (Editorial) *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:445-446.
50. Heerdt PM, Forstot RM. Heart rate control. In *The pharmacologic approach to the critically ill patient*. 3rd edition. Williams & Wilkins 1994 Baltimore. 429-444.
51. Klassen G, Bramwell R, Bromage P. Effect of acute sympathectomy by epidural anesthesia on canine coronary circulation. *Anesthesiology* 1980;52:8-15.
52. Davis R, DeBoer L, Maroko P. Thoracic epidural anesthesia reduces myocardial infarct size after coronary occlusion in dogs. *Anesth Analg* 1986;65:711-777.
53. Blomberg S, Currelaru I, Emanuelsson H, Herlitz, Pontén J, Ricksten SE. Thoracic epidural anaesthesia in patients with unstable angina pectoris. *Eur Heart J* 1989;10:437-444.
54. Blomberg S, Emanuelsson H, Ricksten SE. Thoracic epidural anesthesia and central hemodynamics in patients with unstable angina pectoris. *Anesth Analg* 1989;69:558-562.
55. Blomberg S, Emanuelsson H, Kvist H, Lamm C, Pontén J, Waagstein F, Ricksten SE. Effects of thoracic epidural anesthesia on coronary arteries and arterioles in patients with coronary artery disease. *Anesthesiology* 1990;73:840-847.
56. Kock M, Blomberg S, Emanuelsson H, Lomsky M, Strömlad SO, Ricksten SE. Thoracic epidural anesthesia improves global and regional left ventricular function during stress-induced myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *Anesth Analg* 1990;71:625-630.
57. Liem TH, Hasenbos MA, Booij LH, Gielen MJ. Coronary artery bypass grafting using two different anesthetic techniques: Part 2: Postoperative outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992;6:148-153.
58. Vandermeulen EP, Aken HV, Vermeylen J. Anticoagulants and spinal-epidural anesthesia. *Anesth Analg* 1994;79:1165-1177.
59. Gonzalez-Chon O, Luna P, Fernandez B, Romero J, Bernal ML, Arch G. Lineamientos para extubación temprana en cirugía cardíaca. *Rev Mex Anest* 1997;20:144-155.
60. Kennedy JW, Kaiser GC, Fisher LD. Multivariate discriminant analysis of the clinical and angiographic predictors of operative mortality from the collaborative study in coronary artery surgery (CASS). *J Cardiovasc Surg* 1980;80:876.
61. Junod FL, Harlan BJ, Payne J. Preoperative risk assessment in cardiac surgery: comparison of predicted and observed results. *Ann Thorac Surg* 1987;42:59.
62. Tector AJ, Schmahl TM, Janson B. The internal mammary artery graft. *JAMA* 1981;246:2181.
63. Okies JE, Page US, Bigelow JC. The left internal mammary artery: the graft of choice. *Circulation*, suppl I 1984;70:1-213.
64. Grondin CM, Campeau L, Lespérance J. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation*, suppl I 1984;70: I-208.
65. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM. Long-term (5-10 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;8:248.
66. Calafiore AM. Minimally invasive coronary surgery (LAST Operation) for single LAD disease. In *Second annual Stanford Symposium on Minimally Invasive Cardiac Surgery*. La Quinta CA. 1997.
67. Ramsey JG. Anesthetic implications of new surgical approaches to myocardial revascularization. 48th Annual Refresher Course Lectures. American Society Anesthesiologists 1997, 172:1-6.
68. Gonzalez-Chon O, Luna P. Inmunología de la Circulación Extracorpórea. En: Luna P. *Anestesia Cardiovascular*. Segunda Edición 1997, McGraw-Hill Interamericana. 344-356.
69. Guyton RA, Williams WH, Hall RI, Salmenperä MT, Mora CT, Ramsay JG, Bufkin LB, Baninister CF. *Cardiopulmonary Bypass. Principles and Techniques of Extracorporeal Circulation*. Mora CT, edit. Springer-Verlag, New York, 1995, Chapters 2-9, 21-179, 1995.
70. Shaw DA. Early intellectual dysfunction following coronary bypass surgery. *Quartet J Med* 1986;58:59-68.
71. Roach GW, Kanchuger M, Mora Mangano CT, Newman MF, Nussmeier NA, Wolman R, Aggarwal A, Marshall K, Graham SH, Ley C, Ozanne G, Mangano DT. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. *N Engl J Med* 1996;335:1857-1863.
72. Mora Mangano CT, Aggarwal A, Marshall KE, Mangano DT, McSPI Research Group. Effect of adverse outcomes on ICU and hospital stays following coronary revascularization. *Anesthesiology* 1994;81:A1223.
73. Mangano DT, Mora Mangano CT. Perioperative stroke encephala-

- lopathy and CNS dysfunction. *J Intensive Care Med* 1997;12:148-160.
74. Mora Mangano CT. Scuds, Scads and other air-borne hazards. *Anesthesiology* 1997;87:476-477.
75. Reichenspurner H. Endovascular Cardiopulmonary Bypass: Theory, Practice and Results. In Second annual Symposium on Minimally Invasive Cardiac Surgery. La Quinta CA. 1997.
76. Cosgrove DM, Sabik JF. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62:596-597.
77. Cosgrove DM. World View through 8 centimeters. An International tele-symposium Minimally Invasive Valve Surgery. The Cleveland Clinic Foundation. 27 September 1997.
78. Navia JL, Cosgrove DM. Minimally Invasive Mitral Valve Operations. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1542-1544.
79. Tribble CG, Killinger WA, Harman PK, Crosby IK, Nolan SP, Kron IL. Anterolateral Thoracotomy as an alternative to repeat median sternotomy for replacement of the mitral valve. *Ann Thorac Surg* 1987;43:380-382.
80. Praeger PI, Pooley RW, Moggio RA, Somberg DE, Sarabu MR, Reed GE. Simplified Method for reoperation on the mitral valve. *Ann Thorac Surg* 1989;48:835-837.
81. Cohn LH, Peigh PS, Sell J, DiSesa VJ. Right thoracotomy, femorofemoral bypass and deep hypothermia for re-replacement of mitral valve. *Ann Thorac Surg* 1989;48:69-71.
82. Lytle BW. Minimally invasive cardiac surgery. (Editorial). *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:554-555.