

Utilidad de la ecografía contrastada en la evaluación de la protección miocárdica durante la cirugía de revascularización miocárdica

DANIEL A. SANTOS, GUILLERMO VACCARINO, MARCELO TRIVI*, MARTIN LOMBARDEO, GUSTAVO SANCHEZ, ADRIANA ROSSI, EMILIO MONTECCHIO, FERNANDO PICCININI, FEDERICO AGOFF, ADRIANA ARANDA, DANIEL NAVIA*, HECTOR LARDANI*

RESUMEN

El grado de protección miocárdica con cardioplejía depende de la mayor o menor cantidad de solución que accede a los diferentes segmentos miocárdicos. La adición de contraste ecográfico (Levovist) como trazador permite evaluar su distribución y estimar su concentración. En este trabajo se analizan la distribución y el grado de protección miocárdica durante la cirugía de revascularización miocárdica (CRM) mediante la utilización de contraste ecográfico (CE) con microburbujas (Levovist) en infusión conjunta con la solución de cardioplejía y se evalúan los factores que influyen en su distribución en el miocardio.

Objetivos

Analizar si el grado de protección miocárdica que se logra con la combinación de infusión de cardioplejía anterógrada y retrógrada es superior que con la anterógrada sola.

Material y métodos

Se evaluó en forma prospectiva abierta la distribución de cardioplejía anterógrada/retrógrada infundida en forma conjunta con CE en 11 pacientes consecutivos con enfermedad de múltiples vasos sometidos a CRM. Se utilizó un equipo HDI 3000 con sonda transesofágica de 5,0 MHz. Para el análisis se empleó el eje corto transgástrico (6 segmentos) a nivel de los músculos papilares. Para el análisis comparativo se capturaron digitalmente imágenes basales (B) durante la cardioplejía anterógrada (CA) y retrógrada (CR). Se consideró el grado de contraste alcanzado, definido como puntaje de protección miocárdica (PPm): 0: sin contraste; 1: distribución heterogénea; 2: distribución homogénea; 3: alta concentración de contraste con sombra acústica.

Resultados

Se pudo obtener el total de las imágenes en el 100% de los pacientes estudiados. El PPm con CA no presentó diferencias significativas con respecto al estudio B ($0,92 \pm 0,4$ versus $0,14 \pm 0,13$; $p = 0,34$ [ns]). El PPm se incrementó en forma significativa con CR (posterior a la anterógrada) en comparación con el puntaje B ($1,54 \pm 0,28$ versus $0,14 \pm 0,13$; $p < 0,05$). No presentó diferencias significativas con la CA ($1,54 \pm 0,28$ versus $0,92 \pm 0,4$; $p = 0,21$ [ns]). En el análisis de la CA hubo menor PPm en pacientes con algún vaso ocluido versus todos permeables ($0,73 \pm 0,32$ versus $1,24 \pm 0,34$; $p < 0,05$). El segmento peor protegido tanto con CA como CR fue el lateral, sin relacionarse con la oclusión de la arteria circunfleja.

Conclusiones

La cardioplejía anterógrada seguida de retrógrada genera una mayor y más homogénea protección miocárdica, en especial cuando se encuentra ocluida alguna de las arterias principales. El

segmento lateral fue el peor protegido, independientemente del grado de estenosis de la circunfleja. La utilización de Levovist junto con la cardioplejía permitió valorar y cuantificar el grado de protección miocárdica durante la CRM. REV ARGENT CARDIOL 2000; 68: 561-568.

Palabras clave Contraste - Ecocardiografía - Cardioplejía - Levovist

INTRODUCCION

En una encuesta realizada en el año 1996 sobre resultados de la cirugía coronaria en la República Argentina se observó una incidencia del 9% de IAM perioperatorio y una mortalidad del 11,7%, (1) y se identificó una serie de variables como predictores de mala evolución posoperatoria. Un determinante importante de estos resultados está relacionado con la calidad de cardioplejía utilizada.

Para el monitoreo de la distribución de la cardioplejía durante la CRM se describió una serie de técnicas, por ejemplo, los sensores térmicos sobre la superficie miocárdica cuando se usa cardioplejía a bajas temperaturas. (9, 10) La utilización del eco transesofágico y el desarrollo de sustancias de contraste para ecografía permitieron cuantificar la perfusión miocárdica y mediante la combinación con solución de cardioplejía se pudo evaluar su distribución en el miocardio. (6, 8, 19, 20)

La utilización de cardioplejía anterógrada puede resultar insuficiente cuando existe oclusión de las arterias coronarias. (13-15) La aparición de la infusión retrógrada por el seno coronario es una alternativa importante para superar el obstáculo de la oclusión arterial. (16-18) En el presente trabajo se emplearon ambas modalidades de cardioplejía con el objetivo de analizar el grado de protección miocárdica alcanzada durante la CRM con la utilización de contraste ecográfico (Levovist) en infusión conjunta con la solución de cardioplejía.

MATERIAL Y METODOS

Se incluyeron 11 pacientes en forma prospectiva que fueron sometidos en forma programada a CRM entre diciembre de 1998 y abril de 1999 en el Instituto Cardiovascular de Buenos Aires. No se modificaron los protocolos quirúrgico ni anestésico excepto por la infusión de contraste ecográfico.

Se excluyeron los pacientes con insuficiencia aórtica, antecedentes de alergia a galactosa, insuficiencia renal, hepática o cerebral.

La sustancia de contraste utilizada, conocida en forma comercial como Levovist®, se encuentra compuesta por galactosa (9%) y ácido palmítico (1%), genera microburbujas de aire estables de diámetro inferior a los glóbulos rojos, lo cual permite que atraviese los vasos capilares y se pueda valorar la perfusión miocárdica.

Se utilizó equipamiento HDI 3000 con sonda transesofágica de 5 MHz. Para el análisis se empleó el eje

corto transgástrico a nivel de los músculos papilares, considerando seis segmentos según la Sociedad Americana de Ecocardiografía (ASE): septal anterior (SA), anterior (Ant), lateral (Lat), posterior (Post), inferior (Inf), septum medio (SM).

Todos los pacientes recibieron protección miocárdica anterógrada durante 3 minutos, seguida de perfusión durante 1 minuto con cardioplejía retrógrada. Una vez iniciada la infusión de cardioplejía anterógrada, se administraron 2 g de contraste ecográfico diluido en 10 centímetros cúbicos de solución salina en forma conjunta con la cardioplejía. Se repitió el procedimiento con igual dosis durante la perfusión retrógrada.

El nivel de opacificación máximo alcanzado se consideró un equivalente de concentración de cardioplejía que perfunde el miocardio y se cuantificó según un puntaje de protección miocárdica (PPm):

0: sin contraste.

1: contraste presente pero no uniforme (distribución desigual del contraste entre el subendocardio y el subepicardio).

2: distribución homogénea (entre el subendocardio y el subepicardio).

3: alta concentración de contraste con sombra acústica.

x: se excluyeron del análisis aquellos segmentos clasificados como no evaluables.

Se consideró un segundo puntaje de protección miocárdica para el análisis de cada segmento por paciente estudiado, graduado en cada etapa de acuerdo con el PPm: (14)

a) < 1 (protección subóptima).

b) de 1 a 1,5 (protección óptima).

c) > 1,5 (protección excelente).

El PPm se consideró en las siguientes etapas:

Basal (B): opacificación miocárdica sin contraste, previa a la inducción anestésica.

Anterógrada (CA): opacificación máxima alcanzada durante la infusión de cardioplejía anterógrada con Levovist.

Retrógrada (CR): opacificación máxima alcanzada luego de la cardioplejía retrógrada con Levovist. En este último caso se suma el contraste persistente de la infusión anterior (CA).

La opacificación alcanzada con la CR se consideró como la sumatoria de la CA + CR.

Las imágenes obtenidas en eje corto B, con la CA, CR y a la salida de bomba extracorpórea fueron cap-

turadas en un archivo digital en un formato de programa de cuadrantes para su mejor comparación. Se cuantificó el grado de opacificación en cada segmento y se generó un promedio por etapa. Se puso especial énfasis en la captura bajo parámetros hemodinámicos estables en el B y a la salida de la bomba extracorpórea.

Se definió puntaje de protección miocárdica (PPm) a la sumatoria de los puntajes de cada segmento dividido por el número de segmentos evaluados; de este modo se generó un puntaje para la etapa de CA y CR.

y CR.

Con el objeto de poder comparar las imágenes con contraste con las basales, se definieron los siguientes incrementos:

Incremento 1: CA - B (aumento del PPm luego de la CA).

Incremento 2: CR - CA (aumento del PPm entre CA y CR).

Incremento 3: CR - B (incremento total del PPm como sumatoria de CA + CR).

Valoración de la motilidad parietal

Se consideró el puntaje de motilidad parietal según la ASE: se comparó el índice de motilidad entre la captura basal y a la salida de bomba y se correlacionó con el grado de protección miocárdica alcanzada durante la cirugía.

A fin de poder comparar la irrigación coronaria en distintos segmentos se consideró la siguiente distribución:

Arteria descendente anterior (DA): septum anterior, segmento anterior.

Arteria circunfleja (CX): segmentos lateral y posterior.

Arteria coronaria derecha (CD): segmento inferior y septum posterior.

Se consideró obstrucción coronaria significativa a la reducción del diámetro endoluminal > 70%.

Se identificaron obstrucciones en las arterias: tronco de coronaria izquierda (Tr), DA, diagonal (DG), CX, lateroventricular (LV) y CD.

Se consideró la lesión más significativa de cada arteria y se interpretó la lesión de tronco como lesión proximal de DA y CX en el caso de que la arteria nativa no presentara obstrucción (se grafica como + en la Tabla 2).

La población se clasificó de acuerdo con la arteriografía en:

Estadística

Las variables continuas se expresan en las tablas como medias y desvío estándar ($\pm DS$). El análisis de las variables continuas se realizó con la prueba de la t de Student y el análisis de varianza o pruebas no paramétricas (Wilcoxon y Mann-Whitney) según correspondiera.

Para el análisis de variables que influyeron en el puntaje de motilidad parietal a la salida de bomba se utilizó el análisis multivariado de regresión logística múltiple, estableciendo los coeficientes e intervalos de confianza del 95%. Para el análisis se utilizó el programa estadístico EPIG. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Todos los pacientes fueron intervenidos mediante técnica de esternotomía convencional; no hubo mortalidad quirúrgica ni se detectó infarto perioperatorio.

La edad media de la población fue de $61 \pm 7,14$ años; 10 pacientes (90%) eran de sexo masculino, 5 (45%) presentaron infarto previo, 4 (36%) enfermedad de tronco de coronaria izquierda (sólo un paciente se presentó como enfermedad de tronco como único vaso), 6 (54%) presentaron enfermedad de tres vasos y 4 (36%), enfermedad de cuatro vasos (Tablas 1 y 2).

Se pudo obtener el total de las imágenes ecocardiográficas (ECO) en los 11 pacientes estudiados. El

Tabla 1
Características basales de la población incluida en el estudio

	Número	Porcentaje
N pacientes	11	100%
Sexo masculino	10	90%
Edad	$61 \pm 7,14$ años	
IAM previo	5	45%
Localización:		
Anterior	2	40%
Inferior	2	40%
Posterior	1	20%
Vasos severos u ocluidos	35 (vasos)	100%
Tronco	4 p	
3 vasos	6 p	
4 vasos	5 p	
Vasos con lesión severa	25 v	71%
DA	9 v	
CX	5 v	
CD	7 v	
LV	4 v	

Tabla 2
Análisis del PPM, motilidad parietal y arteriografía de la población

Paciente	B	CA	CR	Incre 1	Incre 2	Incre 3	Mot 1	Mot 2	Vaso > 70% y 100%	TR %	DA %	CX %	CD %	LV %	Grupo
1	0,00	0,50	1,66	0,50	1,16	1,66	1,50	1,33	3		80		80	100	2A
2	0,33	0,66	1,83	0,33	1,17	1,50	1,66	1,50	3	60	95	+	100		2A
3	0,00	0,83	1,33	0,83	0,50	1,33	1,00	1,00	4		80	80	80	80	1
4	0,00	1,16	1,50	1,16	0,34	1,50	1,66	1,33	4		80	80	80	80	1
5	0,33	1,16	2,00	0,83	0,84	1,67	2,00	2,00	4	50	80	100	100	70	2B
6	0,16	0,33	1,16	0,17	0,83	1,00	2,83	2,33	4		100	100	80	100	2A
7	0,00	1,33	1,50	1,33	0,17	1,50	1,00	1,00	2	70	+	+			1
8	0,16	0,50	1,33	0,34	0,83	1,17	2,00	1,33	3		80	100	70		2A
9	0,33	1,16	1,66	0,83	0,50	1,33	1,50	1,16	3		100		100	80	2B
10	0,16	1,66	1,83	1,50	0,17	1,67	1,50	1,33	3	70	+	+	80		1
11	0,16	0,83	1,16	0,67	0,33	1,00	1,66	1,33	3		80	100	70		2A
MEDIA	0,14 ± 0,13	0,92 ± 0,43	1,54 ± 0,28	0,7 ± 0,4	0,6 ± 0,3	1,3 ± 0,2	1,6 ± 0,5	1,4 ± 0,4							
Valor p				< 0,05											
Total vasos									35						
Vaso 100%											2	4	3	2	
Vaso > 70%											7+2	2+3	7	4	

Valor medio del PPM ± DS, para cada p en etapa B; basal: contraste miocárdico sin Levovist; CA: anterógrado + Levovist; CR: retrógrada + Levovist.

Mot 1: puntaje de motilidad basal; Mot 2: puntaje de motilidad a la salida de bomba.

Incremento 1: (anterógrada-basal); incremento 2: (retrógrada-anterógrada); incremento 3: (retrógrada-basal).

Valor de * p < 0,05 retrógrada versus basal.

Cuando se presenta lesión de tronco se agrega lesión de DA y CX (si estos vasos no presentan obstrucción como en los pacientes 2, 7 y 10) con el signo +.

PPm con CA no presentó diferencias significativas con respecto al estudio B ($0,92 \pm 0,43$ versus $0,14 \pm 0,13$; p = 0,38 [ns]). El PPM aumentó en forma significativa con CR (posterior a la anterógrada) en comparación con el puntaje B ($1,54 \pm 0,28$ versus $0,14 \pm 0,13$; p < 0,05). No presentó diferencias significativas en el PPM entre CR y CA ($1,54 \pm 0,28$ versus $0,92 \pm 0,4$; p = 0,21 [ns]) (Tabla 2).

Análisis de los promedios del PPM obtenidos en CA y CR, su relación con el grupo 1 (vasos permeables) versus el grupo 2 (algún vaso ocluido)

El PPM durante la cardioplejía anterógrada se incrementó significativamente en el grupo 1 versus el grupo 2 ($1,24 \pm 0,3$ versus $0,73 \pm 0,3$; p = 0,04). No hubo diferencias en el PPM luego de la cardioplejía retrógrada en ambos grupos ($1,54 \pm 0,3$ versus $1,54 \pm 0,1$; p = ns (Tabla 3).

Tabla 3
Valores de las medias y DS del PPM para los grupos 1 y 2 durante la CA y CR

	Grupo 1	Grupo 2	p
CA	$1,24 \pm 0,34$	$0,73 \pm 0,32$	0,04
CR	$1,54 \pm 0,33$	$1,50 \pm 0,2$	NS (= 1)

Se comparan las diferencias de las medias y DS entre el promedio de PPM durante: CA: anterógrada; CR: retrógrada. En el grupo 1: todos los vasos permeables y grupo 2: algún vaso ocluido.

Análisis del incremento del PPM: entre el estudio B y CA (incremento 1), entre CR y CA (incremento 2) y entre CR y B (incremento 3) y su relación con el grupo 1 (vasos permeables) y el grupo 2 (1 o más vasos ocluidos) (Tabla 4)

Se observa una diferencia significativa entre ambos grupos en el incremento 1 y durante el incremento 2 pero sin diferencias en el incremento 3. La diferencia obtenida en el incremento 1 fue mayor en el grupo 1 versus el grupo 2 ($1,2 \pm 0,28$ versus $0,52 \pm 0,26$; p = 0,008), lo cual demostró mayor PPM durante la cardioplejía anterógrada en el grupo de pacientes sin oclusión arterial coronaria.

Durante el incremento 2 se evidencia un nuevo aumento significativo del PPM pero esta vez en el grupo 3 versus el grupo 1, en el que el incremento fue menor ($0,8 \pm 0,31$ versus $0,29 \pm 0,15$; p = 0,03), lo cual demostró en el grupo 2 una mejoría de la protección miocárdica durante la cardioplejía retrógrada.

Tabla 4
Diferencias entre el incremento 1, 2, 3 entre los grupos 1: permeable; 2: uno o más vasos ocluidos

	Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
Incremento 1	$1,20 \pm 0,28$	$0,52 \pm 0,26$	0,008
Incremento 2	$0,29 \pm 0,15$	$0,8 \pm 0,31$	0,03
Incremento 3	$1,58 \pm 1,39$	$1,33 \pm 0,28$	p = ns (0,25)

Véase la explicación en el texto. ns: no significativo.

Tabla 5
Diferencias entre el incremento 1, 2, 3 entre los grupos 1, 2A y 2B

	Incremento 1	Incremento 2	Incremento 3
Grupo 1	1,20 ± 0,28	0,29 ± 0,15	1,58 ± 1,39
Grupo 2A	0,46 ± 0,16	0,87 ± 0,15	1,33 ± 0,33
Valor de p	0,02*	0,08	0,37†
Grupo 1	1,20 ± 0,28	0,29 ± 0,15	1,58 ± 1,39
Grupo 2B	0,61 ± 0,38	0,72 ± 0,19	1,33 ± 0,33
Valor de p	0,03*	0,07	0,28†
Grupo 2A	0,46 ± 0,16	0,87 ± 0,15	1,33 ± 0,33
Grupo 2B	0,61 ± 0,38	0,72 ± 0,19	1,33 ± 0,33
Valor de p	0,47‡	0,46‡	0,85‡†
Grupo 2 cc+	0,39 ± 0,25	0,77 ± 0,42	1,16 ± 0,28
Grupo 2 cc-	0,62 ± 0,24	0,83 ± 0,26	1,45 ± 0,24
Valor de p	0,15	0,72	0,15
IAM positivo	0,74 ± 0,17	0,62 ± 0,06	1,3 ± 0,08
IAM negativo	0,78 ± 0,46	0,61 ± 0,19	1,4 ± 0,08
Valor de p	ns 0,92	ns 0,7	ns 0,92

Diferencias entre el incremento 1, 2, 3 entre los grupos: 1: permeable; 2A: un vaso ocluido; 2B: dos vasos ocluidos. p = ns entre los grupos 2A y 2B (‡) y entre éstos con el grupo 1 durante el incremento 1 (*).

Los tres grupos tuvieron similar PPM en el incremento 3 (diferencia entre el basal y el puntaje retrógrado) (†).

Circulación colateral positiva (grupo 2 cc+) versus negativa (grupo 2 cc-).

ns: no significativo.

En el incremento 3 no se observaron diferencias entre los grupos, lo que muestra una equiparación entre ambos en el PPM alcanzado luego de los dos métodos de protección miocárdica (Tabla 4).

Evaluación del incremento del PPM en los grupos 2A (con 1 vaso ocluido) y 2B (con 2 vasos ocluidos)

El incremento del PPM no presentó diferencias entre los grupos 2A y 2B, en el incremento 1, 2 o 3 (Tabla 5, referencia ‡).

Al analizar el grupo 1 en forma separada con el 2A y el 2B, la diferencia del PPM persistió solamente durante el incremento 1 (diferencia entre el puntaje anterógrado y basal) (Tabla 5, referencia *). Los grupos presentaron un PPM similar luego del incremento 3.

El antecedente de infarto que se presentó en 5 pacientes (grupo IAM positivo) tampoco mostró diferencias respecto de aquellos 6 pacientes sin IAM previo (grupo IAM negativo) (Tabla 5).

Análisis del incremento del puntaje de protección miocárdica en relación con cada segmento evaluado

Ninguno de los seis segmentos evaluados presen-

Tabla 6
Correlación entre el porcentaje de estenosis en cada arteria y los incrementos en el nivel del puntaje de protección miocárdica (PPm) analizados por segmento

Correlación	Coefficiente r	Intervalo 95%
<i>Porcentaje estenosis DA</i>		
PPm SA		
Incremento 1	-0,58	-0,9 + 0,14
Incremento 2	0,5	-0,25 + 0,89
Incremento 3	-0,35	-0,82 + 0,41
PPm ANT		
Incremento 1	0,2	-0,54 + 0,76
Incremento 2	-0,02	-0,67 + 0,65
Incremento 3	0,15	-0,57 + 0,74
<i>Porcentaje estenosis CX</i>		
PPm LAT		
Incremento 1	0,28	-0,53 + 0,82
Incremento 2	0,10	-0,70 + 0,70
Incremento 3	0,15	-0,62 + 0,77
PPm POST		
Incremento 1	0,25	-0,55 + 0,81
Incremento 2	0,46	-0,24 + 0,84
Incremento 3	0,48	-0,22 + 0,85
<i>Porcentaje estenosis CD</i>		
PPm INF		
Incremento 1	0,32	-0,39 + 0,70
Incremento 2	-0,12	-0,70 + 0,55
Incremento 3	0,29	-0,42 + 0,78
PPm INF		
Incremento 1	-0,19	-0,50 + 0,73
Incremento 2	0,02	-0,62 + 0,64
Incremento 3	-0,29	-0,42 + 0,78

DA: Descendente anterior. CX: Circunfleja. CD: Coronaria de-
recha.

Ningún segmento correlacionó con el grado de PPM y el porcen-
taje de estenosis de la arteria que lo irriga.

tó correlación entre el porcentaje de estenosis de la arteria que lo irriga y el PPM alcanzado durante los incrementos 1, 2 y 3 (Tabla 6).

Cuando se consideró el PPM de acuerdo con los valores < 1: subóptimo; 1-1,5: óptimo; > 1,5: excelente y el resultado obtenido por segmento analizado, luego de la cardioplejía anterógrada (incremento 1), todos los segmentos presentaron un incremento < 1, y luego del incremento 3 se pudo observar que todos los segmentos, excepto el lateral, presentaron un PPM que se aproximaba a 1,5. El segmento lateral fue el único con un valor < 1, incluso luego de la cardioplejía retrógrada (incremento 3) (Tabla 8, referencia *).

Análisis de la motilidad parietal preoperatoria y posoperatoria y su correlación con la protección miocárdica y otras variables clínico-hemodinámicas

El puntaje de motilidad parietal presentó una mejoría (no significativa) entre el prequirúrgico y el

Tabla 7
Regresión logística múltiple del puntaje de motilidad a la salida de bomba y variables clínico-hemodinámicas

Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor de p	Intervalo 95%
Mpre.	0,63	0,17	0,02	0,93-0,17
FC	-0,02	0,01	ns	-0,02-0,2
TAM	-0,01	0,09	ns	-0,03-0,00
NUMSEV	0,21	0,18	ns	-0,44-0,12
VASTAP	0,11	0,12	ns	-0,13-0,36
INCRE 3	0,33	0,22	ns	-0,09-0,7
BOMBA	0,10	0,9	ns	-0,05-0,3
CLAMP	0,12	0,4	ns	-0,21-0,11
DOPA	-0,02	0,11	ns	-0,03-0,00
NUMBY	0,03	0,12	ns	-0,23-0,27

Véase la explicación en el texto. ns: No significativo.

posoperatorio inmediato ($1,66 \pm 0,5$ versus $1,42 \pm 0,4$; $p = 0,09$) (Tabla 2).

En el análisis multivariado, el puntaje de motilidad parietal a la salida de bomba se correlacionó solamente con el puntaje de motilidad prequirúrgico (MPRE) sin relación con el grado de protección miocárdica (incremento 3), la tensión arterial media (TAM), la frecuencia cardíaca (FC), el tiempo de bomba extracorpórea (BOMBA), el clampeo aórtico (CLAMP), el número de *bypass* realizados (NUMBY), el número de vasos enfermos u ocluidos (NUMSEV) y la dosis de dopamina a la salida de bomba (Tabla 7).

DISCUSION

En el presente estudio se utilizó cardioplejía anterógrada seguida de infusión retrógrada combinada con contraste ecográfico a base de galactosa y ácido palmítico (Levovist), con el objetivo de cuantificar mediante un puntaje de protección miocárdica (PPm) la distribución de la cardioplejía y detectar factores que influyen en su distribución y concentración.

La utilización de cardioplejía retrógrada ha ganado popularidad en la CRM, en especial como una técnica capaz de proteger el miocardio en casos de obstrucciones arteriales del 100%, aprovechando la permeabilidad del sistema venoso. Los resultados del presente estudio apoyan esta concepción teórica, al demostrar con contraste ecográfico una mayor y más completa opacificación miocárdica con cardioplejía retrógrada que con anterógrada cuando hay obstrucciones totales.

La utilización de los promedios de los PPm permitió detectar diferencias significativas en el grado de opacificación miocárdica entre el estudio basal y el obtenido luego de la infusión de la CR (posterior a CA). Dado que se utilizó un puntaje de opacificación miocárdica para el estudio basal (sin contraste), los incrementos del PPm se evaluaron luego de cada infusión en relación con el puntaje basal (incremento 1: anterógrada-basal; incremento 2: retrógrada-

grada-antegrada, e incremento 3: retrógrada-basal), lo cual permitió homogeneizar las diferencias en el puntaje basal.

Durante la cardioplejía anterógrada se observó que los pacientes con vasos coronarios permeables presentaban un incremento del 120% en el PPm y el grupo con uno o más vasos ocluidos solamente el 52% (Tabla 4). Sin embargo, esa relación se invierte durante la cardioplejía retrógrada, con un incremento del 29% y el 80%, respectivamente, obteniéndose en ambos grupos un incremento final (incremento 3) del PPm sin diferencia significativa entre ambos grupos: 158% y 133% (Tabla 4).

Al diferenciar grupos con uno y dos o más vasos ocluidos, ambos tuvieron un comportamiento similar, con un incremento del PPm principalmente durante la cardioplejía retrógrada (87% y 72%, respectivamente) y el grado de PPm final alcanzado (133% para ambos grupos) (Tabla 5). La presencia de IAM previo en el ECG tampoco modificó el PPm de cada etapa, presentándose con un aporte más equitativo de la cardioplejía entre cada etapa (Tabla 5).

A diferencia de otros trabajos publicados previamente, (6) la presencia de circulación colateral no mejoró el PPm. Esto puede deberse al escaso número de pacientes con circulación colateral (4 pacientes) y a la falta de cuantificación en el grado de desarrollo de esos vasos (Tabla 5).

No se encontró correlación entre el grado de obstrucción coronaria y el incremento del PPm en cada uno de los segmentos miocárdicos. Esto puede deberse a que el sistema de perfusión coronaria en la enfermedad aterosclerótica es extremadamente complejo y complementado por circuitos de vasos de neoformación que pueden suministrar sangre a territorios relacionados con arterias severamente obstruidas.

En el análisis del PPm al cuantificarlo en excelente, óptimo, subóptimo, podemos deducir que la combinación de ambos tipos de cardioplejía en el mismo paciente logra alcanzar un PPm excelente en pacientes con vasos permeables y óptimo en aquellos con algún vaso ocluido (Tabla 8).

Tabla 8
Valor del PPm durante los incrementos 1, 2, 3

	Incremento 1	Incremento 2	Incremento 3
Septum anterobasal	0,9 ± 0,6	0,54 ± 0,27	1,45 ± 0,68
Anterior	0,9 ± 0,5	0,65 ± 0,3	1,55 ± 0,22
Lateral	0,27 ± 0,46	0,70 ± 0,9	0,98 ± 0,63*
Posterior	0,95 ± 0,7	0,5 ± 0,4	1,45 ± 0,68
Inferior	0,63 ± 0,6	0,81 ± 0,6	1,44 ± 0,5
Septum medio	0,63 ± 0,5	0,81 ± 0,56	1,44 ± 0,52

Valor del PPm durante los incrementos 1, 2 y 3 expresados como valores medios con \pm DS. Véase la explicación en el texto.

En el análisis por segmentos, el único con un PPM subóptimo fue el lateral; esto puede ser a consecuencia de que es el segmento más alejado de los sistemas de perfusión con cardioplejía (anterógrada con cánula aórtica y retrógrada por seno coronario) o a una dificultad técnica de la ecocardiografía para definir con buena calidad de imagen ese segmento.

La falta de correlación entre el puntaje de motilidad a la salida de bomba con el grado de protección miocárdica podría ser la consecuencia de una excelente protección alcanzada luego de ambas modalidades de perfusión con cardioplejía durante la cirugía en todos los pacientes estudiados y esto permite preservar la función ventricular quirúrgica.

Limitaciones del estudio

La evaluación de sólo seis segmentos miocárdicos (eje corto transgástrico) fue una limitación en la evaluación global de la protección miocárdica. Esto fue tenido en cuenta durante el desarrollo del protocolo debido a la falta de captura de imágenes de las diferentes vistas al mismo tiempo.

La evaluación del puntaje de opacificación fue abierta, con conocimiento de las etapas a las que correspondía cada imagen.

La cuantificación de la opacificación miocárdica se realizó en forma subjetiva en lugar de usar técnicas computarizadas de escala de grises y velocidad de lavado del contraste.

Todos los pacientes fueron tratados con dopamina a la salida de bomba por protocolo, sin que se pudiera evaluar con exactitud su papel en la motilidad parietal a la salida de bomba. Los pocos trabajos publicados en relación con el monitoreo de la cardioplejía durante la CRM no permiten comparaciones de estos resultados con la literatura médica.

CONCLUSIONES

El monitoreo de la distribución y concentración de cardioplejía fue seguro y posible mediante el uso de contraste ecográfico.

La cardioplejía anterógrada seguida de retrógrada proporciona una mayor y más homogénea protección, en especial cuando se encuentra ocluida alguna de las arterias principales. El antecedente de infarto y la presencia de circulación colateral no influyen en el grado de protección alcanzada.

La concentración y distribución de la cardioplejía en cada segmento no se correlacionó con el grado de estenosis de la arteria epicárdica que lo perfunde. El segmento lateral fue el único con un nivel subóptimo de protección miocárdica luego de la cardioplejía anterógrada y retrógrada, sin correlación con el grado de obstrucción de la arteria circunfleja.

SUMMARY

THE DISTRIBUTION OF CARDIOPLEGIC SOLUTION DURING CORONARY ARTERY GRAFTING: THE VALUE OF CONTRAST ECHOCARDIOGRAPHY

Myocardial distribution of cardioplegic solution infused during coronary artery bypass grafting was assessed with myocardial contrast echocardiography (CE) Levovist. We have analyzed the distribution and protection degree of both solutions infused together.

Objective

To disclose if myocardial protection with cardioplegic solution infused by combined anterograde/retrograde routes is better than infusion by the anterograde route exclusively.

Material and methods

Myocardial distribution of cardioplegic solution infused together with Levovist was evaluated in 11 patients during coronary artery bypass grafting. Combined anterograde (AR)/retrograde (RR) route was assessed. An HDI 3000 with a transesophageal transducer (5 mhz) was used and the transgastric short axis (6 segments) on papillary muscles was analyzed. Basal images prior to anesthetic induction were taken and compared to images obtained during anterograde route and after retrograde route. The following score (SC) was applied: 0 = without contrast, 1 = heterogeneous distribution, 2 = homogeneous distribution, 3 = high contrast.

Results

The differences between the SC with AR and the basal images were not statistically significant (0.92 ± 0.4 vs. 0.14 ± 0.13 ; $p = 0.34$ ns). During anterograde cardioplegic infusion, patients with poor collaterals showed a lower degree of myocardial opacification than patients with good collaterals (0.73 ± 0.32 vs. 1.24 ± 0.34 ; $p < 0.05$). The opacification differences between RR (after anterograde route) and the basal images were statistically significant with the higher score for the RR (1.54 ± 0.28 vs. 0.14 ± 0.13 ; $p < 0.05$). The difference of score between anterograde and retrograde cardioplegy was not statistically significant (1.54 ± 0.28 vs. 1.01 ± 0.13 ; $p = 0.21$ ns). The lateral segment was the less protected with the cardioplegic solution infused by anterograde or retrograde route, without any relationship with the occlusion of circumflex artery.

Conclusions

The cardioplegic solution infused by combined anterograde/retrograde route provides adequate

myocardial protection with homogeneous contrast distribution, in the subset of patients with any of the principal coronary arteries occluded. The use of Levovist infused together with cardioplegic solution makes it possible an evaluation of the efficacy of intraoperative myocardial protection.

Key words Contrast - Echocardiography - Cardioplegy - Levovist

Agradecimiento

Al equipo de cirugía y los técnicos del Servicio de Ultrasonido del ICBA por la colaboración prestada en la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Ciruzzi M, Henquin R, Bozovich G y col por Registro CONAREC. Predictores de mortalidad inmediata y evolución de los pacientes sometidos a cirugía coronaria. Estudio multicéntrico. *Rev Argent Cardiol* 1995; 63 (Suppl 1): 231 (Abstract).
2. Spotnitz WD, Matthew TL, Keller MW y col. Intraoperative demonstration of coronary flow using myocardial contrast two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1990; 65: 1259-1261.
3. Aronson S, Lee BK, Zaroff J y col. Evaluation of myocardial retrograde cardioplegia distribution in patients undergoing cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 105: 214-221.
4. Aronson S, Lee BK, Zaroff J y col. Assessment of myocardial perfusion during CABG surgery with two-dimensional transesophageal contrast echocardiography. *Anesthesiology* 1991; 75: 433-440.
5. Aronson S, Lee BK, Zaroff J y col. The relation between immediate outcome after cardiac surgery, homogeneous cardioplegia delivery, and ejection fraction. *Chest* 1994; 106: 38-45.
6. Caretta Q, Paolo V, Bilotta F y col. Risk factors of incomplete distribution of cardioplegic solution during coronary artery grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 439-447.
7. Becker H, Vintein-Jonhansen J, Buckberg GD y col. Critical importance of ensuring cardioplegic with stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 507-515.
8. Spotnitz WD, Keller MW, Powers ER y col. Intraoperative demonstration of coronary collateral flow using myocardial contrast two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1990; 65: 1259-1261.
9. Daily PO, Jones B, Moores WY y col. Comparison of myocardial temperatures with multidose cardioplegia versus single-dose cardioplegia and myocardial surface cooling during coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 97: 715-724.
10. Fishman NH, Abouav J. Myocardial temperature differences as a guide to the order of coronary artery bypass anastomoses in high risk patients. *Am J Surg* 1980; 140: 92-98.
11. Buckberg GD. Antegrade cardioplegia, retrograde cardioplegia or both. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 589-590.
12. Buckberg GD. Antegrade/retrograde blood cardioplegia distribution: Operative techniques and objectives. *J Cardiovasc Surg* 1989; 4: 216-238.
13. Becker H, Buckberg GD, Robertson JM. Critical importance of ensuring cardioplegic delivery with coronary stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 507-515.
14. Dielh JT, Konstam MA, Payne DD y col. Efficacy of retrograde coronary sinus cardioplegia in patients undergoing myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 595-602.
15. Hilton CJ, Acker M, Teubl W y col. Inadequate cardioplegic protection with obstructive coronary arteries. *Ann Thorac Surg* 1979; 28: 323-334.
16. Menasche P, Le Dref O, Subayl JB y col. Efficacy of coronary sinus cardioplegia in patients with complete coronary artery occlusion. *Ann Thorac Surg* 1991; 51: 418-423.
17. Fabbiani JN, Deloche A, Carpentier A. Retrograde cardioplegia through the right atrium. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 595-602.
18. Mori F, Thomas R, Tabyashi K. Regional myocardial protection by retrograde sinus infusion of cardioplegia solution. *Circulation* 1986; 74 (Suppl 3): 116-124.
19. Nanda N, Schlieff R, Goldberg B. Advances in echo imaging using contrast enhancement. 1997; chapter 27, pp 427-432.
20. Saroff J, Aronson S, Bryan K y col. The relationship between immediate outcome after cardiac surgery, homogeneous cardioplegia delivery and ejection fraction. *Chest* 1994; 1: 37-45.