Rev Med Chile 2013; 141: 281-290

Resultados inmediatos y a mediano plazo de la cirugía coronaria sin circulación extracorpórea

ENRIQUE SEGUEL S.[1,2], ROBERTO GONZÁLEZ[1,2], ALECK STOCKINS[1,2], EMILIO ALARCÓN C.[1,2], RICARDO CONCHA C.[a]

Off-pump coronary surgery. Experience in 220 patients

***Background**: Coronary artery bypass graft surgery without cardiopulmonary bypass (CPB) is an alternative technique for myocardial revascularization.* ***Aim**: To report the early results and 4 years follow up of the first 220 cases operated with this technique.* ***Patients and Methods**: Descriptive study of 220 patients aged 60.6 ± 8.8 years (171 men) undergoing off-pump coronary surgery between 2004 and 2008. One hundred seventy six (80%) patients had hypertension, 59 (26.8%) had diabetes, 86 (39%) dyslipidemia and 85 (38.6%) were smokers. One hundred forty one patients (64.1%) had stable angina. Fifty four (24.5%) had a recent infarction (< 90 days) and 46 (20.9%) had a previous angioplasty. Ejection fraction was < 30% in 9 (4.1%), 30% - 50% in 57 (25.9%) and > 50% in 154 (70%). Additive and logistic EuroSCORE were 3.32 and 3.55% respectively. We studied the complications and mortality at 30 days. Long term follow up (late mortality and major cardiovascular events such as myocardial infarction (MI) stroke and re-intervention were assessed using data of medical records and National Identification Registry Service until June 30, 2011.* ***Results**: A total of 481 bypasses were performed (2.27 bypasses/ patient). There were 4 (1.8%) conversions and no incomplete revascularization. Post-Operative complications occurred in 42 patients. Eight neurological (five strokes), five renal (two required dialysis), 16 cardiovascular (four myocardial infarctions), 15 surgical and 11 infections. Three patients died (1.36%). After a follow up of 4.26 ± 1.02 years, overall survival was 92.3%, and survival free of myocardial infarction, stroke or re - intervention was 96.8%, 96.8% and 95.9% respectively.* ***Conclusions**: Off-pump coronary surgery in selected patients has immediate and late results comparable to traditional surgery.*

(Rev Med Chile 2013; 141: 281-290).

***Key words:** Coronary artery bypass; Coronary disease; Off pump; Outcome assessment (Health care).*

[1]Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción.
[2]Centro Cardiovascular, Hospital Guillermo Grant Benavente de Concepción.
[a]Alumno de Medicina, Universidad de Concepción.

Recibido el 17 de mayo de 2012, aceptado el 12 de noviembre de 2012.

Correspondencia a
Dr. Enrique Seguel Soto
Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina
Universidad de Concepción.
Avenida Roosevelt esquina Janequeo. Concepción.
Fono-Fax: 41-2204881
E-mail: enseguel@udec.cl

El tratamiento quirúrgico estándar para la enfermedad coronaria es la cirugía con circulación extracorpórea (CEC). Esta técnica permite la realización de múltiples anastomosis coronarias en un campo exsangüe y un corazón inmóvil. Sin embargo, a pesar de que actualmente la CEC es una técnica segura para los pacientes, se asocia a la activación de una respuesta inflamatoria sistémica y tiene riesgo de microembolización, lo que puede producir diversas disfunciones sistémicas[1].

Durante las últimas décadas se han desarrollado técnicas de revascularización con el corazón batiente, sin el uso de CEC. En ellas, mediante la utilización de posicionadores cardiacos y estabilizadores coronarios, se logra inmovilizar

el segmento del corazón donde se realizará la anastomosis; y con el uso de torniquetes, *shunts*, sopladores de CO_2 y solución fisiológica, las anastomosis pueden ser realizadas con una adecuada visualización y seguridad[2-4].

La mayoría de los ensayos controlados aleatorios publicados sobre la técnica se han realizado en pacientes de relativamente bajo riesgo y no reflejan la práctica general que incluye pacientes de mayor riesgo. A pesar de ello, han mostrado que la cirugía sin CEC es tan segura como la cirugía con bomba, con beneficios adicionales como la reducción de daño miocárdico y cerebral, la tasa de transfusiones, el costo y la duración de la estadía hospitalaria. Varias bases de datos que reflejan la experiencia del "mundo real" informan de una reducción de la mortalidad y la morbilidad, con mayor impacto en aquellos pacientes con mayor riesgo[5].

El uso de la técnica varía significativamente entre los diferentes centros e incluso entre diferentes países. Actualmente, se estima que entre 20 y 30% de las cirugías coronarias se pueden realizar de este modo[7-9]. El registro de 2009 de la base de datos de la *Society of Thoracic Surgeons*, en Estados Unidos de Norteamérica, que incluyó aproximadamente 1.400.000 cirugías coronarias, mostró que 21% de esas cirugías se realizaron sin CEC[10]. El 4º Reporte de la Base de Datos de la Asociación Europea de Cirugía Cardio Torácica, publicado el 2010, mostró que de las 203.073 cirugías coronarias del registro, 21% de ellas se realizó sin CEC[11].

Iniciamos el uso de esta técnica en nuestro servicio en marzo de 2004 y el objetivo de esta revisión es mostrar los resultados inmediatos y del seguimiento a mediano plazo (4 años) de los primeros 220 pacientes.

Métodos

Pacientes

Las intervenciones se realizaron entre el 24 de marzo de 2004 y el 18 de diciembre de 2008, realizando 4 cirugías en 2004; 22 en 2005; 61 en 2006; 68 en 2007 y 65 en 2008. En el mismo período se realizaron 664 cirugías coronarias con CEC.

La selección de pacientes se realizó considerando la factibilidad técnica (coronarias de calibre > 2 mm, no calcificadas, no intramiocárdicas) y a la experiencia del grupo. Iniciamos la serie en pacientes con enfermedad de un vaso (descendente anterior) y progresivamente avanzamos a pacientes con enfermedad coronaria de los otros territorios.

La serie corresponde a 171 hombres (77,7%) y 49 mujeres (22,3%).

La edad promedio fue de 60,6 ± 8,8 años (rango 39-81).

Entre los factores de riesgo cardiovascular destacan 176 (80%) pacientes hipertensos, 59 (26,8%) diabéticos, 86 (39%) dislipidémicos, 85 (38,6%) fumadores, 85 (38,6%) pacientes con sobrepeso y 61 (27,7%) obesos.

Clínicamente, 141 (64,1%) pacientes presentaban angina crónica estable y 60 (27,3%) angina inestable. Cincuenta y cuatro (24,5%) habían sufrido un infarto menos de 90 días antes.

El estudio coronario mostró lesión de 1 vaso (descendente anterior proximal) en 50 (22,7%) pacientes, lesión de 2 vasos en 66 (30%) y lesión de tres 3 vasos en 84 (38,2%) pacientes. Veinte pacientes (9,1%) tenían lesión aislada del tronco coronario izquierdo.

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo fue < 30% en 9 (4,1%) pacientes, entre 30% y 50% en 57 (25,9%) y > 50% en 154 (70%).

El riesgo operatorio calculado por EuroSCORE aditivo[12] fue 3,32 ± 2,7 (rango 0-12 puntos) y el EuroSCORE logístico[13] fue de 3,55 ± 4,31% (rango 0,88-28,8%).

La cirugía se consideró electiva en 211 pacientes y de urgencia en 9 (4,1%). Las características de los pacientes se muestran en la Tabla 1.

Técnica quirúrgica

La cirugía se realiza bajo anestesia general y por esternotomía media. Luego de la obtención de conductos para la revascularización, se procede a la heparinización sistémica (5.000 unidades de heparina). Las diferentes paredes del corazón se exponen mediante el uso de suturas de tracción al pericardio, compresas en el saco pericárdico y el uso de un posicionador cardiaco (Pyramid®, Estech, San Ramón, CA, USA). Las arterias coronarias se inmovilizan mediante estabilizadores coronarios (Op Vac®, Estech, San Ramón, CA, USA). Se procede a realizar las anastomosis distales, comenzando por el implante del injerto mamario a la descendente anterior y continuando por las paredes lateral e inferior. Una vez completadas las anastomosis distales se devuelve el corazón a su posición y confeccionan las anastomosis proximales en la aorta ascendente.

Tabla 1. Características de los pacientes

Pacientes	
Hombres	171 (77,7%)
Edad	60,6 ± 8,8 años (rango 39-81)
Factores de riesgo cardiovascular	
Hipertensión arterial	176 (80%)
Dislipidemia	86 (39%)
Tabaquismo	85 (38,6%)
Sobrepeso	85 (38,6%)
Obesos	61 (27,7%)
Diabetes mellitus	59 (26,8%)
Condición cardiovascular	141 (64,1%)
Angina estable	60 (27,3%)
Angina inestable	54 (24,5%)
Infarto reciente (< 90 días)	46 (20,9%)
Angioplastía previa	(42 con implante de stent)
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	
< 30%	9 (4,1%)
30% a 50%	57 (25,9%)
> 50%	154 (70%)
Lesiones	
1 vaso	50 (22,7%)
2 vasos	66 (30%)
3 vasos	84 (38,2%)
TCI	20 (9,1%)
Riesgo quirúrgico	
EuroSCORE aditivo	3,32 ± 2,7 (rango 0 a 12 puntos)
EuroSCORE logístico	3,55 ± 4,31% (rango 0,88 a 28,8%)

El detalle de la técnica quirúrgica utilizada puede encontrarse en la publicación previa de nuestro grupo[14].

Resultados y seguimiento

Se tabuló el número de anastomosis distales y el tipo de injerto (arteria o vena) utilizado.

Consideramos revascularización incompleta la incapacidad de realizar alguno de los puentes planificados antes de la intervención.

Se consideró conversión a cirugía con CEC a aquel procedimiento en el que se decidió entrar en bomba en cualquier momento una vez comenzada la operación.

La mortalidad operatoria se consideró hasta los 30 días post cirugía o hasta el alta hospitalaria si el paciente permaneció más de un mes hospitalizado.

Las complicaciones se definieron como: quirúrgicas (hemorragia, reoperación), neurológicas (accidente vascular encefálico, déficit transitorio, coma), renales (insuficiencia renal aguda con o sin necesidad de diálisis), cardiacas (arritmias, infarto peri operatorio, insuficiencia cardiaca), infecciones (herida operatoria, mediastinitis, extremidad inferior, infección urinaria), pulmonares (ventilación mecánica > 48 h, neumonía), vasculares (disección aórtica, isquemia extremidad) y otras (digestivas).

El seguimiento se completó hasta el 30 de junio de 2011.

Los eventos clínicos fueron obtenidos de los registros de las fichas clínicas de los pacientes en forma retrospectiva.

La sobrevida se obtuvo de acuerdo a los registros del Servicio de Registro Civil e Identificación.

Se consignan la mortalidad alejada y los eventos cardiovasculares mayores: infarto (IAM), accidente cerebro vascular (AVE) y reintervención. Los resultados se expresan en tasas por 100 pacientes/año y se confeccionaron curvas de sobrevida libre de eventos según método de Kaplan-Meier.

Resultados

Cirugía

Se realizaron 481 puentes, (promedio 2,28 ± 0,95 puentes/paciente). Corresponden a 215 puentes arteriales (todas arterias mamarias internas izquierdas) y 266 venosos.

Los pacientes con enfermedad de 1 ó 2 vasos (n = 116) recibieron en promedio 1,57 ± 0,51 puentes/paciente y los pacientes con enfermedad de 3 vasos o lesión de tronco coronario izquierdo (n = 104) recibieron en promedio 3,08 ± 0,65 puentes/paciente.

Hubo 4 (1,8%) conversiones a cirugía con CEC. Dos por inestabilidad hemodinámica, y dos por inestabilidad eléctrica (una por asistolía y otra por fibrilación ventricular) durante la cirugía.

Ninguna revascularización se consideró incompleta.

Complicaciones

Hubo complicaciones en 42 pacientes (19,1%). Ocho complicaciones neurológicas (3,6%): 5 AVE (2,3%) y 3 episodios de agitación psicomotora que evolucionaron con recuperación sin secuelas.

Cinco pacientes que evolucionaron con una insuficiencia renal aguda: 3 se recuperaron con manejo médico y 2 (0,9%) requirieron hemodiálisis transitoria.

Se presentaron complicaciones cardiovasculares en 16 (7,3%) pacientes: 4 (1,8%) infartos peri operatorios, 6 arritmias supra ventriculares, 4 arritmias ventriculares y 2 evolucionaron con insuficiencia cardiaca que requirió apoyo de inótropos.

Hubo 15 complicaciones quirúrgicas: 5 (2,3%) reoperaciones por sangrado, 6 ocupaciones pleurales, 3 seromas de herida operatoria y una dehiscencia esternal sin infección.

Se presentaron 11 infecciones (5%): 3 de herida operatoria, 1 mediastinitis y 7 neumonías.

Mortalidad operatoria

Fallecieron 3 pacientes (1,36%).

Un paciente presentó inestabilidad hemodinámica y eléctrica durante la cirugía. Se decidió convertir a cirugía con CEC de urgencia. La revascularización pudo completarse, pero en el postoperatorio presentó una fibrilación ventricular y shock cardiogénico. El segundo paciente también fue convertido a cirugía con CEC por hipotensión. En el postoperatorio presentó una hemorragia masiva. El tercer paciente tuvo un IAM postoperatorio a las pocas horas de la cirugía. Se realizó una coronariografía de urgencia que mostró una oclusión de la arteria descendente anterior (DA) distal a la anastomosis mamaria. Fue reoperado y se realizó un puente venoso a la DA distal. Evolucionó con shock cardiogénico y falleció al tercer día.

Los resultados inmediatos se presentan en la Tabla 2.

Seguimiento

Se logró el seguimiento de eventos clínicos en 204 (92,7%) de los pacientes y se obtuvo 100% de los datos de mortalidad del Registro Civil e Identificación.

El seguimiento promedio fue de 4,26 ± 1,02 años (rango: 30-81 meses). Sesenta y nueve pacientes (31,4%) tenían un seguimiento mayor a 5 años.

Hubo 17 fallecidos (1,8/100 pacientes/año). De ellos, 9 fueron de causa cardiovascular y 8 por otras causas. La sobrevida global a los 4 años fue de 92,3% (Figura 1).

Durante el seguimiento, 7 pacientes presentaron un infarto agudo al miocardio (IAM), que corresponde a una tasa de 0,85/100 pacientes/año. A los 4 años, 96,8% de los pacientes estaba libre de infarto (Figura 2).

Siete pacientes presentaron un accidente vascular encefálico (AVE), con una tasa de 0,85/100 pacientes /año. A los 4 años 96,8% de los pacientes estaba libre de haber sufrido un AVE (Figura 3).

Nueve pacientes requirieron de una reintervención, todas angioplastías (tasa 0,9/100 pacientes /año). A los 4 años, 95,9% de los pacientes estaba libre de una reintervención (Figura 4).

La tasa combinada de eventos fue de 4,4/100 pacientes/año. La sobrevida libre de eventos cardiovasculares mayores fue de 81,8% a los 4 años (Figura 5).

Discusión

La cirugía coronaria sin CEC es considerada como una alternativa técnica en cirugía coronaria. Sin embargo, no todos los grupos la han adoptado y su uso varía entre cirujanos, entre centros y entre países.

Tabla 2. Resultados inmediatos

Cirugía	
Puentes	
Total	481 (215 arteriales y 266 venosos)
Puentes por paciente	2,27 ± 0,95
Enfermedad 1-2 vasos (n = 116)	1,57 ± 0,51 puentes/paciente
Enfermedad TCI y/o 3 vasos (n = 104)	3,08 ± 0,65 puentes/paciente
Conversiones	4 (1,8%)
Revascularización incompleta	0
Complicaciones	42 (19,1%)
Cardiacas	16 (7,3%)
Infartos peri operatorios	4 (1,8%)
Quirúrgicas	15 (6,8%)
Reoperación por sangrado	5 (2,3%)
Infecciones	11 (5%)
Herida operatoria	3 (1,4%)
Mediastinitis	1 (0,45%)
Neumonía	7 (3,2%)
Neurológicas	8 (3,6%)
Accidente cerebro vascular	5 (2,3%)
Renales	5 (2,3%)
Hemodiálisis transitoria	2 (0,9%)
Mortalidad operatoria	3 (1,36%)

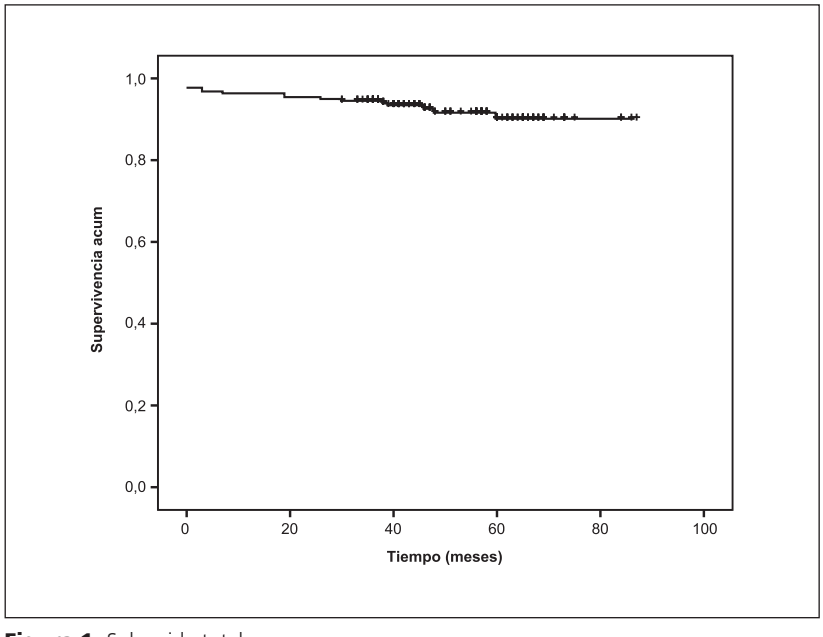

Figura 1. Sobrevida total.

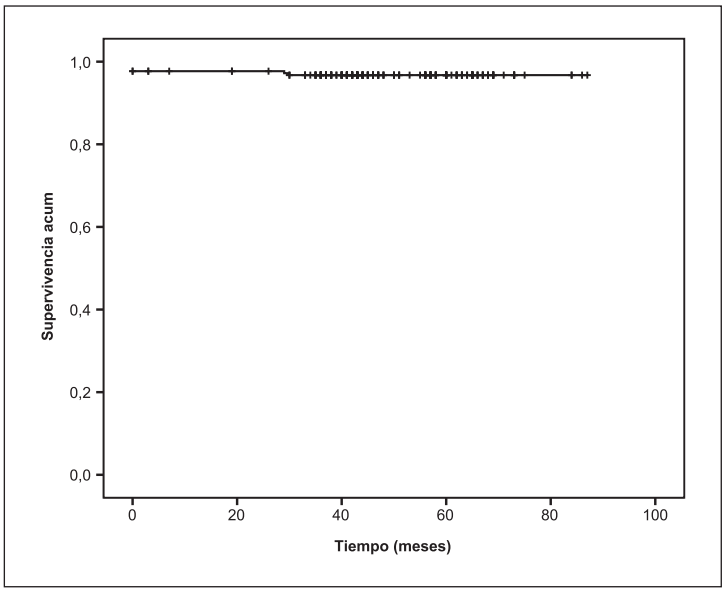

Figura 2. Sobrevida libre de infarto.

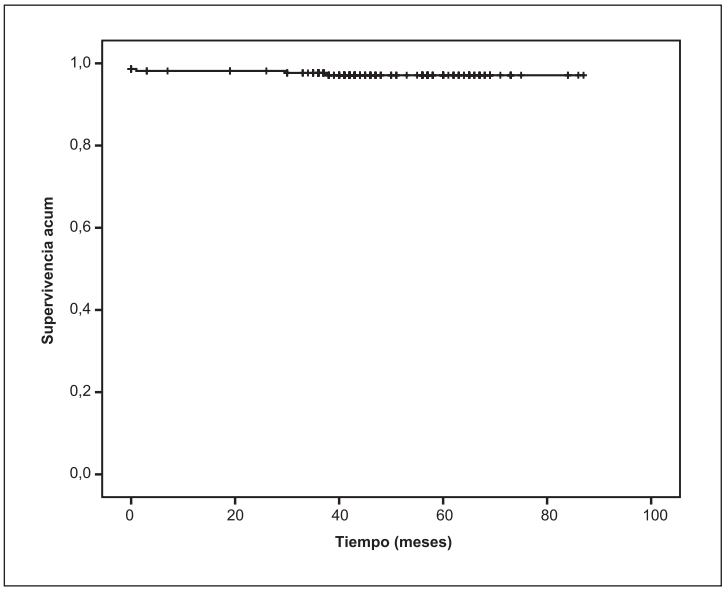

Figura 3. Sobrevida libre de AVE.

Entre los argumentos para su no uso destacan la experiencia y preferencias del cirujano, la dificultad técnica de abordar todas las arterias (especialmente la pared lateral), la anatomía coronaria (vasos intramiocárdicos, finos o calcificados), o técnicas de revascularización complejas, como el uso exclusivo de puentes arteriales[7,8].

Además de lo anterior, varios estudios han mostrado que la permeabilidad de los puentes realizados con esta técnica sería menor que aquellos realizados con CEC, con una mayor tasa de revascularización repetida en el largo plazo. Khan y cols mostraron que a los tres meses de la cirugía, la permeabilidad global de los puentes realizados sin CEC era significativamente menor que la de los puentes realizados con bomba (88% versus 98%)[15]. Hannan y cols estudiaron 13.889 pacientes operados sin CEC con 35.941 pacientes operados

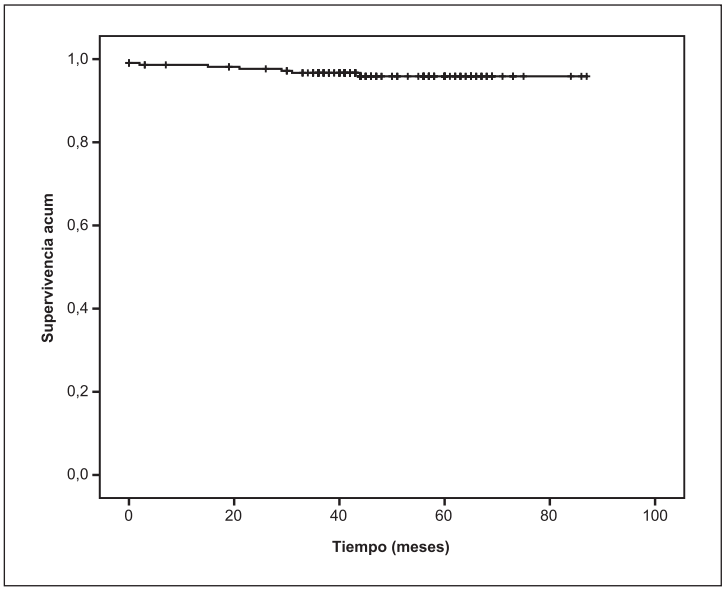

Figura 4. Sobrevida libre de reintervenciones.

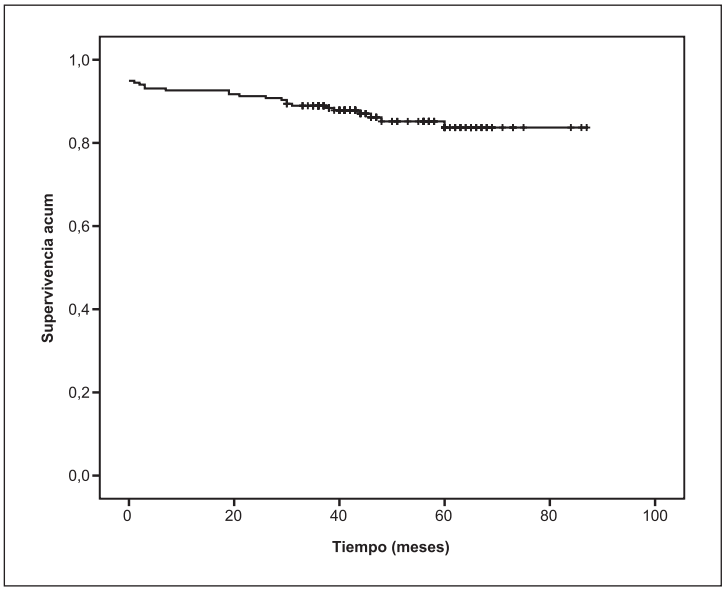

Figura 5. Sobrevida libre de eventos.

con CEC entre los años 2001 y 2004 en el estado de Nueva York. Observaron que a tres años la probabilidad de estar libre de una revascularización fue 93,6% en los pacientes intervenidos con bomba versus 89,9% en los operados sin CEC[6]. Recientemente el estudio ROOBY distribuyó en forma aleatoria 2.203 pacientes a cirugía con o sin CEC. El control angiográfico a un año de 1.371 pacientes mostró una permeabilidad de 87,8% de los puentes realizados con CEC versus 82,6% de los realizados sin bomba ($p < 0,01$)[16].

Otros estudios han mostrado que la cirugía sin CEC se asocia a una reducción de la estadía hospitalaria y a menores costos que la cirugía con CEC[5,17]. No se ha demostrado un beneficio en la mortalidad en pacientes de bajo riesgo, pero existirían beneficios del uso de esta técnica en algunos grupos, tales como aquellos con alto riesgo de ac-

cidentes neurológicos, portadores de enfermedad ateroesclerótica severa de la aorta, insuficiencia renal, enfermedad pulmonar crónica, edad avanzada y enfermedad vascular periférica[8,18-21].

Resultados inmediatos

Por tratarse de una serie inicial, seleccionamos pacientes de bajo riesgo quirúrgico, con un EuroSCORE promedio de 3,32 puntos. La experiencia nos ha permitido ampliar su aplicación a pacientes de mayor riesgo, con más vasos comprometidos y candidatos a un mayor número de puentes. Esta serie incluye 104 pacientes con enfermedad de tronco coronario izquierdo o tres vasos.

Se ha descrito que la cirugía sin CEC se asocia a un menor número de puentes que la cirugía con CEC[6,22,23]. Creemos que esto no necesariamente refleja una revascularización incompleta. Los pacientes que se seleccionan para esta técnica generalmente tienen menos enfermedad coronaria y requieren de menos puentes para ser revascularizados. En nuestra serie, los pacientes con enfermedad de 1 ó 2 vasos recibieron en promedio 1,57 puentes/paciente. En cambio los pacientes con enfermedad de 3 vasos o lesión de tronco coronario izquierdo recibieron en promedio 3,08 puentes/paciente. Todas las revascularizaciones se consideraron completas.

La tasa de conversión fue baja, lo cual también refleja la selección de pacientes previa a la cirugía. Como describen otros autores, la necesidad de convertir a cirugía con CEC, especialmente por inestabilidad eléctrica o hemodinámica se acompaña de una alta morbimortalidad[24,25]. En nuestra serie hubo 4 conversiones. Dos de los pacientes fallecieron. Otro paciente evolucionó con un AVE que se recuperó y fue dado de alta al 10º día y sólo uno no tuvo complicaciones.

La mortalidad operatoria fue baja (1,36%). Dos de los tres fallecidos correspondieron a conversiones a cirugía con bomba, Las otras complicaciones observadas (infarto perioperatorio, accidente cerebrovascular, mediastinitis, hemorragia postoperatoria) fueron comparables a las observadas en cirugía con bomba[26,27].

Resultados alejados

Exceptuando por la necesidad de revascularización, la mayoría de los autores concuerdan en que los resultados alejados son comparables entre ambas técnicas[22,26-29].

El seguimiento promedio de nuestra serie fue de 4,26 años y 31% de los pacientes tienen un seguimiento mayor a 5 años.

Por tratarse de un centro de referencia, la mayoría de los pacientes siguen en control o son derivados a nuestro hospital en caso de una complicación. Obtuvimos un seguimiento de eventos clínicos en 92,7% de ellos y un seguimiento de la sobrevida en 100%. De acuerdo a los datos del Servicio de Registro Civil e Identificación, todos los pacientes sin seguimiento clínico (n = 16) se encontraban vivos al 31 de junio de 2011.

En el seguimiento de estos pacientes no realizamos coronariografía de rutina, y ésta se indica sólo en caso de síntomas. Por esta razón, no es posible saber la permeabilidad real de los puentes. En el seguimiento hubo 9 pacientes que requirieron un nuevo estudio, 6 por reinicio de angina y tres post infarto.

La sobrevida global a los 4 años fue de 92,3%, a los 4 años 96,8% de los pacientes estaba libres de infarto, 96,8% estaba libres de haber sufrido un AVE y 95,9% estaba libre de una reintervención.

Estos resultados son similares a lo publicado por otros autores y son comparables a los pacientes sometidos a cirugía con bomba[29-31].

Conclusión

La cirugía coronaria sin CEC en pacientes seleccionados de bajo riesgo quirúrgico tiene resultados inmediatos y alejados comparables a los comunicados para la cirugía tradicional.

Referencias

1. Raja S, Berg G. Impact of off pump coronary artery bypass surgery on systemic inflammation: current best available efidence. J Card Surg 2007; 22: 445-55.
2. Benetti F, Naselli G, Wood M, Geffner L. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients. Chest 1991; 100: 312-6.
3. Buffolo E, Andrade JC, Rodríguez J, Teles C, Figueiredo L, Gomes W. Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass. Thorac Cardiovasc Surg 1985; 33: 26-9.
4. Buffolo E, Andrade JC, Branco JN, Aguiar LF, Ribeiro EE, Jatene AD. Myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Seven years experience in 593 cases. Eur J Cardiothorac Surg 1990; 4: 504-7.

5. Abu-Omar Y, Taggart DP. The present status of off-pump coronary artery bypass grafting. Eur J Cardiothorac Surg 2009; 36: 312-21.
6. Hannan EL, Wu C, Smith CR, Higgins RS, Carlson RE, Culliford AT, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery. Differences in short-term outcomes and in long-term mortality and need for subsequent revascularization. Circulation 2007; 116: 1145-52.
7. Lytle B, Sabik J. On-pump and off-pump bypass surgery. Tools for revascularization. Circulation 2004; 109: 810-2.
8. Buffolo E, Branco J, Gerola L, Aguiar L, Teles C, Palma J, et al. Off-pump myocardial revascularization: Critical analysis of 23 years' experience in 3866 patients. Ann Thorac Surg 2006; 81: 85-9.
9. Ibarra J, Aránguiz E, González P, Merello L, Becerra E, Vera A, et al. Cirugía coronaria sin CEC. Experiencia de un año de la técnica en el servicio de cirugía cardiovascular del Hospital Gustavo Fricke. Rev Chil Cardiol 2007; 26: 151-60.
10. El Bardissi A, Aranki S, Sheng S, O'Brien S. Greenberg C, Gammie J. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: An análisis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. J Torac Cardiovas Surg 2012: 143: 273-81.
11. Bridgewater B, Kinsman R, Walton P, Gummert J, Kappetein AP. The 4th European Association for Cardio-Thoracic Surgery adult cardiac surgery database report. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2011; 12: 4-5.
12. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). Eur J Cardiothorac Surg 1999; 16: 9-13.
13. Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SA. The logistic EuroSCORE. Eur Heart J 2003; 24: 882-3.
14. González R, Seguel E, Stockins A, Neira L, Alarcón E. Técnicas Quirúrgicas: Cirugía coronaria: Revascularización miocárdica sin circulación extracorpórea. Rev Chil Cir 2009; 61 (6): 578-81.
15. Kahn N, De Souza A, Mister R, Flather M, Clague J, Davies S, et al. A randomized comparition of off-pump and on-pump multivessel coronary-artery bypass surgery. N Eng J Med 2004; 350: 21-8.
16. Shroyer A, Grover F, Alter B, Collins J, McDonald G, Kozora E, et al, for the Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) Study Group. On-Pump versus Off-Pump Coronary-Artery Bypass Surgery. N Engl J Med 2009; 361: 1027-37.
17. Nathoe H, van Dijk D, Jansen E, Suyker W, Diephuis J, van Boven WJ, et al. A comparition of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low risk-patients. N Eng J Med 2003; 348: 394-402.
18. Gerola L, Buffolo E, Jasbik W, Botelho B, Bosco J, Brasil L, et al. Off-pump versus on-pump myocardial revascularization in low-risk patients with one or two vessel disease: Perioperative results in a multicenter randomized controlled trial. Ann Thorac Surg 2004; 77: 569-73.
19. Stallwod M, Grayson A, Mills K, Scawn N. Acute renal failure in coronary artery bypass surgery: independent effect of cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 2004; 77: 968-72.
20. Beauford R, Goldstein D, Sardari F, Karanam R, Luk B, Prendergast T, et al. Multivessel off-pump revascularization in octogenarians: early and midterm outcomes. Ann Thorac Sur 2003; 76: 12-7.
21. Srinivasan A, Grayson A, Fabri B. On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting in diabetic patients: a propensity store analysis. Ann Thorac Surg 2004; 78: 1604-9.
22. Parolari A, Alamanni F, Polvani G, Agrifoglio M, Chen YB, Kassem S, et al. Meta-analysis of randomized trials comparing off-pump with on-pump coronary artery bypass graft patency. Ann Thorac Surg 2005; 80: 2121-5.
23. Calafiore A, Di Mauro M, Contini M, Di Giammarco G, Pano M, Vitolla G, et al. Myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in multivessel disease: Impact of the strategy on early outcome. Ann Thorac Surg 2001; 72: 456-63.
24. Edgerton J, Dewey T, Magee M, Herbert M, Prince S, Jones K, et al. Conversion in off-pump coronary artery bypass grafting: an analysis of predictors and outcomes. Ann Thorac Surg 2003; 76: 1138-43.
25. Mukherjee D, Ashrafian H, Kourliouros A, Ahmed K, Darzi A, Athanasiou T. Intra-operative conversion is a cause of masked mortality in off-pump coronary artery bypass: a meta-analysis. Eur J Cardiothorac Surg 2012; 41: 291-9.
26. Racz M, Hannan E, Isom O, Subramanian V, Jones R, Gold J, et al. A comparition of short and long term outcomes alter off-pump and on-pump coronary artery bypass graft surgery with sternotomy. J Am Coll Cardiol 2004; 43: 557-64.
27. 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.
28. Angelini GD, Culliford L, Smith DK, Hamilton MC, Murphy GJ, Ascione R, et al. Effects of on- and off-pump coronary artery surgery on graft patency, survival, and health-related quality of life: long-term follow-up

of 2 randomized controlled trials. J Thorac Cardiovasc Surg. 2009; 137: 295-303.
29. Møller CH, Penninga L, Wetterslev J, Steinbrüchel DA, Gluud C. Clinical outcomes in randomized trials of off- vs On-pump coronary artery bypass surgery: systematic review with meta-analyses and trial sequential analyses. Eur Heart J 2008; 29: 2601-16.
30. Messina A, Villa E, Mhagna Z, Dalla Tomba M, Cirillo M, Brunelli F, et al. Medium-term results of systematic off-pump coronary surgery performed by trainee surgeons. Eur J Cardiothorac Surg 2010; 38: 380-6.
31. Ascione R, Reeves B, Taylor F, Seehra H, Angelini G. Beating heart against cardioplegic arrest studies (BHACAS 1 and 2): quality of life at mid-term follow-up in two randomised controlled trials. Eur Heart J 2004; 25: 765-70.