CIRUGÍA CARDIOVASCULAR

Análisis de costos médicos y resultados de la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea

RAÚL A. BORRACCI[MTSAC, 1, 2], MIGUEL RUBIO[MTSAC, 1], JORGE T. INSÚA[3]

Recibido: 28/02/2006
Aceptado: 05/05/2006

Dirección para separatas:
Raúl A. Borracci
La Pampa 3030 - 1° B -
(1428) Buenos Aires, Argentina
e-mail: borracci@universia.com.ar

RESUMEN

Antecedentes
Algunos estudios han sugerido que la cirugía coronaria "sin bomba" disminuiría la morbimortalidad posoperatoria y reduciría los costos al compararlos con la cirugía tradicional. Una característica regional importante para la Argentina es el alto costo de los insumos, en su mayoría importados, y el relativo bajo costo de internación, lo cual crea condiciones locales diferentes al pretender comparar la relación costo-efectividad de la cirugía sin circulación extracorpórea (CEC).

Objetivos
Realizar una evaluación de los costos médicos y los resultados de la cirugía coronaria sin CEC en comparación con la técnica tradicional y estimar a la vez su relación costo-eficacia.

Material y métodos
El análisis retrospectivo de costos se realizó a partir de una serie de 200 cirugías coronarias con CEC y sin CEC, efectuadas entre 2004 y 2005. Se empleó la técnica de microcosteo directo para determinar los costos de quirófano y se extrapoló el valor día/cama de la internación, de acuerdo con los datos suministrados por el prestador, para el caso de cirugías sin complicaciones (caso base). La influencia de las complicaciones en el costo final se estimó en forma indirecta mediante el uso de las tasas de complicaciones publicadas en ensayos clínicos controlados y su correspondiente costo incremental por evento, según modelos probabilísticos publicados previamente. Por tratarse de un modelo parcialmente estocástico, se informan sólo los costos netos con uno y otro procedimiento, a fin de obtener la diferencia o beneficio neto entre el uso de cirugía con CEC y sin CEC. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad de costos por medio de una simulación dinámica computarizada (parámetros predictores: número de usos del estabilizador y tasa de uso de cirugía sin CEC).

Resultados
En una cirugía coronaria que evoluciona sin complicaciones, el costo se halló entre $9.340 y $12.540 (mediana = $10.750) para el procedimiento con CEC, y entre $10.100 y $15.300 (mediana = $12.100) para la cirugía "sin bomba". Este costo mayor estuvo relacionado con el precio del estabilizador descartable, que es comparativamente más caro que el de un oxigenador. Así, proporcionalmente, el costo total de quirófano de una cirugía sin CEC fue el 15% a 39% más caro que la cirugía convencional. Por su parte, el análisis del costo de una cirugía, teniendo en cuenta las tasas de complicaciones, mostró valores entre $11.978 y $18.145 (mediana: $14.350) para la cirugía sin CEC, y entre $12.303 y $16.518 (mediana: $13.377) para el procedimiento "con bomba".

Conclusiones
En el presente estudio no se ha podido demostrar una reducción del costo de la cirugía coronaria con el empleo de la técnica de revascularización sin CEC, al compararla con el procedimiento convencional. El precio de los insumos de quirófano (estabilizador coronario) parece ser el factor determinante del alto costo de la cirugía sin CEC en la Argentina. Medidas regulativas que contemplen la reutilización de los estabilizadores coronarios descartables o una política que favorezca la reducción del costo de los insumos quirúrgicos podrían mejorar la relación costo-eficacia de la cirugía "sin bomba" en nuestro medio.

REV ARGENT CARDIOL 2006;74:289-296.

Palabras clave > Cirugía torácica - Coronariopatía - Circulación extracorpórea - Puente de Arteria coronaria Off Pump - Costos y análisis de costo

Abreviaturas > CEC Circulación extracorpórea

MTSAC Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología
[1] Servicios de Cirugía Cardíaca de la Clínica Bazterrica, Buenos Aires, Corporación Médica de Gral. San Martín, San Martín y Sanatorio Prof. Itoiz, Avellaneda, Buenos Aires, Argentina
[2] Bioestadística, Facultad de Ciencias Biomédicas, Universidad Austral, Pilar, Buenos Aires, Argentina
[3] Depto. de Medicina Interna / CEGES - Unidad de Investigación Clínica, Hospital Austral, Universidad Austral, y Programa de Efectividad Clínica, Escuela de Salud Pública, Universidad de Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

La cirugía de revascularización miocárdica sin circulación extracorpórea (CEC) constituye una alternativa de creciente aceptación sobre la cirugía coronaria tradicional, especialmente a causa de su beneficio potencial para evitar las complicaciones de la perfusión extracorpórea. El interés por esta técnica se ha expandido a la revascularización de múltiples vasos a partir de la disponibilidad de dispositivos para la estabilización local del corazón en movimiento (Octopus®, OPVAC®, Guidant®, Cardio Thoracic System®, etc.). Algunos estudios han sugerido que la cirugía coronaria "sin bomba" disminuiría la morbimortalidad posoperatoria y reduciría en consecuencia los costos generados por el procedimiento de revascularización, al evitar los efectos adversos de la circulación extracorpórea. (1, 2) Así, en el estudio aleatorizado Octopus, (3) la cirugía "con bomba" fue el 14% más costosa que la realizada "sin bomba" en pacientes de bajo riesgo, debido a un incremento de los costos directos hospitalarios, y en otros dos estudios comparativos de caso-control, la cirugía "sin bomba" tuvo un costo entre 15% y 20% menor. (4, 5) Otros autores han informado estadías hospitalarias más cortas y costos menores con la cirugía "sin bomba"; sin embargo, la evidencia de estos resultados económicos aún no es concluyente. (4, 6-10) Por ejemplo, Magovern y colaboradores (11) observaron una reducción del 28% en los costos hospitalarios al comparar *bypass* único a la descendente anterior con circulación extracorpórea y sin ésta. A pesar de estos resultados inmediatos alentadores, el seguimiento a 6 meses reveló que el 8% de los operados "sin bomba" requirió un nuevo procedimiento de revascularización por estenosis u oclusión del puente, cuyo costo no se consideró en el análisis inicial. Como sucede con la angioplastia coronaria, los menores costos iniciales de la cirugía sin circulación extracorpórea podrían perder su validez si se evalúan a mediano o largo plazo. La tasa mayor de reestenosis, la angina residual o recurrente y la necesidad de nueva revascularización que podrían generarse con esta técnica producen un costo adicional que se transfiere al período posterior al alta hospitalaria y que puede descalificar el ahorro inicial. (12, 13) Otra característica llamativa de las publicaciones sobre cirugía coronaria sin circulación extracorpórea es el menor costo de los materiales consumidos en el quirófano, lo cual representa un ahorro de hasta el 32% con respecto a la cirugía tradicional. (14) Esta última diferencia parecería desproporcionada, habida cuenta de que el costo de un estabilizador descartable puede ser casi tres veces mayor que el de un oxigenador usado durante la circulación extracorpórea. Finalmente, una característica regional importante para la Argentina la constituyen el alto costo de los insumos, en su mayoría importados, y el relativo bajo costo de internación, lo cual crea condiciones locales diferentes al pretender comparar la relación costo-efectividad de la cirugía sin circulación extracorpórea.

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación de los costos médicos y los resultados de la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea, en comparación con la técnica tradicional, y estimar a la vez su relación costo-efectividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis retrospectivo de los costos se realizó a partir de una serie de 200 cirugías coronarias, agrupadas en muestras del mismo tamaño de cirugías con circulación extracorpórea (CEC) y sin ella, efectuadas en forma consecutiva entre 2004 y 2005. Se empleó la técnica de *microcosteo directo* para determinar los gastos de quirófano y se extrapoló el valor día/cama de la internación en UCO y en la sala general, de acuerdo con los datos suministrados por el prestador (*perspectiva del prestador*), para el caso de cirugías con CEC y sin CEC que no presentaron complicaciones en el posoperatorio (caso base). Con el fin de homogeneizar los datos comparativos, la influencia de las complicaciones en el costo final se estimó en forma indirecta mediante el uso de las tasas de complicaciones publicadas en ensayos clínicos controlados y su correspondiente costo incremental por evento, según modelos publicados previamente (15, 16) (Tabla 1). La ecuación simplificada para el cálculo del costo, incluido el costo de las complicaciones, fue la siguiente:

$$C_t = C_b + p_1 \cdot C_1 + \ldots\ldots + p_n \cdot C_n$$

donde C_t es el costo total que tiene en cuenta la tasa de complicaciones esperada, C_b es el costo de una cirugía sin complicaciones, p_n es la probabilidad de ocurrencia de una complicación para los distintos tipos de eventos mayores y C_n es el costo incremental generado por la aparición de dicha complicación. Esta fórmula se corrigió de acuerdo con el modelo probabilístico (estocástico) publicado previamente, que tiene en cuenta las probabilidades condicionales (ocurrencia de una complicación cuando ya ocurrió otra previamente). (15)

Desde la perspectiva de una posible reutilización del estabilizador coronario, se realizó una simulación dinámica por computadora (Stella Research 5.1.1®) para demostrar el ahorro potencial que podría generarse con dicho reuso. Para ello se efectuó una simulación de 500 pacientes (también en 10.000 casos), para distintas tasas de uso de cirugía sin CEC (50% y 90%) y para diferentes reutilizaciones del estabilizador coronario (3 y 5 veces), considerando los mismos costos y las mismas probabilidades de complicaciones usadas en el modelo estocástico.

Finalmente, se realizó un análisis de costos desde el punto de vista del financiador (*perspectiva del financiador a un año*), teniendo en cuenta en este caso el costo expresado como un módulo fijo de pago (forma habitual de contrato) y la probabilidad de que el paciente requiera una nueva revascularización con cirugía o angioplastia al cabo de un año, usando el mismo modelo de cálculo.

Desde el punto de vista metodológico, y por tratarse de un modelo parcialmente estocástico (costo del "caso base" calculado directamente, y costo del "caso complicado" determinado con el modelo probabilístico), se informan sólo los costos netos con uno y otro procedimiento, con lo cual se puede obtener, exclusivamente, la diferencia o beneficio neto entre el uso de cirugía con CEC y sin CEC. Por este motivo se obvió el análisis estadístico formal y se realizó un análisis de sensibilidad de costos por medio de la simulación dinámica (parámetros predictores: número de usos del estabilizador y tasa de uso de cirugía sin CEC).

Tabla 1. a. Probabilidades de ocurrencia de eventos (complicaciones) consideradas para el análisis. **b.** Costos incrementales por cada evento (complicaciones) considerados para el análisis

a)

	Valores de probabilidad		
	Sin CEC	Con CEC	Referencias
Reoperación por sangrado	0,005	0,03	12, 17
Infarto (tipo Q)	0,0225	0,108	3, 17-19
Accidente cerebrovascular	0,00586	0,0169	3, 17-20
Diálisis por IRA	0,015	0,0055	17, 19
Mediastinitis	0,015	0,015	17, 19
Fibrilación auricular	0,193	0,271	17-19
Muerte	0,0128	0,0108	3, 17-19
Angioplastia a un año	0,032	0,016	3, 17
Nueva CRM a un año	0,0035	0,0035	3, 17
Muerte a un año	0,048	0,011	3, 17

b)

	Costo	Referencias
Reoperación por sangrado	70%	21-23
Infarto (tipo Q)	90%	21-23
Accidente cerebrovascular	120%	21-23
Diálisis por IRA	80%	21
Sepsis	440%	21-23
Fibrilación auricular	40%	21-23
Reintervención por oclusión puente	$10.500 a $15.000*	datos propios
Angioplastia por oclusión de puente	$3.000 a $4.500*	datos propios

* Costo neto para el financiador
IRA: Insuficiencia renal aguda. CRM: Cirugía de revascularización miocárdica.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran las características de la población. Las diferencias encontradas entre los grupos con CEC y sin CEC dependieron de la selección pre-operatoria de los pacientes para uno u otro procedimiento. Así, la cirugía de urgencia y las lesiones de tronco fueron más frecuentes en la cirugía con CEC; lo mismo sucedió con el número de puentes, posiblemente relacionado con una cantidad mayor de lesiones de tres vasos. De todas formas, como puede observarse al final de la Tabla 2, esto no afectó la morbimortalidad. En la Tabla 3 se detallan los costos de los insumos de quirófano en forma comparativa entre cirugía coronaria con CEC y sin CEC. Aunque la variación entre los ítems, materiales generales, drogas y suturas es ligeramente favorable para la cirugía "sin bomba", al confrontar los costos de un sistema de oxigenador y cardioplejía *versus* un estabilizador coronario descartable para cirugía sin CEC, el costo total de quirófano de esta última pasa a ser entre el 15% y el 39% más caro que la cirugía convencional, rango porcentual que depende del tipo de estabilizador usado.

Al analizar los componentes proporcionales del costo de una cirugía no complicada, se observó que en el caso de una cirugía sin CEC el costo de quirófano representa el 47% de todo el gasto *versus* el 34% para una cirugía con CEC. El resto de los componentes para la cirugía sin CEC y con CEC, respectivamente, son: recuperación posoperatoria 23% *versus* 28%, internación en sala 4% *versus* 5%, hemoterapia 2% *versus* 3% y honorarios médicos 23% *versus* 28%. En una cirugía coronaria que evoluciona sin complicaciones, el costo se halló en rangos de entre $9.340 y $12.540 (mediana: $10.750) para el procedimiento con CEC y de entre $10.100 y $15.300 (mediana: $12.100) para la cirugía "sin bomba". Este costo mayor estuvo relacionado con el precio del estabilizador usado en este último caso, que es comparativamente más caro que el de un oxigenador (costo unitario). Los sistemas de estabilización coronaria usados en este análisis son los de empleo más corriente, y aunque fueron diseñados para un solo uso, en la práctica potencialmente pueden reutilizarse. Así, en la Figura 2 se muestra la variación neta y porcentual del costo de quirófano, de acuerdo con el número de usos del estabilizador, con respecto al costo de una cirugía con CEC. Como se

Tabla 2. Características de la población, separadas de acuerdo con el uso o no de CEC

	Sin CEC (n = 100)	Con CEC (n = 100)	p
Edad (media ± DE)	63,4 ± 10,28 años	62,8 ± 9,50 años	0,673
Sexo femenino	14	17	0,557
Hipertensión	65	65	1,000
Diabetes	25	22	0,616
Angor inestable	72	77	0,417
Infarto previo	41	24	**0,010**
Insuficiencia cardíaca	11	6	0,310
Cardiomegalia (Rx)	35	11	**0,000**
Lesión de tronco (> 50%)	19	38	**0,003**
Lesión de tres vasos	31	44	0,057
Deterioro VI (moderado/severo)	39	28	0,099
Fracción de acortamiento (Eco)	34,9 ± 9,14	36,5 ± 7,76	0,493
Cirugía de urgencia	12	35	**0,000**
Reoperación	1	2	*1,000
EuroSCORE (media ± DE)	5,49 ± 5,33%	4,33 ± 4,64%	0,099
Duración de la cirugía (media ± DE)	125 ± 30 min	115 ± 25 min	**0,011**
Número de puentes (media ± DE)	2,3 ± 0,72	2,8 ± 0,61	**0,001**
Tiempo de internación (media ± DE)	5,3 ± 3,1 días	6,0 ± 2,8 días	0,096
Mortalidad	5	3	0,721
Complicaciones			
Reoperación por sangrado	1	1	*1,000
Infarto (tipo Q)	3	1	*0,621
ACV	0	2	*0,497
Diálisis	1	2	*1,000
Mediastinitis	1	1	*1,000
Fibrilación auricular	7	15	0,113

* Prueba de probabilidad exacta de Fisher; resto, chi cuadrado o prueba de la *t* de Student (corregido en el caso de distribuciones no *gaussianas*); todo para dos colas.
DE: Desvío estándar. Rx: Radiografía. VI: Ventrículo izquierdo. ACV: Accidente cerebrovascular.

muestra, obviamente, a mayor reuso del estabilizador se reduce el costo de la cirugía "sin bomba". En el caso del OPVAC®, dicha reducción puede significar que el costo sea el 14% menor que el de una cirugía "con bomba", con sólo un reuso, mientras que con el OCTOPUS® se requerirán dos reusos para que el costo de quirófano sea el 8% menor.

Por su parte, el análisis del costo de una cirugía, teniendo en cuenta las tasas de complicaciones y el costo incremental previsto en la Tabla 1, demostró valores en rangos de entre $11.978 y $18.145 (mediana: $14.350) para la cirugía sin CEC y de entre $12.303 y $16.518 (mediana: $13.377) para el procedimiento "con bomba". Todos estos costos se determinaron considerando un solo uso del estabilizador y por separado para los dos sistemas.

En la Figura 2 se muestra el gráfico de simulación dinámica en el que se observa el ahorro neto porcentual obtenido con el uso de la cirugía "sin bomba". Los resultados simulan el ahorro alcanzado con diferentes tasas de uso de cirugía "sin bomba" (50% y 90%), reutilizando el sistema OCTOPUS® 3 o 5 veces, en dos series de pacientes de $n = 500$ (en el gráfico de la Figura 2) y $n = 10.000$. El ahorro calculado oscilaría desde el 1% al 6%, en este último caso si el 90% de las cirugías se realizaran "sin bomba", reutilizando el sistema estabilizador por lo menos tres veces.

Cuando se analizó el costo desde la perspectiva del financiador, y teniendo en cuenta la tasa de necesidad de nueva revascularización al año, el costo para las cirugías con CEC y sin CEC fue similar (rango de $10.584 a $15.124 [mediana: $13.101] para la cirugía "con bomba" y de $10.632 a $15.196 [mediana: $13.157] para el procedimiento "sin bomba").

DISCUSIÓN

En el presente estudio no se ha podido demostrar una reducción del costo de la cirugía coronaria con el empleo de la técnica de revascularización sin CEC, al com-

Tabla 3. Costos de insumos de quirófano comparativos entre una cirugía coronaria con circulación extracorpórea (CEC) y sin ella (medianas). En la última columna se expresa la variación porcentual de ambos costos; los valores positivos son favorables a la cirugía sin CEC (más barata) y viceversa

	Con CEC	Sin CEC	% costo con CEC/ costo sin CEC
Materiales generales	$293	$270	+8%
Drogas y soluciones	$719	$753	-5%
Cánulas de perfusión	$367	-	-
Oxigenador y cardioplejía	$1.526	-	-
Suturas	$1.202	$1.131	+6%
Estabilizador			
(OCTOPUS®)	-	$4.820	-
(OPVAC®)	-	$2.700	-
Totales	**$4.397**	**$7.264 (OCTOPUS)**	**-39%**
		$5.144 (OPVAC)	**-15%**

pararla con el procedimiento convencional. El precio de los insumos de quirófano (estabilizador coronario) parece ser el factor determinante del alto costo de la cirugía sin CEC en la Argentina. La reutilización del "estabilizador", práctica segura y frecuente en nuestro medio, podría compensar el incremento del costo generado por este insumo (Figura 2).

Las complicaciones posoperatorias de la cirugía coronaria son las principales determinantes del incremento del costo de este procedimiento. Por el contrario, la ausencia de complicaciones o una tasa de mortalidad excesivamente alta origina una reducción general de dichos costos, que en este último caso puede llegar al 63%. (22) A pesar de que es esperable una reducción de la tasa de complicaciones con la cirugía sin CEC, el ahorro obtenido podría no ser suficiente para compensar el costo adicional de los insumos, especialmente el del estabilizador coronario.

La presencia de ciertas variables preoperatorias también se asocia en forma directa con un aumento del costo de la cirugía coronaria. (23) La edad más avanzada, el sexo femenino, el infarto previo, la angina inestable, los antecedentes de diabetes, la insuficiencia cardíaca u operación coronaria, la cardiomegalia, el número de vasos coronarios enfermos, la fracción de eyección y la identidad del cirujano parecen ser predictores preoperatorios de incremento del costo. (23, 24) De todas formas, la reducción de los costos en la cirugía cardíaca no puede basarse en la modificación de estos predictores preoperatorios, cuya presencia depende del *case mix* de pacientes tratados. En cambio, la prevención de las complicaciones posoperatorias, o la selección y aplicación de los procedimientos que pueden limitarlas, como podría ser la cirugía sin CEC, parece ser un objetivo mejor para intentar una reducción de los costos. En la mayoría de los sistemas económicos, los servicios de mejor calidad cuestan más, pero si se pretende mejorar la calidad de los resultados de la cirugía cardíaca se genera una paradoja, ya que la reducción de la tasa de complicaciones que sigue a la implementación de un programa de mejora de calidad, de gestión clínica o de mejora de los procesos de atención (25) disminuye a su vez los costos totales de la cirugía. Es cierto que la implementación de estos programas tiene un costo, pero en general éste es sustancialmente menor que el ahorro obtenido por evitar una complicación, en el caso de que fuera evitable. Dentro de estos programas podrían incluirse la implementación de la cirugía sin CEC, las prácticas de *fast-track* con extubación inmediata en el quirófano (26) o el uso de drogas hemostáticas y antiinflamatorias como la aprotinina, para el caso de la cirugía con CEC. (27)

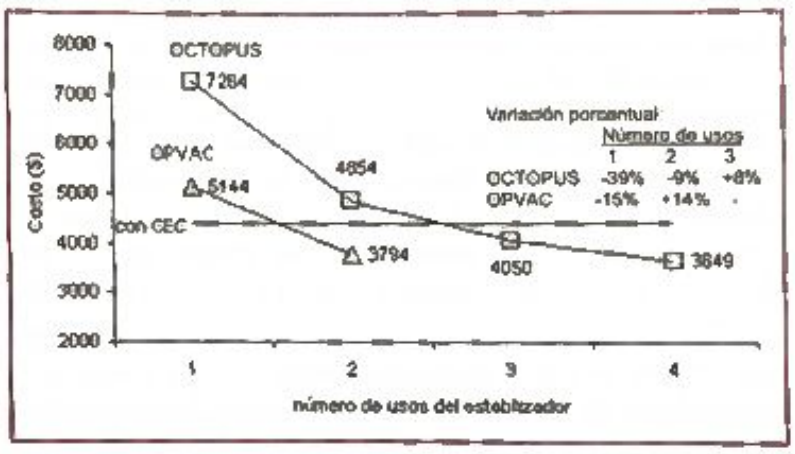


Fig. 1. Variación neta y porcentual del costo de quirófano de acuerdo con la cantidad de usos del estabilizador con respecto al costo de la cirugía con circulación extracorpórea (CEC). A mayor reuso, se reduce el costo de la cirugía sin CEC hasta alcanzar el umbral de la cirugía convencional.

El análisis de costos suele realizarse comparando dos alternativas, donde los resultados o consecuencias de una intervención se expresan en términos de eficiencia, de acuerdo con el costo incurrido para obtener dichos resultados. De esta forma se puede llevar a cabo un análisis de costo-efectividad, costo-utilidad (QALYs), costo-beneficio ($), costo-minimización, etc. En cuanto a los tipos de costos, éstos pueden ser directos cuando representan el recurso consumido di-

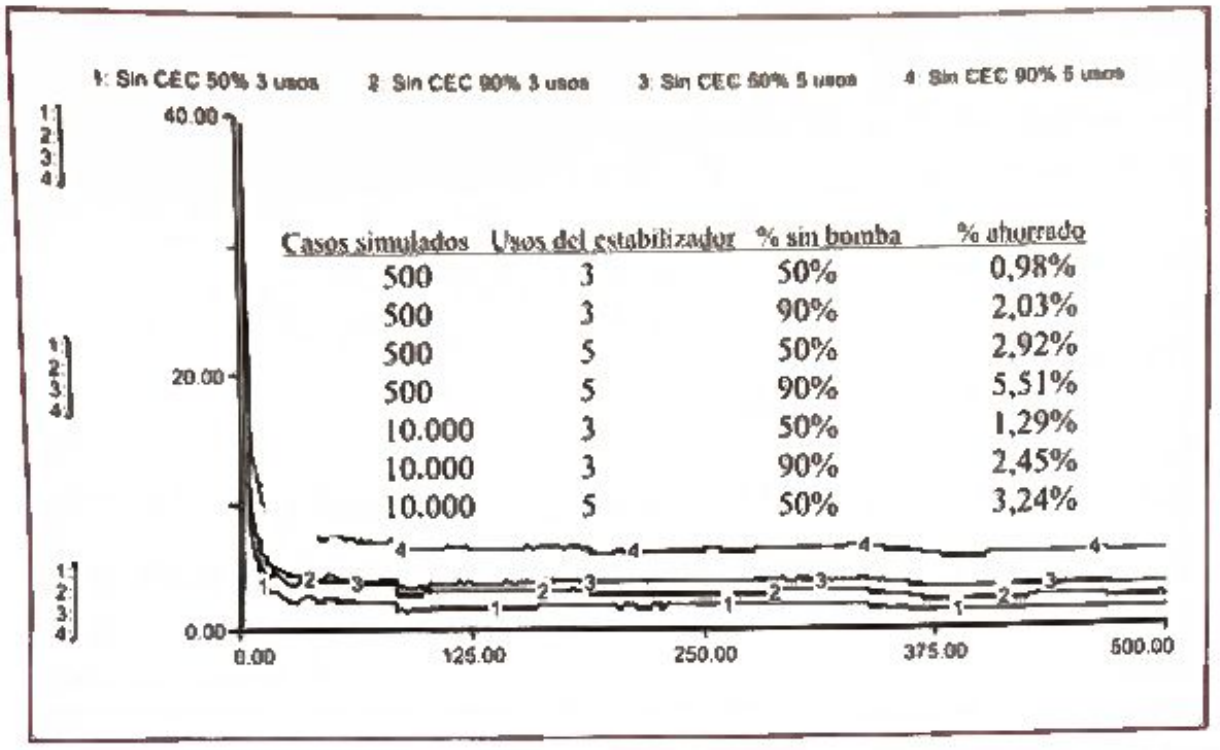


Fig. 2. *Gráfico de simulación dinámica en el que se observa el ahorro neto porcentual obtenido con el uso de la cirugía "sin bomba" (última columna). Los resultados simulan el ahorro alcanzado con diferentes tasas de uso de cirugía "sin bomba" (50% y 90%), reutilizando el sistema OCTOPUS® 3 o 5 veces, en dos case mix de pacientes de n = 500 (en el gráfico) y n = 10.000. El ahorro sólo alcanzaría el 5% a 6% si el 90% de las cirugías se realizaran "sin bomba" y reutilizando el sistema estabilizador por lo menos tres veces.*

rectamente en la práctica médica (insumos, tiempo, honorarios), o indirectos cuando incluyen los gastos administrativos y de planta física. Éstos a su vez pueden clasificarse en costos variables y fijos, según varíen o no proporcionalmente con el volumen o la cantidad de prácticas. Por último, por sistema de costeo se entiende el proceso de asignación de los costos (en especial los fijos) a cada procedimiento. El costeo por absorción es el sistema que considera que todos los costos son asignables a los procedimientos, mientras que el costeo directo diferencia entre los costos relacionados directamente con el procedimiento y aquellos atribuibles a la estructura del servicio u hospital. El microcosteo empleado en este estudio es el desglose detallado de cada uno de los componentes del costo de la cirugía, a saber: materiales descartables, fármacos, elementos de perfusión, etc. Por su parte, el costo día/cama (*perdiem*) asigna un valor promedio por día de internación en cada servicio, calculado no sólo en base a algunos costos variables, sino también a los fijos operacionales y estructurales.

Como ya se analizó, el costo de una cirugía cardíaca está fuertemente influido por la ocurrencia de complicaciones posoperatorias, que en general no son previsibles en el paciente individual. Este elemento de incertidumbre obliga a considerar el uso de algún método de predicción y corrección del costo real esperado del procedimiento. En nuestro trabajo, el modelo estocástico de probabilidades condicionales ofrece un factor de corrección basado en la tasa de complicaciones esperadas de acuerdo con la presencia de ciertas variables preoperatorias.

Con respecto a las diferencias entre las características preoperatorias de los pacientes con CEC y sin CEC, en el primer grupo se incluyeron más casos con lesión de tronco ($p = 0,003$), más cirugías de urgencia ($p < 0,001$) y más puentes coronarios ($p = 0,001$), lo cual podría aumentar los costos de la cirugía con CEC. Estas diferencias se generaron a partir de la selección no aleatorizada de los pacientes para uno u otro grupo. De todas formas, según la hipótesis planteada inicialmente de que la cirugía "sin bomba" no sería más barata que el procedimiento "con bomba", este costo adicional generado por las características dispares de la población le da más fuerza a la conclusión del trabajo, en la que se señala que no se halla diferencia entre los costos de ambos tipos de cirugía. Es probable que si se contara con una muestra de mayor tamaño, la mejor alternativa para comparar estos dos grupos no aleatorizados hubiese sido la del ajuste por características basales, como el que se realiza con el *propensity score*.

Cualquier estudio de costos médicos y resultados de la atención, (28) o de "costo-efectividad", está influido por la perspectiva del análisis y las definiciones del episodio de atención y los costos distantes de la intervención. Así, la reducción de la tasa de complicaciones generada por la implementación de un programa de cirugía sin CEC puede ser beneficiosa para el prestador en los sistemas de pagos prospectivos (como los "módulos" o los llamados grupos relacionados de diagnóstico [GRD]), (29) que de esta manera ve reducido el costo del procedimiento intrahospitalario. Desde la perspectiva del financiador, en cambio, importan más los resultados a mediano y largo plazo y los efectos alejados, incluidas las reinternaciones por cirugías o complicaciones. El análisis de este trabajo, que tiene en cuenta la tasa de necesidad de nueva revascularización al cabo de un año, muestra que el uso de la cirugía "sin bomba" no incrementa los costos para el financiador, cuando se comparan con los de la cirugía coronaria tradicional.

Entre las limitaciones de este estudio se debe observar que sólo se evaluaron los costos vinculados al uso de dos tipos de estabilizadores coronarios descartables. Si bien éstos son los de utilización más fre-

cuente, existen modelos de estabilizadores reusables, aunque de menor aceptación en el mercado local, debido sobre todo a su alto costo de amortización y a una *performance* inferior. Otra limitación es que el costo promedio de la cirugía, cuando se toman en cuenta las complicaciones, no se calculó en forma directa, sino que se estimó en base a la tasa prevista de complicaciones y al costo incremental generado. Este último podría estar sobrevaluado con respecto al verdadero costo por complicación en nuestro medio. Dos limitaciones metodológicas para señalar en este trabajo son la comparación de grupos no aleatorizados y el reducido tamaño de la muestra que genera una potencia estimada de entre el 65% y el 70%, calculada a partir de un desvío estándar de $3.000 y una diferencia mínima a detectar de $1.000. Por último, las diferencias estadísticas halladas entre los factores de riesgo basales de los dos grupos de pacientes sugiere la necesidad de realizar en los futuros estudios estocásticos de costos un análisis con ajustes por riesgo, tanto por *case mix* como por morbilidades.

La cirugía coronaria sin CEC parece cumplir con estándares de calidad adecuados, en especial cuando se evalúan sus resultados de morbimortalidad y de seguimiento a mediano plazo. Por su parte, la controversia sobre la tecnología reusable continúa creciendo en el mundo. (30, 31) Medidas regulativas (32) que contemplen la reutilización de los estabilizadores coronarios descartables, o una política aduanera o de tipo de cambio, (33) que favorezca la reducción del costo de los insumos quirúrgicos, podrían mejorar la relación costo-efectividad de la cirugía "sin bomba" en nuestro medio.

En conclusión, en este trabajo comparativo entre cirugía coronaria con CEC y sin CEC no pudo demostrarse una reducción del costo con este último procedimiento, a pesar de la evidencia internacional a favor de la cirugía "sin bomba". El costo de los insumos de quirófano, en especial el estabilizador coronario, parece ser el factor determinante de esta diferencia.

SUMMARY

Medical Cost Study of Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting

Background

Some studies have reported that off-pump coronary artery bypass graft surgery is cost-saving when compared to conventional coronary surgery. Cost differences may be attributable to lower incidence of postoperative complications in off-pump group. However, it is still unknown the validity of this cost-effectiveness in Argentina, specially because of local higher costs with respect to operating materials and resources, and less costly bed occupancy.

Study objective

To perform a medical cost study of off-pump coronary artery bypass surgery, and to estimate its cost-effectiveness when compared with on-pump surgery.

Research design and methods

A retrospective cost analysis was carried over a series of 200 on- and off-pump coronary surgeries, performed during 2004 and 2005. Operating-room costs were determined directly, and length of stay cost was extrapolated from bed occupancy cost, exclusively for non complicated surgeries (base case). Postoperative complications influence on total cost was indirectly estimated through complication rates reported on clinical trials and its corresponding incremental cost, according to a previously communicated stochastic model. Finally a sensitivity analysis was done by means of a computer-aided dynamic simulation, taking into account two predictive parameters: coronary stabilizer reuse (OCTOPUS®) and off-pump surgery use rate.

Results

Cost of non complicated coronary surgery oscillated between $9,340 and $12,540 (median = $10,750) for on-pump method, and between $10,100 and $15,300 (median = $12,100) for off-pump surgery. This higher cost was related to disposable coronary stabilizer price, comparatively more expensive than a membrane oxygenator used for extracorporeal circulation. Proportionally, operating-room total cost for off-pump surgery was between 15 and 39% more costly than conventional surgery. On the other hand, influence of postoperative complications on total cost showed values between $11,978 and $18,145 (median= $14,350) for off-pump surgery, and between $12,303 and $16,518 (median = $13,377) for on-pump method.

Conclusions

In this local study it was not possible to demonstrate a cost reduction with off-pump coronary artery surgery, with respect to on-pump procedure. Operating-room cost (disposable coronary stabilizer) seems to be the principal determinant for higher costs of off-pump in Argentina. Legal measures to allow reuse of "single use" medical devices, or an economical policy to reduce cost of surgical resources, could enhance cost-effectiveness of off-pump surgery in our country.

Key words > Thoracic surgery - Coronary disease - Extracorporeal circulation - Coronary Artery By Pass, Off Pump - Costs and cost analysis

BIBLIOGRAFÍA

1. Mack MJ. Pro: beating-heart surgery for coronary revascularization: is it the most important development since the introduction of the heart-lung machine? Ann Thorac Surg 2000;70:1774-8.
2. Hollenbeck CS, Morris DL, Sinclair MC. Is off-pump coronary artery graft surgery cost-saving? Sem Cardioth Vasc Anesth 2002;6:325-9.
3. Nathoe HM, van Dijk D, Jansen EW, Suyker WJ, Diephuis JC, van Boven WJ, et al; Octopus Study Group. A comparison of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low-risk patients. N Engl J Med 2003;348:394-402.
4. Puskas JD, Thourani VH, Marshall JJ, Dempsey SJ, Steiner MA, Sammons BH, et al. Clinical outcomes, angiographic patency, and resource utilization in 200 consecutive off-pump coronary bypass patients. Ann Thorac Surg 2001;71:1477-83.
5. Lancey RA, Soller BR, Vander Salm TJ. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery: a case-matched comparison of clinical outcomes and costs. Heart Surg Forum 2000;3:277-81.
6. Boyd WD, Desai ND, Del Rizzo DF, Novick RJ, McKenzie FN, Menkis AH. Off-pump surgery decreases postoperative complications and resource utilization in the elderly. Ann Thorac Surg 1999; 68:1490-3.

7. van Dijk D, Nierich AP, Jansen EW, Nathoe HM, Suyker WJ, Diephuis JC, et al; Octopus Study Group. Early outcome after off-pump versus on-pump coronary bypass surgery: results from a randomized study. Circulation 2001;104:1761-6.
8. Arom KV, Emery RW, Flavin TF, Petersen RJ. Cost-effectiveness of minimally invasive coronary artery bypass surgery. Ann Thorac Surg 1999;68:1562-6.
9. Bull DA, Neumayer LA, Stringham JC, Meldrum P, Affleck DG, Karwande SV. Coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass versus off-pump cardiopulmonary bypass grafting: does eliminating the pump reduce morbidity and cost? Ann Thorac Surg 2001;71:170-3.
10. Lee JH, Abdelhady K, Capdeville M. Clinical outcomes and resource usage in 100 consecutive patients after off-pump coronary bypass procedures. Surgery 2000;128:548-55.
11. Magovern JA, Benckart DH, Landreneau RJ, Sakert T, Magovern GJ Jr. Morbidity, cost, and six-month outcome of minimally invasive direct coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 1998; 66:1224-9.
12. Khan NE, De Souza A, Mister R, Flather M, Clague J, Davies S, et al. A randomized comparison of off-pump and on-pump multivessel coronary-artery bypass surgery. N Engl J Med 2004;350:21-8.
13. Borracci RA, Tajer CD. Metaanálisis de los resultados inmediatos y de permeabilidad angiográfica a un año en la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea. Rev Argent Cardiol 2005;73:27-32.
14. Ascione R, Lloyd CT, Underwood MJ, Lotto AA, Pitsis AA, Angelini GD. Economic outcome of off-pump coronary artery bypass surgery: a prospective randomized study. Ann Thorac Surg 1999;68:2237-42.
15. Borracci RA, Milin E, Rojas R, Rojas R. Desarrollo de un modelo probabilístico y de simulación por computadora para predecir los costes de la cirugía cardíaca. Rev Fed Argent Cardiol 2004;33:77-85.
16. Sonnenberg FA, Gregory P, Yomtovian R, Russell LB, Tierney W, Kosmin M, et al. The cost-effectiveness of autologous transfusion revisited: implications of an increased risk of bacterial infection with allogeneic transfusion. Transfusion 1999;39:808-17.
17. Puskas JD, Williams WH, Mahoney EM, Huber PR, Block PC, Duke PG, et al. Off-pump vs conventional coronary artery bypass grafting: early and 1-year graft patency, cost, and quality-of-life outcomes: a randomized trial. JAMA 2004;291:1841-9.
18. Muneretto C, Bisleri G, Negri A, Manfredi J, Metra M, Nodari S, et al. Off-pump coronary artery bypass surgery technique for total arterial myocardial revascularization: a prospective randomized study. Ann Thorac Surg 2003;76:778-82.
19. Straka Z, Widimsky P, Jirasek K, Stros P, Votava J, Vanek T, et al. Off-pump versus on-pump coronary surgery: final results from a prospective randomized study PRAGUE-4. Ann Thorac Surg 2004; 77:789-93.
20. Magee MJ, Coombs LP, Peterson ED, Mack MJ. Patient selection and current practice strategy for off-pump coronary artery bypass surgery. Circulation 2003;108(Supl II):II9-II14.
21. Cheng DC, Karski J, Peniston C, Raveendran G, Asokumar B, Carroll J, et al. Early tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery reduces costs and improves resource use. A prospective, randomized, controlled trial. Anesthesiology 1996;85:1300-10.
22. Taylor GJ, Mikell FL, Moses HW, Dove JT, Katholi RE, Malik SA, et al. Determinants of hospital charges for coronary artery bypass surgery: the economic consequences of postoperative complications. Am J Cardiol 1990;66:309-13.
23. Mauldin PD, Weintraub WS, Becker ER. Predicting hospital costs for first-time coronary artery bypass grafting from preoperative and postoperative variables. Am J Cardiol 1994;74:772-5.
24. Smith PK, Smith LR, Muhlbaier LH. Risk stratification for adverse economic outcomes in cardiac surgery. Ann Thorac Surg 1997; 64:S61-3.
25. Insúa JT. Gestión Clínica, Dirección Médica Moderna y Gestión de Cuidados Clínicos. En: Bascolo E, editor. Desarrollo de instrumentos de gestión como Estrategia de Cambio. Proc. I Jornadas de economía y Gestión de salud. Health Services Administration, UNR 2002, p. 41-72.
26. Dayán R, Borracci RA, Rubio M, De Simón EA. La extubación inmediata en el quirófano como conducta de primera elección después de cirugía cardíaca en adultos. Rev Arg Anest 2005;63:82-90.
27. Smith PK, Datta SK, Muhlbaier LH, Samsa G, Nadel A, Lipscomb J. Cost analysis of aprotinin for coronary artery bypass patients: analysis of the randomized trials. Ann Thorac Surg 2004; 77:636-42.
28. Mark D. Medical Economics in Cardiovascular Medicine. En: Topol EJ, editor. Comprehensive Cardiovascular Medicine. Vol 1. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p. 1173-201.
29. Davis K, Anderson GF, Rowland GF, Steinberg EP, editors. Health Care Cost Containment. Hopkins Univ Press; 1990. p. 33-69.
30. Charatan F. Controversy erupts over reuse of "single use" medical devices. BMJ 1999;319:1320.
31. GAO Reports. Single use medical devices. Little available evidence of harm from reuse, but oversight warranted. June 2000, GAO/HEHS-00-123.
32. Jonsson E, Banta D. Treatments that fail to prove their worth. Interview by Judy Jones. BMJ 1999;319:1293.
33. Peabody JW. Economic reform and health sector policy: lessons from structural adjustment programs. Soc Sci Med 1996;41:823-35.