

ARTÍCULO ORIGINAL

► VERIFICACIÓN DEL FLUJO EN CIRUGÍA CORONARIA CON FLUJÍMETRO DE TIEMPO DE TRÁNSITO (TTFM). EXPERIENCIA.

AUTORES:

DRES. FEDERICO J BENETTI⁽¹⁾ / JOSE LUIS RIZZARDI⁽¹⁾ / ALEJANDRO ZAPPETTI⁽²⁾
MARIANA BERGESE⁽²⁾ / JOSE LUIS AMERISO⁽¹⁾ / NATALIA SCIALACOMO⁽¹⁾

Recibido: Febrero 2014

Aceptado: Abril 2014

Correo electrónico: federicobenetti@hotmail.com

RESUMEN

La falla postoperatoria inmediata de un puente coronario esta asociado con gran morbilidad y mortalidad. A mediados de la década del 60 se desarrollaron medidores de flujo electromagnético que comenzaron a utilizarse intraoperatoriamente. Éstos medidores de flujo se basan en el principio de inducción electromagnética de Faraday. Con este método se pueden producir errores en la medición debido a que la sonda debe calibrarse cuidadosamente antes de cada uso y la misma debe posicionarse perfectamente perpendicular al vaso; además, el resultado es influenciado por el hematocrito y el espesor de la pared del vaso. Este sistema ha sido reemplazado por dispositivos que irradian ondas ultrasónicas para obtener información del flujo sanguíneo; existen varios métodos siendo el más común el Doppler. Como desventaja de este sistema el resultado es influenciado por el diámetro interno y externo del vaso, la forma del mismo y el ángulo de incidencia del haz ultrasónico (ángulo Doppler).

Otro método para medir el flujo utilizando ultrasonido es por el principio de tiempo de tránsito: TTFM (*Transit Time Flowmeter*); este no tiene las desventajas del anterior, es independiente de la alineación entre la sonda y el vaso; los mismos no tienen que estar en íntimo contacto y no es necesaria la calibración del sistema. Se utilizó el flujímetro de tiempo de tránsito en 100 pacientes con un promedio de puentes por paciente de 2,28 p/p; 96 (96%) de los pacientes recibieron un puente de la arteria mamaria izquierda a la arteria descendente anterior. El resto de las coronarias en esta serie fueron revascularizadas además con vena safena: 85 pacientes. 95 pacientes fueron operados sin la utilización de la circulación extracorpórea. La mortalidad de este grupo de pacientes fue del 6%. 14 puentes sobre 228 (6%) fueron revisados intraoperatoriamente debido a curvas de flujo irregulares y bajo flujo con valores de IP (índice pulsátil) mayor de 5.

El índice pulsátil (IP) obtenido por el sistema Medistim es un instrumento de mucho valor para evaluar la reconstrucción coronaria y proveer al cirujano una guía intraoperatoria para

⁽¹⁾ Cirujano Cardiovascular Fundación Benetti

⁽²⁾ Bioingeniero Fundación Benetti

predecir resultados potenciales de la operación. Así también, si todos los parámetros que brinda el sistema de medición de flujo por tiempo de tránsito son tenidos en cuenta junto con el conocimiento del cirujano de las características del paciente, este sistema es mucho más beneficioso que cuando se toma en cuenta solo el flujo o la resistencia (PI). La limitación en nuestro país para su uso rutinario es de orden económica; básicamente por lo poco que se paga en Argentina este tipo de operaciones cardíacas comparando con los países del primer mundo y/o con el resto de los países latinoamericanos.

Palabras Claves: Flujímetro. Medición del flujo. TTFM. *Transit Time Flowmeter*.

ABSTRACT

FLOW MONITORING DURING CORONARY SURGERY WITH A TRANSIT TIME FLOWMETER (TTFM). EXPERIENCE.

Immediate post-operative failure of coronary bypass surgery is associated with a high morbidity and mortality. Electromagnetic flow meters were developed during the mid-sixties and started to be used during surgery. These flow meters are based on the Faraday's law of electromagnetic induction. Measurement errors may occur with this method as the probe has to be calibrated carefully before being used and positioned perfectly perpendicular to the vessel; besides, the result may be influenced by the hematocrit and the vessel wall thickness. This system has been replaced by devices which send ultrasound waves to obtain blood flow information; there are different methods, the most common one is the Doppler ultrasound. The disadvantage of the system is that the result is influenced by the internal and external vessel diameter, the shape of the vessel and the angle of incidence of the ultrasound beam. (Doppler angle).

Another method to measure flow using ultrasound is based on the transit time principle: the TTFM (Transit Time Flowmeter); this method does not have the disadvantages of the other methods, it does not depend on the alignment of the probe and the vessel; it is not necessary to be in intimate contact nor is it necessary to calibrate the system. The transit time flowmeter was used in 100 patients with an average bypass graft rate per patient of 2.28 p/p; 96 (96%) patients received a left mammary artery bypass graft to the anterior descending artery. The rest of the coronary arteries in the series were revascularized with a safenous vein graft as well: 85 patients. 95 patients were operated using bypass circulation. The mortality in this group of patients was 6%. 14 bypass grafts out of 228 (6%) were revised during surgery due to irregular flow curves and low flow values, with PI values (pulsatility index) over 5.

The Pulsatility Index (PI) recorded by the Medistim flowmeter is a measurement which is much more valuable to assess coronary reconstruction and to provide the surgeon an intraoperative guide to predict the possible results of the surgery. Likewise, if all the measurements provided by the transit time flowmeter are taken into consideration together with the knowledge the patient's characteristics by the surgeon, the system is much more beneficial than just taking into consideration flow or resistance (PI). The limitation to its routine use in our country is economic in nature; basically the reason is that these cardiac surgeries in Argentina are poorly paid compared to the developed world and / or the rest of the Latin American countries.

Key words: Flowmeter. Flow measurement. TTFM. Transit Time Flowmeter.

RESUMO

VERIFICAÇÃO DO FLUXO NA CIRURGIA CORONÁRIA COM FLUXÔMETRO DE TEMPO DE TRÁNSITO (TTFM). EXPERIÊNCIA.

A falha pós-operatória imediata de uma ponte coronária está associada com o alto índice de morbidade e mortalidade. Em meados da década de 60 foram desenvolvidos medidores de fluxo eletromagnético que começaram a ser utilizados intraoperatoriamente. Estes medidores de fluxo baseiam-se no princípio de indução eletromagnética de Faraday. Com este método podem ocorrer erros na medição, devido a que a sonda deve ser calibrada cuidadosamente antes de cada uso e a mesma deve ser posicionada de modo perfeitamente perpendicular ao vaso; além disso, o resultado é influenciado pelo hematocrito e pela espessura da parede do vaso. Este sistema foi substituído por dispositivos que irradiam ondas ultrassônicas para obter informação do fluxo sanguíneo; existem vários métodos, sendo o mais comum o Doppler. Como desvantagem deste sistema, o resultado é influenciado pelo diâmetro interno e externo do vaso, a forma do mesmo e o ângulo de incidência do feixe ultrassônico (ângulo Doppler).

Outro método para medir o fluxo utilizando ultrassom é pelo princípio de tempo de trânsito: TTFM (Transit Time Flowmeter); este não tem as desvantagens do anterior, é independente do alinhamento entre a sonda e o vaso; os mesmos não precisam estar em íntimo contato e não é necessário a calibragem do sistema. Utilizou-se o fluxômetro de tempo de trânsito em 100 pacientes, com uma média de pontes por paciente de 2,28 p/p. 96 (96%) dos pacientes receberam uma ponte da artéria mamária esquerda à artéria descendente anterior. O resto das coronárias nesta série foi revascularizado também com veia safena: 85 pacientes. 95 pacientes foram operados sem a utilização da circulação extracorpórea. A mortalidade deste grupo de pacientes foi de 6%. 14 pontes sobre 228 (6%) foram revisadas intraoperatoriamente devido a curvas de fluxo irregulares e baixo fluxo com valores de IP (índice pulsátil) superior a 5.

O índice pulsátil (IP) obtido pelo sistema Medistim é um instrumento de grande valor para avaliar a reconstrução coronária e proporcionar ao cirurgião uma guia intraoperatória para prever potenciales resultados da operação. Assim como, se todos os parâmetros fornecidos pelo sistema de medição de fluxo por tempo de trânsito são observados junto com o conhecimento do cirurgião sobre as características do paciente; este sistema é muito mais benéfico do que quando se observa somente o fluxo ou a resistência (PI). A limitação em nosso país para o seu uso de rotina é de ordem econômica; basicamente devido ao pouco que se paga por este tipo de operações cardíacas na Argentina, quando comparamos com países do primeiro mundo e/ou com o resto dos países latino-americanos.

Palavras Chave: Fluxômetro. Medição do fluxo. TTFM. Transit Time Flowmeter.

INTRODUCCIÓN

La falla postoperatoria inmediata de un puente coronario esta asociado con gran morbilidad y mortalidad. (1-4)

A mediados de la década del 60 se desarrollaron medidores de flujo electromagnético que comenzaron a utilizarse intraoperatoriamente. (5-6)

Estos medidores de flujo se basan en el

principio de inducción electromagnética de Faraday, donde una diferencia de potencial eléctrico se genera en un conductor en movimiento (Iones de hierro en la hemoglobina de los glóbulos rojos) bajo un campo magnético. Esta diferencia de potencial inducida es directamente proporcional a la velocidad del conductor, o sea, al flujo sanguíneo. Este principio se aplica a través de una sonda peri-vascular que rodea ínti-

mamente sin comprimir el vaso a medir; la sonda aplica un campo magnético oscilante a través del vaso y detecta el voltaje inducido por el flujo sanguíneo.

Con este método se pueden producir errores en la medición debido a que la sonda debe calibrarse cuidadosamente antes de cada uso y la misma debe posicionarse perfectamente perpendicular al vaso; por otro lado, el resultado es influenciado por el hematocrito y el espesor de la pared del vaso.

Con el paso del tiempo este sistema ha sido reemplazado por dispositivos que irradian ondas ultrasónicas para obtener información del flujo sanguíneo; existen varios métodos siendo el más común el Doppler.

El medidor Doppler mide la velocidad de las partículas (glóbulos rojos) que arrastra el fluido (sangre), un transductor transmite al interior del vaso una onda ultrasónica de frecuencia conocida esta señal es reflejada por los glóbulos rojos y es captada por otro transductor adyacente al primero. La onda reflejada contiene cambios en sus frecuencias por efecto Doppler y estos cambios son proporcionales a las partículas reflectantes.

Como desventaja de este sistema, el resultado es influenciado por el diámetro interno y externo del vaso, la forma del mismo y el ángulo de incidencia del haz ultrasónico (ángulo Doppler).

Otro método para medir el flujo utilizando ultrasonido es por el principio de tiempo de tránsito: éste no tiene las desventajas del anterior, es independiente de la alineación entre la sonda y el vaso, los mismos no tienen que estar en íntimo contacto y no es necesaria la calibración del sistema. Por estos motivos los sistemas de tiempo de tránsito TTFM (*Transit Time Flowmeter*) son los más indicados actualmente para medir el flujo de los puentes coronarios intraoperatoriamente.

En este trabajo vamos a presentar la experiencia con este sistema durante 13 años de aplicación del mismo en la Fundación Bennett en la Ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, República Argentina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este flujímetro de tiempo de tránsito (TTFM) utilizado está hecho de dos cristales piezoeléctricos que se colocan a cada lado del vaso con un reflector acústico en el lado opuesto.

El ultrasonido es transmitido desde el primer cristal corriente arriba y recibido por el segundo cristal después de un intervalo de tiempo; posteriormente se invierte la función de los cristales y se mide el tiempo que demora en llegar el ultrasonido corriente abajo. Como los cristales son más anchos que el lumen interior del vaso la onda de ultrasonido cubre todos los vectores de flujo dentro del vaso y por tanto la diferencia de tiempo integrada, la misma es proporcional al volumen de flujo sanguíneo real.

Los cristales y el reflector son ensamblados en una sonda que para cirugía coronaria su diámetro habitual de 2 a 4 mm. Emite una señal acústica de 3,7Mhz (Figura 1); la sonda está conectada a una computadora, la cuál es la encargada de emitir y recibir los pulsos ultrasónicos a través de la sonda para luego calcular el tiempo de tránsito y presentar el resultado del valor del flujo. La computadora muestra el flujo que atraviesa el vaso en "tiempo real" como una curva en función del tiempo. Además, del valor medio del flujo fue registrado el índice pulsátil (IP) de cada puente (Número absoluto que se obtiene de dividir la diferencia entre el flujo máximo y el mínimo. Dividido el flujo medio, en general, cuando el mismo se encontró entre 1 y 5 se considera normal).

Con los datos de los pacientes se creó una base de datos para realizar un análisis minucioso.

Entre 2001 y 2014 se utilizó el sistema en 100 pacientes con un promedio de 2,28 puentes por paciente. La edad promedio de esta serie fue de 67 años (+/- 6,3 años); mujeres: 18; hipertensos: 68; dislipémicos: 71; diabéticos: 37; fumadores: 41; infarto previo: 43; aspirina preoperatoria: 35.

Pacientes con enfermedad de un vaso: 15 (15%); con enfermedad de dos vasos: 27 (27%); con enfermedad en tres vasos: 44

(44%). Lesión de tronco de la coronaria izquierda: 14 (14%).

Seis pacientes fueron reoperados; noventa y seis de los pacientes recibieron un puente de la arteria mamaria izquierda a la arteria descendente anterior; el resto de las coronarias en esta serie fueron revascularizadas además, con vena safena (85 pacientes); 95 pacientes fueron operados sin la utilización de la circulación extracorpórea.

Un paciente fue operado con la técnica de minitoracotomía (MIDCABG); 14 pacientes fueron operados con la técnica de miniesternotomía (MINI OPCABG). Los 85 pacientes restantes fueron operados por esternotomía media (OPCABG); 5 pacientes fueron operados con circulación extracorpórea y cardioplejía anterógrada y retrógrada sanguínea intermitente fría.

El *logistic euroSCORE* de riesgo promedio fue de 6,5% para esta serie de enfermos. Se evaluaron 228 puentes, tomándose el flujo promedio en ml/minuto y el IP, considerándolo normal entre 1 y 5. Se tomó la forma de la curva de flujo, como así también, el porcentaje estimado de flujo en diástole más el porcentaje de insuficiencia como parámetros en la evaluación de los puentes.

La decisión de la corrección de o de los puentes estuvo dada por: el análisis de las características angiográficas preoperatorias, la evaluación funcional preoperatoria, la función cardiovascular intraoperatoria, estado del paciente y riesgo del mismo ante la corrección; sumado a ésto se consideró también el análisis de las variables dadas por

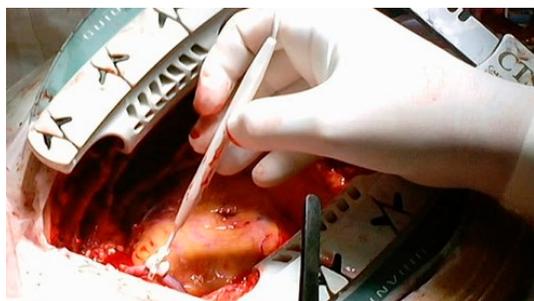


Figura 1

el verificador de flujo de tiempo de tránsito (TTFM).

RESULTADOS

La mortalidad operatoria en esta serie fue de 6 pacientes; las causas fueron shock cardiogénico en 3 pacientes; insuficiencia respiratoria: 1 paciente; muerte súbita en el postoperatorio por arritmia: 1 paciente y sepsis en 1 paciente.

14 puentes sobre 228 (6%) fueron revisados intraoperatoriamente debido a curvas de flujo irregulares y bajo flujo con valores de IP mayor de 5. En 2 puentes venosos (0,9%) que mostraron un flujo aceptable para las características del vaso y conducto, pero un IP mayor a 5 se encontraron torsiones del conducto que fueron corregidas fijando los mismos a la superficie del corazón, retornando a valores normales la medición ambos; evolucionaron satisfactoriamente.

En 4 puentes (2%) se reconstruyó la anastomosis. En uno (mamaria a la descendente anterior) que mostró bajo flujo (11 ml/m), un porcentaje diastólico menor al 50% y un IP de 7 no se encontró nada visible, solo se rehizo la anastomosis con polipropileno 8-0 mejorando los parámetros (el paciente evolucionó satisfactoriamente); este caso se interpretó como un problema en la sutura por ser el vaso y la mamaria de bajo calibre.

En otro, (mamaria izquierda secuencial descendente anterior/diagonal) el mismo mostró bajo flujo (7,7ml/m) e IP de 17, encontrándose problemas en la anastomosis de la diagonal por lo que se desconectó la misma y se rehizo la mamaria dejándola en la arteria descendente anterior solamente y colocándose una vena en la diagonal; retornando la medición a valores normales con evolución postoperatoria inmediata satisfactoria. Un tercer paciente (4 puentes) operado con CEC mostró parámetros de mal funcionamiento en un puente de la mamaria izquierda a la arteria descendente anterior: flujo aceptable de 17ml/m pero un índice pulsátil muy alto: IP 17; en otro de una vena

a la arteria circunfleja: no flujo, índice pulsátil IP 57, el paciente se deprimió obligando a conectarlo nuevamente en CEC.

Posteriormente se encontró una oclusión distal en la sutura de la anastomosis mamaria y una placa obstruyendo el flujo en la circunfleja, se rehicieron ambas anastomosis pero el corazón no se recuperó falleciendo el paciente en la mesa operatoria.

El cuarto paciente presentó un flujo de 7ml y un PI de 14 en un puente secuencial entre la arteria diagonal y la arteria circunfleja operado sin CEC. Se revisó la anastomosis de la diagonal primero encontrándose un trombo que ocluía la luz, se rehizo la anastomosis recuperando el paciente; parámetros normales, IP 4,3, flujo 27 ml y evolucionando satisfactoriamente en el postoperatorio inmediato.

En 8 puentes (3,5%) se encontraron diversos problemas; en la anastomosis proximal en la aorta en 3 puentes venosos, en tres pacientes diferentes que se rehicieron, volviendo a parámetros normales. En estos pacientes se encontró ausencia de flujo al ocluir la vena distalmente debido al hallazgo de un IP sumamente elevado (19-27-29), es importante mencionar que la vena se llenaba en forma retrógrada. En tres diferentes pacientes se colocó una vena adicional a la arteria mamaria izquierda sobre la arteria descendente anterior por encontrar un mal funcionamiento de la misma (basado en flujo variable 17-12-19) pero IP mayor de 5 (7-6-5,5); uno de estos pacientes operado con 3 puentes sin circulación extracorpórea salió de la sala de operaciones con buen flujo del puente venoso (21ml/m) a la arteria descendente anterior pero con un índice pulsátil alto de 7,3 y falleció de shock cardiogénico a las tres horas del postoperatorio, los restantes evolucionaron satisfactoriamente en el postoperatorio inmediato.

Un puente venoso a la coronaria derecha fue desconectado de la aorta y reconectado a un puente venoso a la arteria diagonal mejorando los parámetros; mostró bajo flujo: 7,7, pero IP de 12, ese fue el motivo de la revisión. En otro paciente operado por mini esternotomía sin circulación extracorpó-

rea a quien se le colocaron 3 puentes mamaria izquierda a la descendente anterior más una vena anastomosada a la mamaria derecha para la coronaria derecha más la circunfleja, presentó una importante isquemia posterolateral y bajo gasto cardíaco. Ambos puentes venosos mostraron un flujo aceptable: (14ml/m-17ml/m, pero un índice pulsátil en el conducto nativo (mamaria derecha proximal) extremadamente alto de 29; ésto se interpretó como un problema de la conexión entre la mamaria derecha y la vena, el paciente se deprimió totalmente, obligando a realizar una esternotomía completa y colocarlo en circulación extracorpórea. Se desconectó el puente y se lo colocó en la aorta ascendente pero el paciente falleció en la mesa de operaciones por shock cardiogénico sin siquiera poder efectuarse la medición.

DISCUSIÓN

En este trabajo se le realizó la medición del flujo de los puentes a una serie de 100 pacientes operados entre 2001 y 2014 en nuestra institución, sobre 228 puentes arteriales y venosos con un flujímetro de tiempo de tránsito de flujo (TTMF).

Pudimos ver que el valor del índice pulsátil IP fue el parámetro más importante en nuestra experiencia como valor predictivo de los resultados en esta serie de pacientes.

Muchos autores inclusive correlacionaron los eventos adversos en cirugía coronaria con los hallazgos anormales de la medición de TTMF. Herman et al. (7) en un estudio sobre 985 cirugías cardíacas con conductos arteriales y venosos encontró una anomalía en los puentes cuando el índice pulsátil IP fue mayor de 5 en el 19% de los pacientes; este grupo sufrió mayor cantidad de eventos adversos en comparación con el grupo cuyo índice pulsátil IP fue normal, menor a 5 (31% vs 17%; $p < 0.0001$). Cabe destacar que a pesar de ésto la mortalidad hospitalaria no se correlacionó con los puentes con problemas. Beci et al (8) compararon 100 pacientes en los cuales efectuaron 40% de

puentes arteriales y 60% de puentes venosos antes de usar el sistema TTMF; con los subsecuentes 100 pacientes en los cuáles usaron el sistema TTMF por primera vez y encontraron mayores eventos adversos en el primer grupo donde no se utilizó el sistema TTMF.

Sabemos que el mal funcionamiento de los puentes coronarios esta asociado con el aumento de la morbilidad y mortalidad postoperatoria.

Weman et al (4) reportaron que 54,7% de 223 pacientes que murieron inmediatamente después de una cirugía coronaria tenían groseros defectos en los puentes coronarios como torsiones no reconocidas en los conductos, estenosis en las anastomosis y diseciones.

Usar el índice pulsátil IP para evaluar la función del injerto es fácil y requiere poco tiempo; es especialmente importante, no solo en la cirugía sin circulación extracorpórea, sino también con circulación extracorpórea. Al menos tres medidas son adecuadas con mediciones seriadas, donde el cirujano va a estar alertado de la presencia de un posible mal funcionamiento del injerto antes de salir de circulación extracorpórea y poder así, administrar la protamina.

El límite de 5 en el índice pulsátil IP es sugerido por el fabricante; algunos autores han elegido un índice más bajo entre 3 y 5 (9-10), pero ésto, a nuestro entender no indica mal funcionamiento del puente ya que hemos visto parámetros entre 3 y 5 cuando hay flujo competitivo, discrepancia de calibre de los conductos, cuando la zona hacia donde va ese puente tiene mucha circulación colateral, como así tambien cuando la distancia y ubicación de los conductos, por ejemplo, vena muy larga a la zona posterolateral o una diferencia de diámetro entre el conducto y arteria nativa mayor a 4 ó 5 o una enfermedad difusa entre otros posibles factores. En nuestra experiencia todas estas posibilidades pueden mostrar un IP entre 3 y 5 sin significar un problema.

El flujo competitivo se puede evaluar con diferentes maniobras, por ejemplo, ocluyendo la coronaria nativa. También la he-

mos utilizado en nuestra experiencia, conociendo muy bien la anatomía del paciente y la circulación colateral. De todas maneras si no existe flujo competitivo y la calidad de la arteria es buena, según algunos autores, al ser el índice pulsátil subóptimo 3-5 requeriría revisión (13).

Nosotros no creemos que todo puente con un índice pulsátil IP entre 3 y 5 deba ser revisado como dijimos anteriormente, esto debe ser evaluado en el contexto integral del paciente y las circunstancias durante la operación. Lo que está claro es que el flujo por si solo no es un buen indicador de la función del injerto, ya que el mismo depende muchos factores como mencionamos: tamaño, distancia, calidad del conducto, de la arteria nativa, el lecho distal, la calidad del mismo en la coronaria y además la presión arterial media, frecuencia cardíaca, el flujo competitivo, la viscosidad de la sangre y la calidad de las anastomosis proximales y distales entre otros. Muchos autores (9-12) sugieren que un flujo menor de 15 cc/min es una señal de un mal injerto, pero en el estudio de Kieser et al. (13) no consideraron este factor como trascendente en su análisis; en este punto coincidimos plenamente en que el flujo menor de 15cc/min no siempre es un indicador por si solo de un mal funcionamiento de un injerto coronario.

Otros autores como Shin et al. (14) observaron que un flujo bajo con un índice pulsátil IP adecuado en un puente con la mama izquierda se correlacionó más con vaso espasmo y no con problemas en la anastomosis.

De todas maneras, en nuestra experiencia cualquier flujímetro adecuado de tiempo de tránsito (TTMF) es una excelente herramienta para mejorar la seguridad y calidad de la cirugía coronaria con y sin bomba, además es fundamental su uso cuando hacemos una cirugía de la mama a la descendente anterior por MIDCABG o MINIOPCABG, o un procedimiento híbrido.

La limitación en nuestro país para su uso rutinario es de orden económica; básicamente por lo poco que se paga en Argentina este tipo de operaciones cardíacas compa-

rando con los países del primer mundo y/o con el resto de los países latinoamericanos.

Debemos realizar mucho esfuerzo para revertir este tipo de situación y poder brindar a los pacientes la mejor tecnología posible por su seguridad.

CONCLUSIÓN

El flujímetro de tiempo de tránsito (TTF) en nuestra experiencia es un arma muy valiosa para evaluar los puentes coronarios y en la medida de lo posible, poder efectuar las correcciones intraoperatorias correspondientes así como también predecir los potenciales resultados de la operación; lo ideal es poder usar el sistema en forma rutinaria en cirugía coronaria para no agregar ningún riesgo al paciente y poder realizar una operación con mayor seguridad. Como dijimos anteriormente, la mayor limitación en nuestro medio es de tipo económico.

Conflicto de intereses: el Dr. Federico Benetti y los coautores declaran que no tienen conflicto de intereses con esta presentación; tampoco ninguna relación comercial con el sistema Medistim utilizado en este trabajo. El sistema utilizado fue una donación de la compañía Medistim a la Fundación Benetti como una forma de agradecimiento porque el Dr. Benetti colaboró en la perfección del mismo durante su proceso de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tan ES, Jessurun G, Durholt W, Van der Vleuten P, Van der Heuvel A, Ebels T, Zijstra F, Tio R. Differences between early, intermediate and late angioplasty after coronary artery bypass grafting. *Crit Pathw Cardiol* 2008;7(4):239-44.
2. Levine S, Mendoza CE, Virani SS, Barquet G, Purow J, Katariya K, Salerno T. Rescue percutaneous coronary intervention for graft failure immediately after coronary artery bypass grafting: case report and review of literature. *J Card Surg* 2008;23(6):709-12.
3. Thielmann M, Massoudy P, Jaeger BR, Neuhauser M, Marggraf G, Sack S, Erbel R, Jakob H. Emergency re-revascularization with percutaneous coronary intervention reoperation or conservative treatment in patients with acute perioperative graft failure following coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;30(1):117-25.
4. Weman SM, Salminen US, Penttila A, Mannikko A, Karhunen P J. Post Mortem cast angiography in the diagnostics of graft complications in patients with fatal outcome following coronary artery bypass grafting (CABG). *Int J Legal Med* 1999;112:107-14.
5. D Ancona G, Karamanoukian H, Salerno T A, Schmid S, Bergsland J. Flow measurement in coronary surgery. *Heart Surgery Forum* 1999;2 121.124.
6. Koin A, Rose G, Sal P, Austin S. Simultaneous electromagnetic measurement of blood flow in the major coronary arteries. *Nature* 1964;203:148-153.
7. Herman CR, Sullivan JA, Buth KJ, Legare JF. Intraoperative graft flow measurements during coronary artery bypass surgery predict in hospital outcomes. *Interact cardiovasc Thoracic surg* 2008;7(4):582-5.
8. Becit N, Erkut B, Cerviz M, Unlu Y, Colak A, Kocak H. The impact of intraoperative transit time flow measurement on the results of on-pump coronary surgery. *Eur J Cardiothorac surg* 2007;32(2):313-8.
9. Tokuda Y, Song MH, Oshima H, Usui A, Ueda Y. Predicting midterm coronary artery bypass graft failure by intraoperative transit time flow measurement. *Ann Thorac Surg* 2008;86(2):532-6.
10. Di Giammarco, Pano M, Cirmeni S, Peline P, Vitolla G, Di Mauro M. Predictive value of intraoperative transit time flow measurement for short term graft patency in coronary surgery. *Thorac Cardiovascular vSurg* 2006;132(3):468-74.
11. Kim KB, Kang CH, Lim C. Prediction of graft flow impairment by intraoperative transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass using arterial grafts. *Ann Thorac Surg* 2005;80:29:594-8.
12. Leong D, Ashok V, Nishkantha A, Shan Y, Sim E. Transit. Time flow measurements is Essentials in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005;79(3):854-7 (Discussion 857-8).
13. Teresa MK, Sarah R, Ryszard K, Israel B. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: a series of 1000 consecutive arterial grafts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010 ;38:115-162.
14. Shin H, Yozu R, Mitsumaru A, Lino Y, Hashizume K, Matayoshi T, Kawada S. Intraoperative assessment of coronary artery bypass graft: transit time flowmetry versus angiography. *Ann Thorac Surg* 2001;72(5):1562-5.