

# Cirugía coronaria sin circulación extracorpórea después de 20 años. Resultado y seguimiento en 1.353 pacientes en el sur de Chile

JUAN CARLOS BAHAMONDES S.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Regional Temuco, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina Universidad de La Frontera. Temuco, Chile

Trabajo no recibió financiamiento. El autor declara no tener conflictos de interés.

Recibido el 30 de noviembre de 2020, aceptado el 30 de junio de 2021.

Correspondencia a:  
Dr. Juan Carlos Bahamondes S.  
Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Regional Temuco, Chile.  
Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina Av. Manuel Montt 115 Piso 5. Temuco, IX Región. Chile.  
jcbahamondes@gmail.com

## Off pump coronary artery bypass surgery long term results after 20 years in a cardiac center in Chile

**Background:** The benefits of off-pump coronary artery bypass graft (OPCAB) compared with conventional on-pump coronary artery bypass graft are not well established although several studies show excellent long-term results. **Aim:** To assess and report the long-term results of OPCAB surgery in a 20-year period in a Chilean Regional Cardiac Surgery Center. **Patients and Methods:** Retrospective analysis of the medical records and surgical protocols of 1353 patients aged  $61.3 \pm 6.5$  years, (69% males) subjected to OPCAB between June 1999 and December 2019. **Results:** Thirty-four percent of patients presented with unstable angina. On angiography, the left main coronary artery had a proximal obstruction in 15% of patients. Thirty five percent presented with a myocardial infarction of different territories. Thirty percent of patients were managed previously with angioplasty. Preoperative left ventricular function was 45.3% (30-65%). The mean surgical risk Euroscore was 2.84. The mean number of bypasses was  $2.7 \pm 0.63$ . 2.6%. Conversion to on pump technique was required in 2.6% of patients. Operative mortality was 2%, myocardial infarction occurred in 3.4%, a new revascularization procedure was required in 2.3% and 2.4% of patients had a stroke. Long term follow up was complete in most patients and 93% are in NHYA functional capacity I. Actuarial survival was 100, 98, 89, 75 and 66% at 1, 5, 10, 15 and 20 years. Actuarial combined cardiovascular events free survival was 100, 98, 87, 68 and 51% at 1,5,10, 15 and 20 years. **Conclusions:** OPCAB surgery is a safe surgical technique, with an excellent bypass durability and permeability. It also provides a prolonged time free from cardiac events such as mortality, angina, myocardial infarction, and freedom from a new coronary procedure.

(Rev Med Chile 2021; 149: 1412-1422)

**Key words:** Coronary Artery Bypass; Coronary Artery Bypass, Off-Pump; Cardiac Surgical Procedures.

La cirugía coronaria sin circulación extracorpórea (CEC) ha tenido un gran desarrollo mundial en la década pasada, lo cual permitió definir que grupos de pacientes se beneficien con esta técnica y quienes deben ser intervenidos con la técnica clásica con CEC<sup>1-4</sup>. En los últimos

años, muchos grupos han demostrado buenos resultados con una baja morbilidad y mortalidad en el período postoperatorio con esta técnica<sup>5-8</sup>. Sin embargo, aun existen debates ya que varios estudios randomizados controlados y meta análisis muestran similares resultados a corto y largo plazo

en la sobrevida para ambas técnicas, existiendo ventajas claras de la cirugía sin CEC en evitar la respuesta inflamatoria sistémica, minimizar los riesgos de embolia cerebral al evitar la canulación de la aorta ascendente, pero aun esta en duda si reduce la morbilidad asociada<sup>9-12</sup>.

Dado que el tratamiento de las lesiones obstructivas de las arterias coronarias es un tema prevalente en Chile, nuestro grupo comenzó a desarrollar la cirugía sin CEC en el año 1999 teniendo el privilegio de participar en el estudio *Coronary*<sup>13-15</sup>, que logro situar a Chile en el quinto país que mas aportó pacientes en los cinco continentes. Luego de más de 20 años, la cirugía sin CEC sigue siendo una alternativa terapéutica vigente y que es necesario determinar los resultados obtenidos en el largo plazo para poder decidir qué estrategia es más eficaz en nuestros pacientes.

## Pacientes y Método

Estudio descriptivo de 1.353 pacientes con lesiones coronarias obstructivas intervenidos en forma consecutiva en el período entre Junio de 1999 y Diciembre de 2019 por Cirugía Cardiovascular del Hospital Regional de Temuco. La decisión de la técnica sin CEC fue tomada por el cirujano tratante. Se excluyen a los pacientes con patologías cardiovasculares concomitantes. Los procedimientos respetaron normas éticas concordantes con la Declaración de Helsinki (actualizada en 2013). Este estudio fue aprobado el por Comité de Ética del Servicio de Salud Araucanía Sur; además, previo a la cirugía, a todos los pacientes se les informo sobre el procedimiento y se solicitó firmar consentimiento.

Los datos fueron obtenidos de fichas clínicas, base de datos y protocolos operatorios. El seguimiento a largo plazo se realizó mediante controles clínicos en policlínico, contactos telefónicos, y se determinó fecha y causa de muerte en el registro civil. Se describe características angiográficas, infarto miocárdico y procedimientos de angioplastia realizados previo a la cirugía.

Se analizó variables biodemográficas, complicaciones postoperatorias ocurridas como infarto, accidente cerebrovascular (ACV), infección de herida esternal y sangrado que requirió re intervención, requerimientos transfusionales, tiempo en ventilación mecánica, presencia de fibrilación

auricular, estaba en unidad de cuidados intensivos y estaba total. La mortalidad quirúrgica se consideró como aquella ocurrida dentro de los 30 días. En el seguimiento se determinó fecha y causa de muerte alejada, reaparición de angina, infarto y la necesidad de una nueva angioplastia o cirugía.

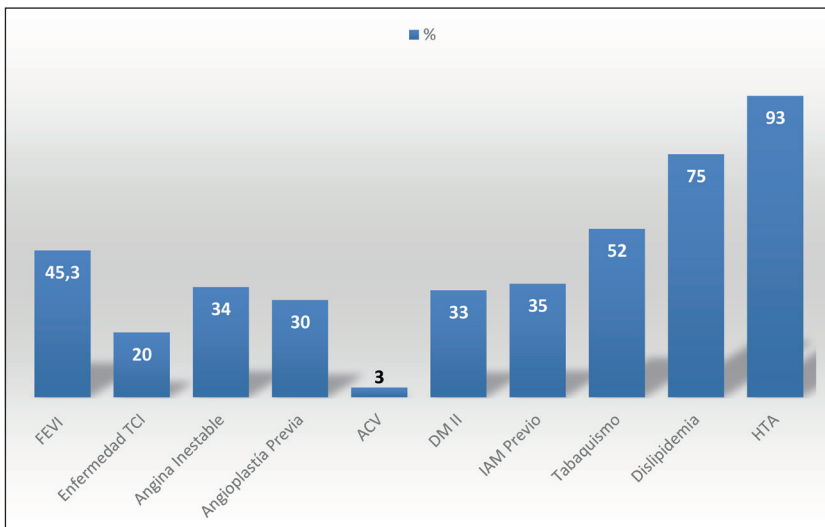
Técnica quirúrgica. Los pacientes recibieron mitad de dosis de heparina (2 mg/kg). Se realizó esternotomía media y disección de la arteria mamaria interna izquierda y otros conductos. Una vez abierto el pericardio, el corazón es desplazado hacia la línea media monitorizando cambios en el perfil hemodinámico y electrocardiográfico en forma continua. Una vez elegida la zona de anastomosis, se utilizó un estabilizador cardiaco mantenido en posición mediante un sistema aspirativo. En todos los pacientes se usó oclusión coronaria proximal con Prolene 5/0. La anastomosis coronaria se efectuó con sutura irreabsorbible 7/0. Una vez completado el procedimiento, el efecto heparínico fue revertido con mitad de dosis de protamina. Desde el año 2014 se efectuó control de la calidad intraoperatoria de los puentes mediante la utilización de medición ultrasónica de flujo sanguíneo (Medistim™), pudiendo corregir en la misma cirugía cualquier imperfección en las anastomosis. Se definió revascularización completa (RC) como la construcción de al menos un puente en cada territorio coronario con obstrucción significativa.

Estadística. Se utilizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión. Se comparo variables categóricas con el test  $\chi^2$ . El método de Kaplan-Meier se utilizó para el cálculo de supervivencia actuarial, con el programa Stata 14

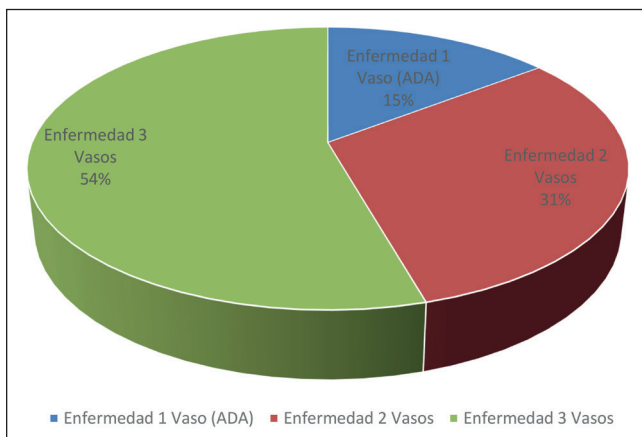
## Resultados

La edad promedio fue 61,3 años (DE  $\pm$  6.575; rango 35 y 89). El 69% tenía sexo masculino, 34% presentaron angina inestable, 35% tuvo infarto y 30% tenía una angioplastia en diferentes territorios coronarios. La función ventricular preoperatoria promedio fue de 45,3% (30-65%). El Euroscore promedio fue de 2,84 (Gráfico 1).

En la coronariografía 20% presentó obstrucción de tronco coronario izquierdo, 14,6% enfermedad de la arteria descendente anterior proximal, 31% enfermedad de 2 vasos y 54,4%



**Gráfico 1.** Variables biodegráficas preoperatorias de los pacientes operados sin CEC. FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo; TCI: Tronco coronario izquierdo; ACV: Accidente cerebrovascular; IAM: Infarto agudo miocárdico; HTA: Hipertensión arterial.

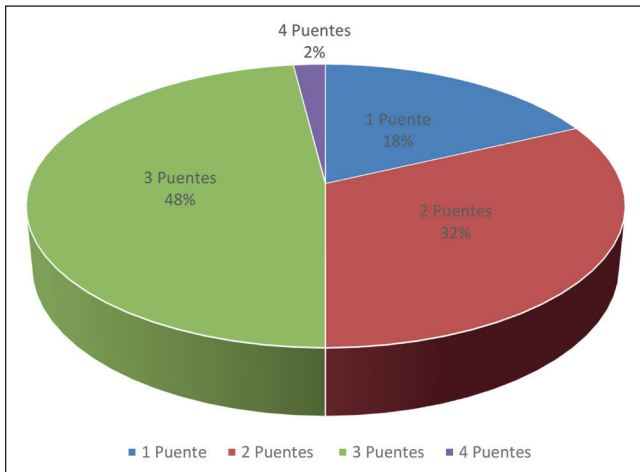


**Gráfico 2.** Porcentaje de pacientes con enfermedad coronaria de 1, 2 y 3 vasos de pacientes operados sin CEC. ADA: Arteria descendente anterior.

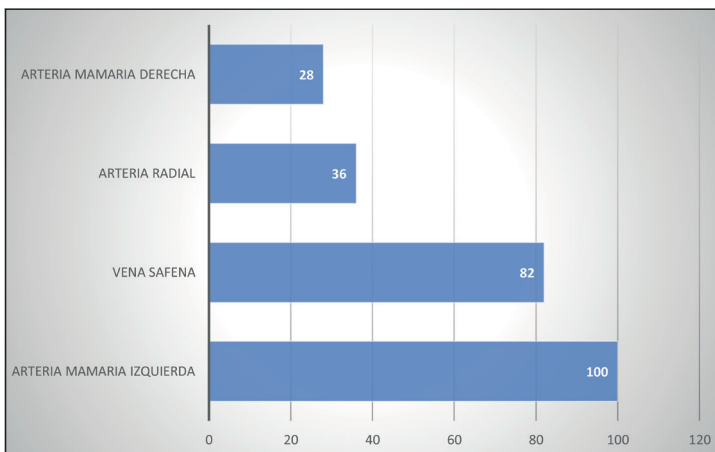
enfermedad de 3 vasos (Gráfico 2). Hubo 2,6% de conversión a CEC debido en su mayoría a inestabilidad hemodinámica. El 48% de los pacientes recibió un triple puente aortocoronario, 32% doble, 18% un puente de arteria mamaria izquierda y 2% cuádruple, con un promedio de 2,7 puentes/paciente para la serie total (Gráfico 3). La gran mayoría recibió un injerto de arteria mamaria izquierda y vena safena interna (Gráfico 4). Se obtuvo 86% de RC para la serie total (n: 1.163), en 100% de los pacientes con enfermedad de 1 vaso, 91,6% en enfermedad de 2 vasos y 93,4% en enfermedad de 3 vasos. Las causas de revascularización incompleta (RI) fueron dificultades técnicas, vasos

coronarios de calibre fino y la presencia de aorta con placas calcificadas lo que impidió la construcción de los puentes.

La mortalidad quirúrgica fue de 2%, ACV 2,4%, sangrado que requirió reintervención 2,3%. El 3,4% presentó infarto de diferentes territorios en las primeras horas del postoperatorio confirmado por electrocardiograma y enzimas cardíacas. En relación a falla del injerto, 2,3% requirió reparación o reconstrucción y en 2% se efectuó una angioplastia en diferentes territorios en pacientes con RI. El tiempo quirúrgico promedio fue de 173 min (DE  $\pm$  45,8). El tiempo en ventilación mecánica promedio fue de 2 h. La estadía promedio



**Gráfico 3.** Porcentaje de puentes efectuados en pacientes operados sin CEC.



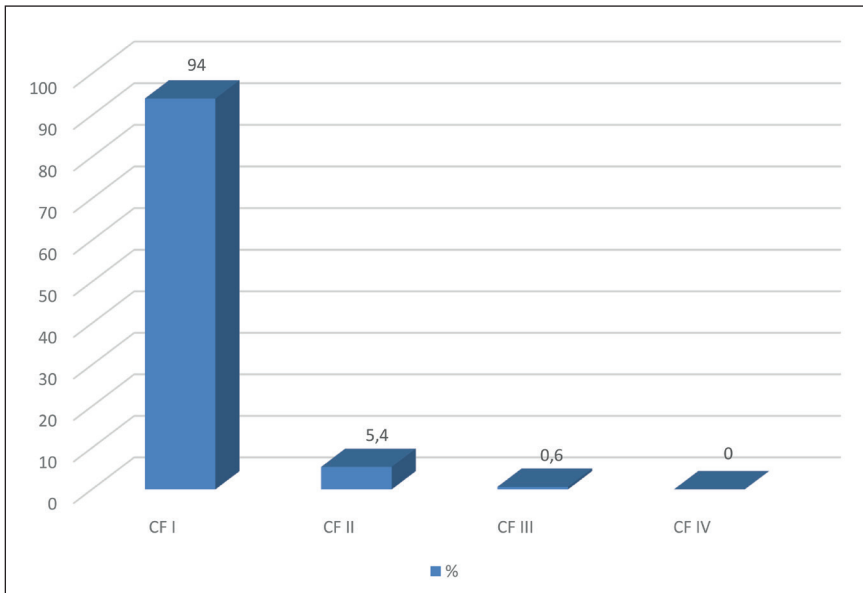
**Gráfico 4.** Tipo de Injertos utilizados en los pacientes operados sin CEC.

en UCI fue de 2,3 días y hospitalaria de 5,5 días. Se utilizó en promedio 1,2 unidades de glóbulos rojos y se observó 9% de fibrilación auricular (Tabla 1). El flujo promedio de los puentes se describe en Tabla 3.

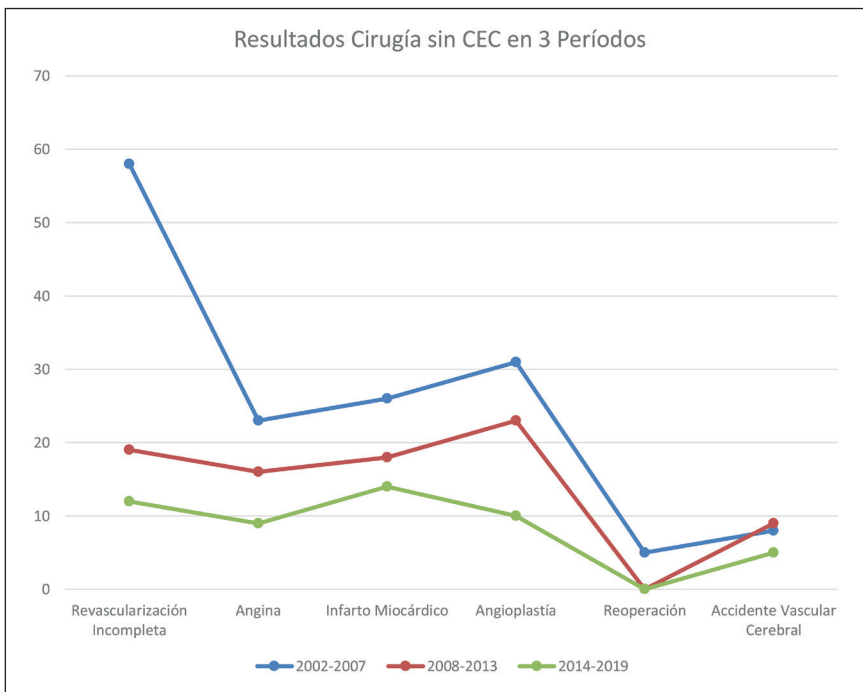
El seguimiento fue completo en 88% (promedio  $149 \pm 3$  meses 2-180; 12,4 años) efectuándose controles periódicos. El 94% de los pacientes se encuentran en capacidad funcional I (Gráfico 5). Al dividir el seguimiento en períodos de 5 años de alto volumen quirúrgico, se observa que existe un mayor número de pacientes con RI en el primer período, y que hubo menor presencia de angina, infarto, ACV, reoperación y necesidad de angioplastia en el ultimo período (Gráfico 6). Al comparar en el largo plazo a los pacientes con RC versus RI, se observó menor incidencia de angina, infarto y necesidad de angioplastia para el grupo

**Tabla 1. Complicaciones post operatorias de los pacientes operados sin CEC**

Complicaciones post operatorias	%
Mortalidad (30 días)	2
Accidente Cerebral	2,4
Intervención por Falla injerto	
Cirugía	2,3
Angioplastia	2
Infarto Miocárdico	3,4
Reoperación por sangrado	2,3
Mediastinitis	0,3
Conversión a CEC	2,6
Transfusiones (unidades GR)	1,2 (1-3)
Estadía UCI (días x)	2,3(1-4)
Estadía hospitalaria (días x)	5,5(4-15)
Tiempo en ventilación mecánica (horas)	3 (2,5-13)



**Gráfico 5.** Capacidad Funcional (CF) post operatoria de los pacientes operados sin CEC.



**Gráfico 6.** Resultados según períodos de 5 años de los pacientes operados sin CEC.

con RC, alcanzando diferencias estadísticamente significativas. No hubo diferencias para reoperación por falla del injerto, ACV y mortalidad entre los grupos (Tabla 2). La probabilidad de supervivencia actuarial es de 98% a 60 meses, 89%

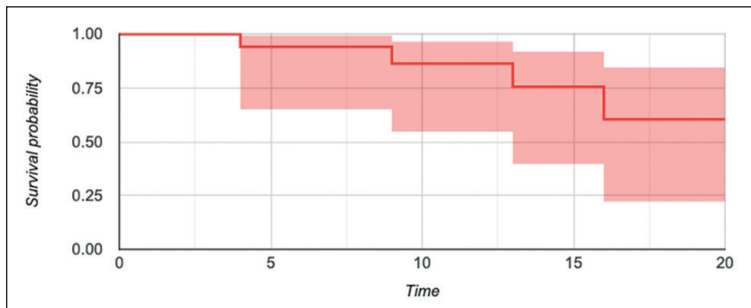
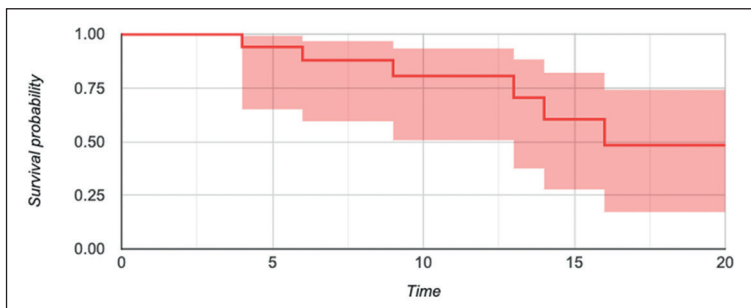
a 120 meses, 75% a 180 meses y 66% a 240 meses (Gráfico 7). La probabilidad actuarial de estar libre de eventos cardiovasculares se describe en gráfico 8. La probabilidad actuarial de estar libre de angina a más de 10 años es de 92% para el grupo

**Tabla 2. Seguimiento a largo plazo. Resultados de la serie total según revascularización completa/incompleta de los pacientes operados sin CEC**

	Serie total n = 1.353		Revascularización completa		Revascularización incompleta		Valor p
	%	n	n RC	%	n RI	%	
Angina	4,2	37	6	0,44	31	2,29	0,02
Infarto miocárdico	6,6	58	11	0,81	47	3,47	0,03
Angioplastía	7,3	64	5	0,37	59	4,36	0,01
Re operación por falla del injerto	0,57	5		0	5	0,37	0,2
Accidente cerebral	2,3	20	9	0,66	11	0,81	0,3
Mortalidad	10,1	89	38	2,8	51	3,8	0,2

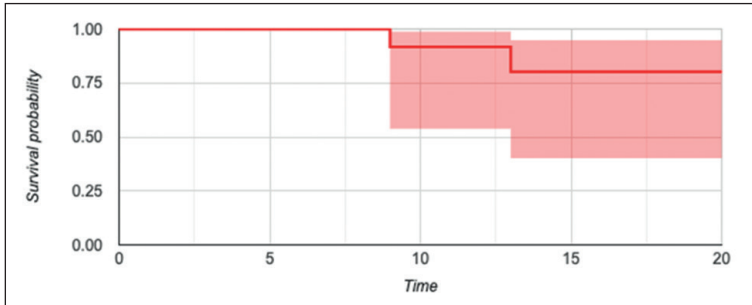
**Tabla 3. Flujo promedio según territorio y tipo de injerto de los puentes con Medistim™ para pacientes operados sin CEC desde el año 2014**

Tipo Puente	Territorio coronario	Flujo promedio
Arteria Mamaria Izquierda	Arteria descendente anterior	32 ml/min ± 18 (12-135 ml/min)
Arteria Radial	Arteria circunfleja	28 ml/min ± 15 (11-68 ml/min)
Puente Venoso	Arteria circunfleja	18 ml/min ± 6 (5-95 ml/min)
Puente Venoso	Arteria coronaria derecha	21 ml/min ± 10 (8-68 ml/min)
Arteria Mamaria Derecha	Arteria coronaria derecha	34 ml/min ± 11 (15-57 ml/min).

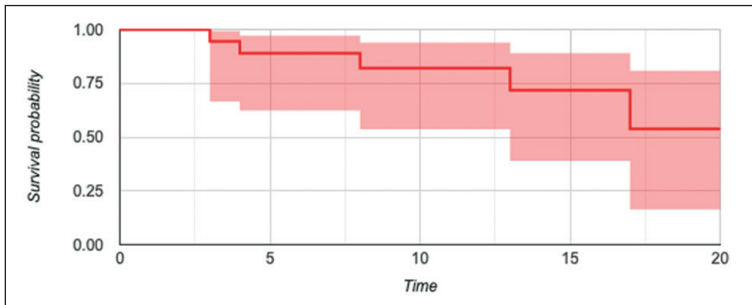
**Gráfico 7.** Supervivencia actuarial en el largo plazo de los pacientes operados sin CEC.**Gráfico 8.** Supervivencia actuarial libre de eventos cardiovasculares para pacientes operados sin CEC.

con RC (Gráfico 9) y de 84% para RI (Gráfico 10). La probabilidad de estar libre infarto a más de 10 años es de 93% para RC (Gráfico 11) y de 69% para RI (Gráfico 12). La probabilidad actuarial

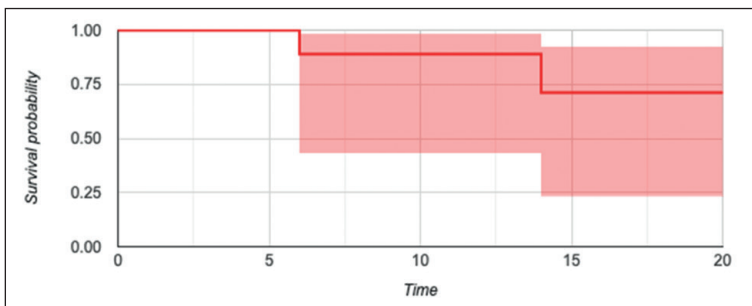
de estar libre de un nuevo procedimiento de revascularización fue de 88% (Gráfico 13) a más de 10 años para los pacientes con RC y de 62% para RI (Gráfico 14).



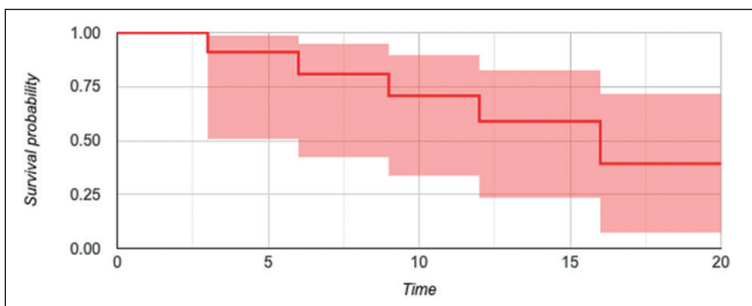
**Gráfico 9.** Supervivencia actuarial libre de angina para pacientes con revascularización completa.



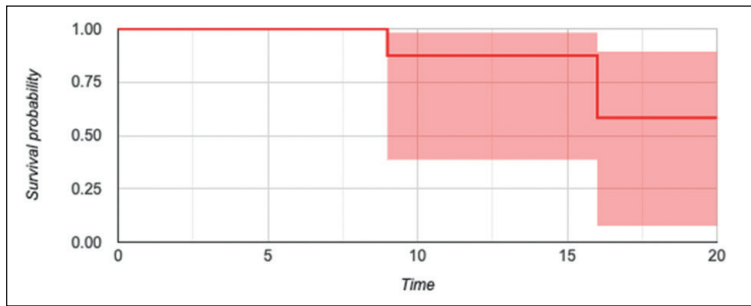
**Gráfico 10.** Supervivencia actuarial libre de angina para pacientes con revascularización incompleta.



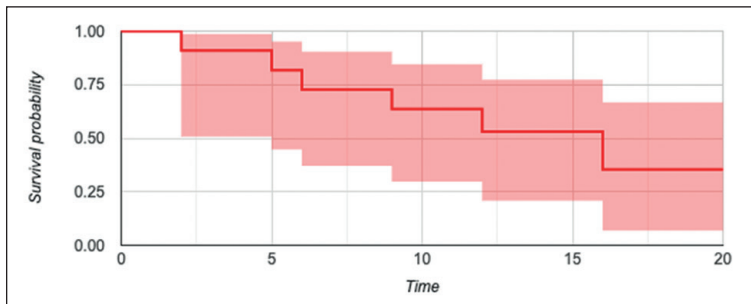
**Gráfico 11.** Supervivencia actuarial libre de infarto miocárdico para pacientes con revascularización completa.



**Gráfico 12.** Supervivencia actuarial libre de infarto miocárdico para pacientes con revascularización incompleta.



**Gráfico 13.** Supervivencia actuarial libre de otro procedimiento de revascularización (angioplastia/cirugía) para pacientes con revascularización completa (RC).



**Gráfico 14.** Supervivencia actuarial libre de otro procedimiento de revascularización (angioplastia/cirugía) para pacientes con revascularización incompleta (RIC).

## Discusión

La cirugía coronaria sin CEC es una técnica segura y con buenos resultados a nivel mundial, demostrando ventajas en subgrupos de pacientes de alto riesgo quirúrgico, octogenarios y pacientes con aorta muy calcificada<sup>7,9,16</sup>. El desarrollo de estabilizadores cardiacos ha permitido reducir los riesgos incluso en los grupos de pacientes cuyo estado preoperatorio es crítico<sup>17</sup>. Hoy en día, constituye una alternativa quirúrgica conocida, alcanzando entre 20% a 30% del total de cirugías coronarias mundiales<sup>18</sup>.

En nuestro centro iniciamos su utilización en el año 1999, adquiriendo una experiencia progresiva hasta llegar a realizar más de 50% de la cirugía coronaria total sin CEC en los últimos 15 años. Al principio se intervinieron pacientes con lesión única de la arteria descendente anterior, y luego en forma progresiva pacientes con enfermedad de dos y tres vasos, y pacientes con lesiones de tronco coronario izquierdo. En estudios de nuestro centro se observó que el tipo de pacientes y resultados fueron comparables a la cirugía con CEC<sup>5,6</sup>, lo cual nos permitió continuar con esta técnica en forma segura. A pesar de la experiencia demostrada en

estudios randomizados y metaanálisis su utilización sigue siendo controversial. El estudio ROOBY no demostró diferencias en la mortalidad entre las técnicas, pero la cirugía sin CEC tuvo una mayor proporción de RI y el seguimiento angiográfico a doce meses reportó menor permeabilidad de los puentes (82,6% vs 87,8%;  $p < 0,001$ ) y tuvo una supervivencia a 5 años menor<sup>18,19</sup>. Un punto importante en la validez de este estudio surge debido a que se excluyó a pacientes de alto riesgo y por la participación de cirujanos con poca experiencia en cirugía sin CEC, comunicando una alta tasa de conversión (12%). El estudio multicéntrico CORONARY realizado en 19 países con seguimiento hasta 5 años, incluyó 4.752 pacientes con riesgo diferente y a cirujanos con experiencia en ambas técnicas. No hubo diferencias en mortalidad, infarto, ACV o falla renal a 30 días y a 12 meses, con una reducción de las transfusiones, complicaciones respiratorias y reoperaciones por sangrado en los pacientes sin CEC, y la tasa de conversión fue baja. No hubo diferencias en la supervivencia y eventos clínicos a 5 años<sup>13-15</sup>. Similares resultados fueron encontrados en el subgrupo de pacientes mayores a 75 años<sup>20,21</sup>. En un estudio de más de 100.000 pacientes se demostró una disminución en



la morbilidad global<sup>22</sup>. Similares hallazgos fueron confirmados en el análisis de la base de datos del Reino Unido<sup>23</sup>. Esto sugiere que la asignación de una técnica u otra por el cirujano puede modificar el resultado de la cirugía al decidir según las necesidades del paciente.

Revascularización completa versus incompleta: En los centros con gran experiencia es posible efectuar una RC en la mayoría de los casos con muy buenos resultados en el largo plazo, ya que no existe una mortalidad o morbilidad mayor<sup>13-15,24,25</sup>. En relación al número de vasos coronarios enfermos versus número de puentes efectuados, en estudios anteriores hemos podido comprobar que la técnica empleada de injerto de arteria mamaria interna a la arteria descendente anterior sin CEC es una técnica extremadamente segura, sin mortalidad y prácticamente sin morbilidad asociada, siendo el método de elección en el tratamiento de lesiones únicas de este vaso<sup>6</sup>. En el caso de enfermedad de dos y tres vasos, la cirugía sin CEC permite efectuar la gran mayoría de los puentes sin problemas técnicos salvo excepciones. Otro aspecto importante es que algunos metaanálisis recientes incluyen la relación entre la seguridad del procedimiento y la supervivencia en el largo plazo, ya que la cirugía sin CEC es técnicamente más demandante y no se había demostrado que el efecto volumen (número de cirugías)/resultado es mucho mayor para la cirugía sin CEC<sup>25</sup>. De tal forma que hoy en día existe una relación inversa en relación a la experiencia del cirujano y la necesidad de conversión a CEC, demostrando una menor mortalidad cuando la cirugía sin CEC es efectuada por un equipo con experiencia y viceversa<sup>25-27</sup>. En nuestra serie, al dividir en períodos de 5 años, se observó que en el período inicial hubo mayor morbilidad y pacientes con RI y; en la medida en que la experiencia aumenta, la tasa de complicaciones disminuye y las curvas tienden a aplanarse, encontrándose resultados comparables con otros centros de alto volumen, y con los resultados de la cirugía con CEC. A pesar de esto, la conversión a CEC es inevitable y la RI permanece como un problema mayor debido a la existencia de vasos de pequeño calibre y aorta cálcica para ambas técnicas<sup>26-28</sup>. Este hecho es particularmente importante ya que la causa de conversión a CEC por sí misma puede influir el resultado en el paciente. En el análisis de la base de datos de la Society of Thoracic Surgeons, 37,2% de los pacientes que

se convirtieron por inestabilidad hemodinámica o sangrado tuvieron una mortalidad intra hospitalaria de 6,4% (esperada 2,38); mientras que pacientes convertidos por mala visualización (13,2% del total de conversiones) tuvieron una mortalidad de 2,4% (esperada 1,33)<sup>12,22,24</sup>. En nuestro estudio se observó 2,6% de conversión a CEC, y al dividirla en períodos de 5 años, se observó que fue de 4,2% en el primer período y luego de 2,6% y 1,4% respectivamente; lo que se relaciona con una mayor seguridad por parte del cirujano y su equipo con la técnica en la medida que la curva de aprendizaje es superada y se alcanzan altos volúmenes de pacientes intervenidos. De esta forma, una RC está altamente relacionada a la experiencia del cirujano y el sentirse cómodo con una técnica más demandante, lo que a su vez permite obtener mejores resultados existiendo una correlación estadísticamente significativa entre la tasa de conversión y la RC<sup>27-29</sup>. Otro hecho importante es el beneficio encontrado en nuestro estudio con el uso de ultrasonido intraoperatorio, como un método preciso para determinar la permeabilidad intraoperatoria de los puentes, permitiendo la corrección inmediata de posibles imperfecciones de las anastomosis en la misma cirugía.

Mortalidad en el largo plazo: Aunque algunos estudios recientes demuestran una supervivencia similar en el mediano plazo, estos sugieren una mayor mortalidad para la cirugía sin CEC cuando el seguimiento ha sido superior a 3 años en series en las que el porcentaje de conversión es mayor al 10%<sup>24,27,28</sup>. En el análisis de subgrupos en relación a RC versus RI no hubo diferencias estadísticamente significativas, pero sí existe una tendencia hacia una menor supervivencia en aquellos pacientes con RI<sup>24</sup>.

Al aumentar la conversión a CEC, aumenta el porcentaje de RI y por ende, la mortalidad en el largo plazo<sup>24,27,28</sup>. En nuestro estudio, si bien es cierto no compara ambas técnicas, al comparar ambos subgrupos (RC versus RI) encontramos una mayor incidencia de angina, infarto y angioplastia en pacientes con RI y una tendencia a una mayor mortalidad en el largo plazo<sup>29</sup>. Un metaanálisis de 42 ensayos clínicos y 31 estudios observacionales demostró una menor mortalidad en el corto plazo, pero existe un exceso de mortalidad de 10% a 5 años para la cirugía sin CEC<sup>25</sup>. En nuestro estudio la gran mayoría de los pacientes está libre de síntomas en el largo plazo, observándose una

supervivencia actuarial y libre de eventos cardiovasculares hasta 20 años similar a lo encontrado en estudios de seguimiento a largo plazo en otros centros de alto volumen quirúrgico<sup>15,16,19,23,24</sup>.

Luego de veinte años de cirugía sin CEC los hechos descritos sugieren que la experiencia del grupo quirúrgico juega un rol importante en la decisión de la técnica de revascularización a emplear, la que debe estar enfocada en las características del paciente, con el objetivo de alcanzar una RC con excelentes resultados y períodos prolongados libres de eventos cardiovasculares, mortalidad y de la necesidad de un nuevo procedimiento de revascularización en el largo plazo.

## Referencias

1. Irarrázaval MJ, Muñoz C, Garayar B, Morán S, Zalaquett R, Maturana G et al. Cirugía coronaria. Veinte años de seguimiento. *Rev Med Chile* 1998; 126: 63-74.
2. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994; 344: 563-70.
3. Brown JM, Poston RS, Gammie JS. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in consecutive patients: decision-making algorithm and outcomes. *Ann Thorac Surg* 2006; 81 (2): 555-61; discussion 561.
4. 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.
5. Bahamondes JC, Meriño G, Silva A, Salman J. Revascularización miocárdica de la arteria descendente anterior con arteria mamaria interna izquierda con circulación extracorpórea: seguimiento a 10 años. *Rev Med Chile* 2005; 133 (8): 881-6.
6. Bahamondes JC, Silva A, Salman J, Meriño G. Cirugía de revascularización miocárdica de la arteria descendente anterior con arteria mamaria interna izquierda sin circulación extracorpórea: Experiencia en el largo plazo. *Rev Med Chile*, 2009; 137 (1): 18-24.
7. Blackstone EH, Sabik JF 3rd. Changing the Discussion about On-Pump versus Off-Pump CABG. *N Engl J Med* 2017; 377 (7): 692-3.
8. Jones SG, Pullan MD, Kirmani BH. Five-Year Outcomes after On-Pump and Off-Pump Coronary Artery Bypass. *N Engl J Med* 2017; 377 (19): 1896-7.
9. Taggart DP, Puskas JD. Five-year Outcomes after On-Pump and Off-Pump Coronary Artery Bypass. *N Engl J Med*. 2017; 377 (19): 1897.
10. Jacob KA, Gianoli M, van Dijk D. Five-Year Outcomes after On-Pump and Off-Pump Coronary-Artery Bypass. *N Engl J Med*. 2017; 377 (19): 1897-8.
11. King N. Is there a long-term survival benefit with on pump coronary artery bypass grafting? *Ann Transl Med*. 2017; 5 (24): 498.
12. Puskas JD, Williams WH, O'Donnell R. Off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting are associated with similar graft patency, myocardial ischemia, and freedom from reintervention: long-term follow-up of a randomized trial. *Ann Thorac Surg*. 2011; 91 (6): 1836-42; discussion 1842-3.
13. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, et al. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012; 366: 1489-97.
14. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, et al. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year. *N Engl J Med* 2013; 368: 1179-88.
15. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, Hu S, Piegas LS, Straka Z, et al. Rationale and design of the Coronary Artery Bypass Grafting Surgery Off or On Pump Revascularization Study: a large international randomized trial in cardiac surgery. *Am Heart J* 2012; 163: 1-6.
16. Puskas JD, Williams WH, O'Donnell R, Patterson RE, Sigman SR, Smith AS, et al. Off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting are associated with similar graft patency, myocardial ischemia, and freedom from reintervention: long-term follow-up of a randomized trial. *Ann Thorac Surg* 2011; 91: 1836-42.
17. Hueb W, Lopes NH, Pereira AC. Five-year follow-up of a randomized comparison between off-pump and on-pump stable multivessel coronary artery bypass grafting. The MASS III Trial. *Circulation*. 2010; 122 (11 Suppl): S48-52.
18. Shroyer AL, Grover FL, Hattler B, Collins JF, McDonald GO, Kozora E, Lucke JC, Baltz JH, Novitzky D; Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) Study Group. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med*. 2009; 361 (19): 1827-37.
19. Shroyer AL, Hattler B, Wagner TH, Collins JF, Baltz JH, Quin JA, Almassi GH et al; Veterans Affairs ROOBY-FS Group. Five-Year Outcomes after On-Pump and Off-Pump Coronary-Artery Bypass. *N Engl J Med*. 2017; 377 (7): 623-32.
20. Diegeler A, Börgermann J, Kappert U, Breuer M, Böning A, Ursulescu A, Rastan A et al; GOPCABE Study Group. Off-pump versus on-pump coronary-artery bypass graf-

- ting in elderly patients. *N Engl J Med.* 2013; 368 (13): 1189-98.
21. Reents W, Zacher M, Boergermann J, Kappert U, Hilker M, Färber G, Albert M, et al. Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting and Stroke-Exploratory Analysis of the GOPCABE Trial and Methodological Considerations. *A.Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 66 (6): 464-9.
  22. Cleveland JC Jr, Shroyer AL, Chen AY, Paterson E, Grover FL. Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity. *Ann Thorac Surg.* 2001; 72: 1282-8.
  23. Al Ruzzeq S, Ambler G, Asimakopoulos G. Off-Pump Coronary Artery Bypass (OPCAB) surgery reduces risk-stratified morbidity and mortality: a United Kingdom Multi-Center Comparative Analysis of Early Clinical Outcome. *Circulation* 2003; 108 Suppl 1: III-8.
  24. Puskas JD, Martin J, Cheng DC, Benussi S. ISMICS Consensus Conference and Statements of Randomized Controlled Trials of Off-Pump Versus Conventional Coronary Artery Bypass Surgery. *Innovations (Phila).* 2015; 10 (4): 219-29.
  25. Deppe AC, Arbash W, Kuhn EW. Current evidence of coronary artery bypass grafting off-pump versus on-pump: a systematic review with meta-analysis of over 16,900 patients investigated in randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016; 49 (4): 1031-41; discussion 1041.
  26. Matkovic M, Tutus V, Bilbija I. Long Term Outcomes of The Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting In A High-Volume Center. *S.Sci Rep.* 2019; 9 (1): 8567.
  27. Konety SH, Rosenthal GE, Vaughan- Sarrazin MS. Surgical volume and outcomes of off-pump coronary artery bypass graft surgery: does it matter? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009; 137: 1116 - 23.
  28. Chikwe J, Lee T, Itagaki S, Adams D, Egorova N. Long-Term Outcomes After Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting by Experienced Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2018; 72: 1478-86.
  29. Hueb W, Rezende PC, Gersh BJ et al. Ten-Year Follow-Up of Off-Pump and On-Pump Multivessel Coronary Artery Bypass Grafting: MASS III. *Angiology.* 2019; 70 (4): 337-44.