

# Utilidad de un protocolo informatizado para el control estricto de la glucemia en pacientes de cirugía cardíaca

MARIANO N. BENZADÓN<sup>1\*</sup>, JORGE M. THIERER<sup>MTSAC, 2</sup>, MIGUEL E. CABRAL<sup>3</sup>, SANDRA M. SIVILA<sup>3</sup>, PATRICIA BERNARD<sup>3</sup>, NICOLÁS LALOR<sup>4</sup>, GUILLERMO VACCARINO<sup>5</sup>, MARIANO VRANCIC<sup>5</sup>, ALBERTO ALVES DE LIMA<sup>MTSAC, 6</sup>, DANIEL NAVIA<sup>MTSAC, 7</sup>

Recibido: 03/07/2008

Aceptado: 13/08/2008

## Dirección para separatas:

Dr. Mariano N. Benzadón  
Manzanares 2112  
(CP 1429) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel. 15 6543-9952 o 4787-7500  
int. 167 o 122  
e-mail:  
marianobenzadon@yahoo.com.ar

## RESUMEN

El control estricto de la glucemia durante el posoperatorio de cirugía cardíaca mejora la evolución de los pacientes, pero es de difícil implementación a pesar del uso de protocolos de manejo impresos.

## Objetivo

Determinar si la utilización de un protocolo informatizado para el control estricto de la glucemia incrementa la adherencia del equipo de salud a las conductas sugeridas y mejora el control de la glucemia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

## Material y métodos

Se incluyeron 118 pacientes consecutivos intervenidos quirúrgicamente durante el último trimestre de 2005, en los cuales el control estricto de la glucemia se realizó mediante un protocolo de manejo impreso (grupo control), y 117 pacientes consecutivos del último trimestre de 2006, en los que se utilizó el mismo protocolo pero informatizado (grupo tratamiento).

## Resultados

En concordancia con lo sugerido por los protocolos de manejo para un control estricto adecuado de la glucemia, los pacientes del grupo tratamiento tuvieron un tiempo menor a la primera medición de glucemia (60 RIC 40-65 versus 150 RIC 60-270 min;  $p < 0,001$ ) y un número mayor de mediciones de glucemia ( $18 \pm 6,6$  versus  $11 \pm 6,4$ ;  $p < 0,0001$ ). Los pacientes del grupo tratamiento presentaron un porcentaje mayor de mediciones normoglucémicas ( $67\% \pm 18\%$  versus  $50\% \pm 25\%$ ;  $p < 0,0001$ ) y un tiempo menor hasta el logro de la normoglucemia (165 RIC 105-280 versus 420 RIC 295-720 min;  $p < 0,001$ ).

## Conclusión

El empleo de un protocolo informatizado permite incrementar la adherencia del equipo de salud a las conductas sugeridas y mejorar el control de la glucemia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

REV ARGENT CARDIOL 2008;76:368-374.

**Palabras clave** > Arterias coronarias - Hiperglucemia - Cirugía torácica

**Abreviaturas** >

CEG	Control estricto de la glucemia	RIC	Rango intercuartil
PI	Protocolo informatizado	UTI	Unidad de terapia intensiva

## INTRODUCCIÓN

La hiperglucemia en el posoperatorio de cirugía cardíaca es un hallazgo frecuente asociado con peor evolución que afecta a la mayoría de los pacientes independientemente de que sean diabéticos o no. (1-3)

Hasta hace pocos años sólo se corregía la hiperglucemia con insulino-terapia cuando los valores de glucosa en sangre superaban los 200 mg/dl (manejo tradicional). (4, 5) En contraste con esta postura, actualmente se recomienda administrar insulina incluso con grados leves de hiperglucemia (manejo es-

Instituto Cardiovascular de Buenos Aires

<sup>MTSAC</sup> Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>\*</sup> Para optar a Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Jefe de Recuperación Cardiovascular

<sup>2</sup> Director del Departamento de Investigación y Jefe del Servicio de Insuficiencia Cardíaca

<sup>3</sup> Enfermero/a del Área de Recuperación Cardiovascular

<sup>4</sup> Médico Cardiólogo

<sup>5</sup> Cirujano Cardiovascular

<sup>6</sup> Jefe de Docencia

<sup>7</sup> Jefe del Servicio de Cirugía Cardiovascular

tricto) debido a que existe abundante evidencia que sugiere que esta estrategia permite reducir la morbimortalidad, especialmente en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. (6-16) Cabe destacar que el control estricto de la glucemia (CEG) en pacientes sin diagnóstico previo de diabetes aún está en discusión a pesar de que la mayoría de los individuos incluidos en los principales estudios que demostraron sus beneficios no eran diabéticos. (6, 9, 11)

El CEG no sólo se diferencia del manejo tradicional en que se administra insulina con valores más bajos de glucemia, sino también en que esta variable se monitoriza más estrechamente al aumentar el número de determinaciones de 6 a 12 e incluso 24 por día. (7, 11)

La implementación de un CEG, como todo cambio de paradigma, es dificultosa. (16, 17) Con el propósito de homogeneizar conductas y simplificar el proceso, se han desarrollado numerosos protocolos de manejo impresos en papel que mostraron que optimizan la calidad de atención y logran un mejor control de la hiperglucemia en el paciente crítico. (18) Sin embargo, aun con la utilización de protocolos de manejo impresos en papel, el CEG con frecuencia es deficitario. (19) Como ejemplo de estas dificultades cabe mencionar el estudio DIGAMI II, diseñado específicamente para evaluar la efectividad de un CEG en pacientes que estuviesen cursando un infarto agudo de miocardio, en el cual no se logró una reducción significativa de la glucemia promedio entre los grupos control y el grupo sometido a un CEG. (20)

En nuestra institución se comenzó a realizar un CEG en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca mediante la aplicación de un protocolo de manejo escrito en papel a comienzos de 2004. Luego de casi dos años, el control de la hiperglucemia había mejorado pero en forma insuficiente. Una de las principales causas del fracaso en el control de la glucemia era la mala adherencia del equipo de salud al protocolo impreso en papel.

Con la intención de perfeccionar la calidad del CEG, desarrollamos e implementamos un protocolo de manejo de la glucemia informatizado (PI). Existe escasa evidencia acerca de la utilidad de un PI para el CEG en pacientes críticos. El propósito del trabajo fue determinar si la utilización de un PI incrementa la adherencia del equipo de salud a las conductas sugeridas y mejora el control de la glucemia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Población

Se compararon las glucemias de los pacientes intervenidos en el último trimestre de 2005 manejados con un protocolo impreso en papel (grupo control) con las glucemias de los pacientes intervenidos durante el último trimestre de 2006 que habían sido tratados con una versión informatizada del mismo protocolo de manejo (grupo tratamiento). El análisis se limitó a las glucemias medidas dentro de las primeras 48 horas posoperatorias.

Se incluyeron todos aquellos pacientes que ingresaron en la unidad de terapia intensiva (UTI) luego de haber sido sometidos a cirugía cardíaca durante el último trimestre de 2005 y el último trimestre de 2006.

Se excluyeron 49 pacientes (18 del grupo 2005 y 31 del grupo 2006) de los cuales no se pudieron encontrar en el archivo las hojas de enfermería donde se constatan las mediciones de glucemia. Tanto el equipo quirúrgico como las técnicas utilizadas fueron las mismas en ambos grupos.

### Puntos finales

Para evaluar el grado de adherencia terapéutica del equipo de salud a las recomendaciones de los protocolos de manejo, se midió el tiempo en minutos que llevó tomar la primera medición de glucemia y el número de mediciones de glucemia realizadas por paciente. Puesto que en los protocolos de CEG se sugiere controlar la glucemia de los pacientes al ingreso y posteriormente al menos cada dos horas, se consideró que a menor tiempo desde el ingreso hasta la toma de la primera medición y a mayor número de mediciones, mejor era la adherencia terapéutica. (7, 11)

Con el objetivo de evaluar la efectividad para controlar la glucemia de los dos protocolos de manejo, se analizaron los siguientes puntos primarios: tiempo en minutos a la normoglucemia, porcentaje de mediciones normoglucémicas (glucemia < 150 mg/dl) y la *glucemia de la mañana siguiente* (mg/dl). Se consideró *glucemia de la mañana siguiente* al valor de glucemia medido por el laboratorio central a la mañana posterior a la cirugía. Además, a la glucemia de la sexta hora se incluyó la glucemia de la hora 12. Se consideró como punto final de seguridad el número de hipoglucemias graves ( $\leq 40$  mg/dl) ocurridas en cada grupo. (11)

### Protocolo de manejo escrito

Se utilizó un protocolo que no sólo tiene en cuenta el valor absoluto de la glucemia, sino también su tendencia (estable, en ascenso o descenso) y el peso del paciente (Apéndice 1). Este tipo de protocolos han mostrado que son los más eficaces, ya que logran un control más estricto de las glucemias sin un aumento significativo de los casos de hipoglucemia. (19)

### Protocolo de manejo informatizado

Para definir la dosis de insulina que había de administrarse se empleó el mismo algoritmo que el del protocolo de manejo impreso en papel. En este programa, los pacientes aparecen en pantalla automáticamente gracias a que están en red con el sistema de admisión informatizado de la institución. Para cada paciente aparece la imagen de una cama con el nombre, la última dosis de insulina recibida, el valor y el horario de la última medición de glucemia y la tendencia de estos valores (Figura 1). El programa muestra en pantalla el horario de la última medición y el color de ese valor vira del verde al rojo luego de transcurrida 1 hora. De manera similar, el valor de la última medición de glucemia vira del verde al rojo cuando supera los 150 mg/dl. Luego de medir la glucemia se debe ingresar el valor en la computadora y a partir de esta cifra el programa propone una dosis de insulina en bolo o en bomba de infusión continua según corresponda (Figura 2). Por último, el operador tiene la libertad de adherir o no a estas recomendaciones, pero siempre debe ingresar cuál será la dosis de insulina y de qué forma se administrará.

### Fuentes de datos

Los datos demográficos y quirúrgicos de los pacientes se obtuvieron de la base de datos informatizada del servicio de

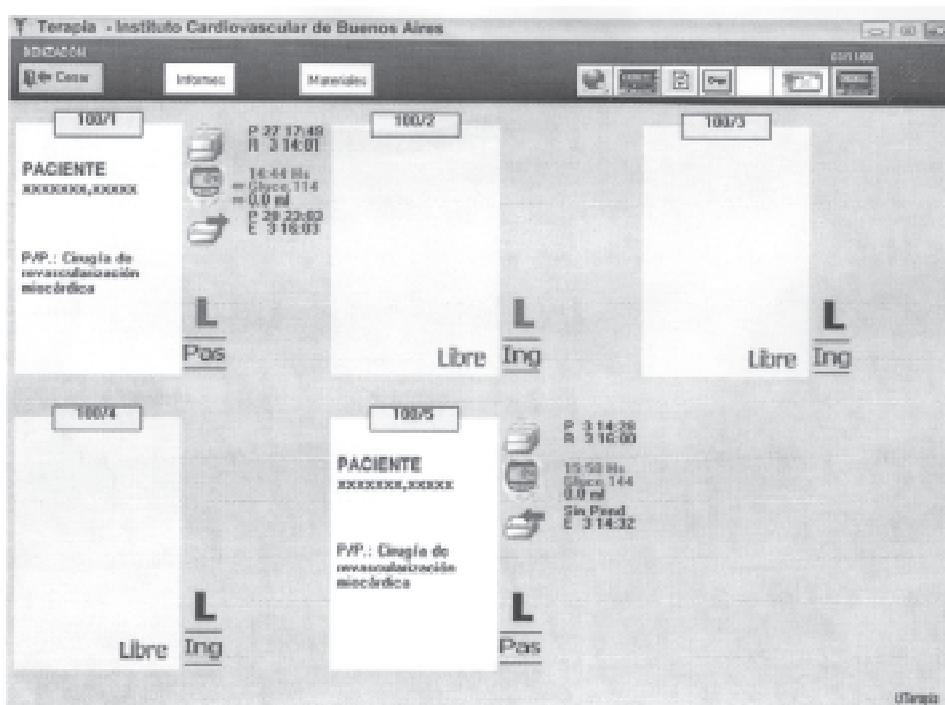


Fig. 1. Pantalla principal del protocolo informatizado.

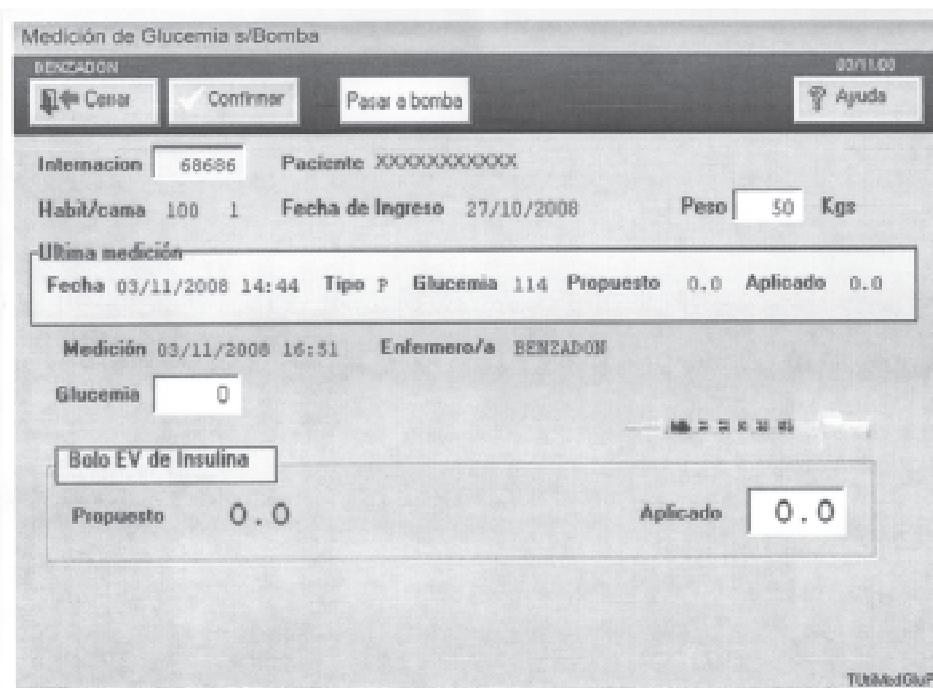


Fig. 2. Ventana del programa del protocolo informatizado que permite ingresar el valor de glucemia medido.

cirugía cardíaca que se carga prospectivamente. Los datos de las glucemias se tomaron de las hojas de enfermería en las que se registran los valores de glucemia con el horario de cada medición. El valor de *glucemia de la mañana siguiente* se obtuvo del sistema informatizado de laboratorio de la institución.

Salvo la medición denominada “de la mañana siguiente”, el resto de las mediciones se realizaron en la misma unidad de cuidados críticos posoperatorios con la extracción de una gota de sangre por punción del pulpejo de los dedos con lancetas estériles FinePoint® de LifeScan Company

mediante el aparato electrónico OneTouch® modelo SureStep® de LifeScan Inc®. La medición denominada “*de la mañana siguiente*” fue realizada por el laboratorio central por el método enzimático automatizado mediante un autoanalizador clínico Metrolab 2300®.

#### Análisis estadístico

Las variables categóricas se expresaron como porcentajes y las diferencias entre ambos grupos de tratamiento se evaluaron con la prueba de chi cuadrado con la corrección de Fisher en caso de que estuviera indicado. Las variables con-

tinuas se expresaron como media y desviación estándar o mediana con rango intercuartil (RIC) de acuerdo con que la distribución fuera normal o no y la significación estadística se evaluó con la prueba de la *t* o Wilcoxon, respectivamente. Se realizó además un subanálisis apareando a los pacientes según su glucemia de ingreso en la UTI. En todos los casos se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ .

**RESULTADOS**

Las características de la población se detallan en la Tabla 1. En casi todas las variables no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Sin embargo, cabe mencionar que en el grupo de pacientes de 2006 la glucemia de ingreso en la UTI fue menor.

**Puntos finales que evaluaron la adherencia a las recomendaciones de los protocolos**

En el grupo de pacientes manejado mediante un PI se observó una mejora en las variables que medían la adherencia del equipo de salud a las recomendaciones de manejo. En concordancia con lo sugerido por los protocolos de manejo para un CEG adecuado, los pacientes del grupo manejados con un PI presentaron un tiempo menor a la primera medición de la glucemia (60 RIC 40-65 *versus* 150 RIC 60-270 min;  $p < 0,001$ ) y un número mayor de mediciones de glucemia por paciente (18 ± 6,6 *versus* 11 ± 6,4;  $p < 0,0001$ ).

**Puntos finales que evaluaron la efectividad en el control de la hiperglucemia**

Los pacientes del grupo con PI presentaron un porcentaje mayor de mediciones normoglucémicas (67% ± 18% *versus* 50% ± 25%;  $p < 0,0001$ ), un tiempo menor en minutos hasta lograr la normoglucemia (165 RIC 105-280 *versus* 420 RIC 295-720 min;  $p < 0,001$ ), una glucemia menor a la sexta hora (141 ± 23 *versus* 169 ± 38 mg/dl;  $p < 0,001$ ), a la hora 12 (137 ± 17 *versus* 152 ± 28 mg/dl;  $p < 0,001$ ) y a la mañana siguiente del ingreso (139 ± 25 *versus* 147 ± 27 mg/dl;  $p < 0,015$ ).

**Punto final de seguridad**

El control más estricto de la glucemia logrado en el grupo de pacientes manejados con un PI no determinó un aumento en la tasa de hipoglucemias graves (0% *versus* 1,7%;  $p = 0,30$ ).

**DISCUSIÓN**

En nuestro trabajo encontramos que la implementación de un PI logró mejorar el CEG en pacientes sometidos a cirugía cardíaca de manera efectiva y sin aumentar la tasa de hipoglucemias.

Nuestros resultados coinciden con los de dos estudios que abordaron el mismo tema publicados previamente. Mathijs Vogelzang y colaboradores comunica-

**Tabla 1.** Características de la población

	Grupo 2005	Grupo 2006	p
Edad (años)	61 ± 12	63 ± 14	0,34
Sexo masculino	93 (79)	95 (81)	0,65
Peso (kg)	78 ± 19	78 ± 18	0,47
Hipertensión	78 (66)	86 (73)	0,28
Diabetes	14 (11)	22 (18)	0,14
Infarto agudo de miocardio previo	40 (33)	29 (25)	0,12
Cirugías electivas	86 (73)	91 (78)	0,38
Cirugía sin circulación extracorpórea	74 (62)	69 (59)	0,55
Cirugías de revascularización puras	73 (62)	67 (57)	0,47
Tiempo de circulación extracorpórea (min)	93 ± 25	89 ± 29	0,12
Pacientes extubados en quirófano	69 (58)	70 (59)	0,83
Glucemia preoperatoria (mg/dl)	99 ± 23	103 ± 23	0,17
Glucemia de ingreso a la terapia intensiva (mg/dl)	165 ± 36	148 ± 42	< 0,01
Creatinina preoperatoria (mg/dl)	1,12 ± 0,26	1,12 ± 0,30	0,92
Reoperación por sangrado	3 (2,5)	4 (3,4)	0,69
Bajo gasto posoperatorio	8 (7)	7 (6)	0,80
Insuficiencia renal aguda posoperatoria	15 (13)	12 (10)	0,55
Muertes	3 (2,5)	2 (1,71)	0,65

Los valores están expresados en número (%) a menos que se indique lo contrario.

ron su experiencia con un sistema computarizado, en el cual el ritmo de infusión de insulina se calculaba por una fórmula matemática. (21) En este trabajo no hubo un grupo control con el cual comparar la efectividad del sistema computarizado, pero los resultados obtenidos mostraron niveles de glucemia adecuados con buena aceptación del sistema por parte del equipo de salud. Emmy Rood y colaboradores evaluaron el impacto de una guía de manejo informatizada para el CEG en pacientes críticos. (22) En el grupo tratamiento (guía informatizada) se logró aumentar de manera estadísticamente significativa el porcentaje de mediciones realizadas en el tiempo correcto (40% *versus* 29%) y el porcentaje de mediciones que cayeron dentro del rango de glucemia deseado (54% *versus* 42%).

El efecto beneficioso de nuestro PI puede explicarse en parte porque sus características coinciden con los criterios de Tierney diseñados para predecir qué abordajes informáticos tienen más chances de mejorar un proceso médico. (23, 24) Las características de nuestro sistema que coinciden con los criterios de Tierney son que la hiperglucemia es un problema médico frecuente, del cual se dispone de información suficiente como para desarrollar un algoritmo de manejo, que a su vez determina una acción concreta (la administración de insulina) que tiene un resultado medible como es la glucemia y que no insume tiempo adicional del personal de salud en su implementación. Otra de las razones que podría justificar los buenos resultados obtenidos con el PI es que el personal de salud posiblemente se sienta más estrechamente supervisado, debido a que el almacenamiento de todas las mediciones y de las dosis de insulina administradas permite monitorizar la adherencia.

Dado que el CEG ha demostrado que reduce de manera sustancial la morbimortalidad de los pacientes críticos pero que es de difícil implementación, creemos que el uso de un PI que mejore el CEG debe ser bene-

ficioso en este grupo de pacientes. Sin embargo, en nuestro trabajo no encontramos diferencias en la morbimortalidad entre ambos grupos, probablemente debido al número reducido de pacientes y a que no se registraron las infecciones, que es uno de los aspectos donde el CEG parece tener mayor impacto. (8, 10)

Una de las principales limitaciones de nuestro trabajo es que no fue aleatorizado. Sin embargo, prácticamente no hubo diferencias significativas en las características de la población entre ambos grupos. Esta homogeneidad en ambas poblaciones se debió a que la probabilidad de que un paciente ingresara en la UTI en el año 2005 o en el año 2006 es totalmente independiente del tipo de protocolo utilizado para el CEG. Como única diferencia significativa en las características de la población se observó una glucemia menor de ingreso en la UTI en el grupo de pacientes manejados con un PI. Este hallazgo pudo haber influido en la mayor efectividad del PI (menor porcentaje de hiperglucemia), pero no permite explicar la mayor adherencia terapéutica constatada en este grupo. Para evaluar el impacto de esta diferencia en la glucemia de ingreso en la UTI, realizamos un subanálisis de los resultados apareando a los pacientes según su glucemia de ingreso. En este subanálisis se observó que, incluso con una misma glucemia de ingreso en la UTI, los pacientes manejados mediante un PI presentaron un control mejor de la glucemia a pesar de haber sido más frecuentemente diabéticos (Tabla 2).

## CONCLUSIÓN

Esta experiencia nos permite afirmar que el empleo de un PI logra un incremento de la adherencia del equipo de salud a las conductas sugeridas y mejora el control de la hiperglucemia en pacientes sometidos a una cirugía cardíaca.

	Grupo 2005 (104)	Grupo 2006 (104)	p
Edad (años)	61 ± 11	62 ± 91	0,32
Sexo masculino	81 (78)	89 (85)	0,15
Peso (kg)	79 ± 17	83 ± 13	0,07
Diabetes	10 (9)	22 (21)	0,02
Glucemia preoperatoria (mg/dl)	99 ± 23	104 ± 24	0,07
Glucemia de ingreso en terapia intensiva	161 ± 32	157 ± 33	0,44
Muertes	1 (0,9)	1 (0,9)	1
Tiempo a la primera medición (min)	150 RIC 60-270	57 RIC 40-60	< 0,01
Número de mediciones de glucemia por paciente	10 ± 6	17 ± 6	< 0,01
Porcentaje de mediciones normoglicémicas	51 ± 24	67 ± 19	< 0,01
Tiempo hasta lograr la normoglucemia (min)	370 RIC 290-720	165 RIC 120-280	< 0,01
Tasa de hipoglucemias graves (%)	1,7	0	0,30

**Tabla 2.** Análisis apareando los pacientes según su valor de glucemia al ingreso en la UTI

**SUMMARY**

**Usefulness of a Computer-Assisted Protocol for Strict Glycemic Control in Patients Submitted to Cardiac Surgery**

The outcomes of patients improve with a strict glycemic control during the postoperative period of cardiovascular surgery; however, written protocols may fail to achieve a tight control of glycemia.

**Objective**

To determine the usefulness of a computer-assisted protocol for strict glycemic control in order to increase the adherence of health care providers to current recommendations and to improve the glycemic control in patients submitted to cardiovascular surgery.

**Material and Methods**

Patients were divided into two groups. Control group included 118 consecutive patients who underwent coronary artery bypass graft surgery during the last quarter of 2005; strict glycemic control was managed with a written protocol. Treatment group consisted of 117 consecutive patients operated on during the last quarter of 2006; in this group of patients glycemic control was managed with a computer-assisted protocol. Both protocols were identical.

**Results**

As protocols for strict glycemic control recommend, the first glycemia was determined earlier in the treatment group versus the control group (60 IQR 40-65 versus 150 IQR 60-270 min;  $p < 0,001$ ) and blood glucose levels were measured more times ( $18 \pm 6.6$  versus  $11 \pm 6.4$ ;  $p < 0,0001$ ). The percentage of determinations with normoglycemia was greater among patients in the treatment group ( $67\% \pm 18\%$  versus  $50\% \pm 25\%$ ;  $p < 0,0001$ ) and the time interval to normoglycemia was lower (165 IQR 105-280 versus 420 IQR 295-720 min;  $p < 0,001$ ).

**Conclusion**

A computer-assisted protocol is useful to increase the adherence of health care providers to current recommendations and to improve the glycemic control in patients submitted to cardiovascular surgery.

**Key words >** Coronary Arteries - Hyperglycemia - Thoracic Surgery Procedures

**Declaración de conflicto de intereses**

Ninguno.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Estrada CA, Young JA, Nifong LW, Chitwood WR Jr. Outcomes and perioperative hyperglycemia in patients with or without diabetes mellitus undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1392-9.
2. Benzadón MN, Vrancic M, Piccinini F, Reich H, Vaccarino G, Nacinovich F, et al. Valor pronóstico de la hiperglucemia en el posoperatorio de la cirugía de revascularización miocárdica sin bomba de circulación extracorpórea. *Rev Argent Cardiol* 2006;74:135 (Abstract).
3. Doenst T, Wijesundera D, Karkouti K, Zechner C, Maganti M, Rao V, et al. Hyperglycemia during cardiopulmonary bypass is an

independent risk factor for mortality in patients undergoing cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;130:1144.

4. Bojar RM, Warner KG. *Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery*. 3<sup>th</sup> ed. Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing; 1999. p. 364-65.
5. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Ewy GA, Fonger J, Gardner TJ, et al. ACC/AHA Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1991 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). American College of Cardiology/American Heart Association. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1262-347.
6. Krinsley JS. Association between hyperglycemia and increased hospital mortality in a heterogeneous population of critically ill patients. *Mayo Clin Proc* 2003;78:1471-8.
7. Carr JM, Sellke FW, Fey M, Doyle MJ, Krempin JA, de la Torre R, et al. Implementing Tight Glucose Control After Coronary Artery Bypass Surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;80: 902-9.
8. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:352-60.
9. Krinsley JS. Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. *Mayo Clin Proc* 2004;79:992-1000.
10. Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A. Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg* 1997;63:356-61.
11. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, Bruyninckx F, Schetz M, et al. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N Engl J Med* 2001;345:1359-67.
12. Lazar HL, Chipkin SR, Fitzgerald CA, Bao Y, Cabral H, Apstein CS. Tight glycemic control in diabetic coronary artery bypass graft patients improves perioperative outcomes and decreases recurrent ischemic events. *Circulation* 2004;109:1497-502.
13. Clement S, Braithwaite SS, Magee MF, Ahmann A, Smith EP, Schafer RG, et al; American Diabetes Association Diabetes in Hospitals Writing Committee. Management of diabetes and hyperglycemia in hospitals. *Diabetes Care* 2004;27:553-91.
14. Rydén L, Standl E, Bartnik M, Van den Berghe G, Betteridge J, de Boer MJ, et al; Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for the Study of Diabetes (EASD). Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. The Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J* 2007;28:88-136.
15. ACE/ADA Task Force on Inpatient Diabetes. American College of Endocrinology and American Diabetes Association Consensus statement on inpatient diabetes and glycemic control. *Diabetes Care* 2006;29:1955-62.
16. Deedwania P, Kosiborod M, Barrett E, Ceriello A, Isley W, Mazzone T, et al; American Heart Association Diabetes Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Hyperglycemia and acute coronary syndrome: a scientific statement from the American Heart Association Diabetes Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2008;117:1610-9.
17. McMullin J, Brozek J, Jaeschke R, Hamielec C, Dhingra V, Rucker G, et al. Glycemic control in the ICU: a multicenter survey. *Int Care Med* 2004;30:798-803.
18. Kanji S, Singh A, Tierney M, Meggison H, McIntyre L, Hebert PC. Standardization of intravenous insulin therapy improves the efficiency and safety of blood glucose control in critically ill adults. *Int Care Med* 2004;30:804-10.
19. Meijering S, Corstjens AM, Tulleken JE, Meertens JH, Zijlstra JG, Ligtgenberg JJ. Towards a feasible algorithm for tight glycaemic control in critically ill patients: a systematic review of the literature. *Crit Care* 2006;10:R19.

20. Malmberg K, Rydén L, Wedel H, Birkeland K, Bootsma A, Dickstein K, et al; DIGAMI 2 Investigators. Intense metabolic control by means of insulin in patients with diabetes mellitus and acute myocardial infarction (DIGAMI 2): effects on mortality and morbidity. *Eur Heart J* 2005;26:650-61.

21. Vogelzang M, Zijlstra F, Nijsten MW. Design and implementation of GRIP: a computerized glucose control system at a surgical intensive care unit. *BMC Med Inform Decis Mak* 2005;19:38.

22. Rood E, Bosman RJ, van der Spoel JI, Taylor P, Zandstra DF. Use of a computerized guideline for glucose regulation in the intensive care unit improved both guideline adherence and glucose regulation. *J Am Med Inform Assoc* 2005;12:172-80.

23. Tierney WM. Improving clinical decisions and outcomes with information: a review. *Int J Med Inform* 2001;62:1-9.

24. Tierney WM, Overhage JM, McDonald CJ. Computerizing guidelines: factors for success. *Proc AMIA Annu Fall Symp* 1996:459-62.

- **1<sup>er</sup>** episodio de hiperglucemia:
  - Probar con un bolo si la glucemia es mayor de **150 mg/dl** pero menor de **300 mg/dl**. Si es mayor de **300 mg/dl** iniciar directamente con una bomba de insulina.
- **2<sup>do</sup>** episodio de hiperglucemia:
  - Probar con un bolo si la glucemia es mayor de **150 mg/dl** pero menor de **250 mg/dl**. Si es mayor de **250 mg/dl** iniciar con una bomba de insulina.
- **3<sup>er</sup>** episodio de hiperglucemia:
  - Probar con un bolo si la glucemia es mayor de **150 mg/dl** pero menor de **200 mg/dl**. Si es mayor de **200 mg/dl** iniciar con una bomba de insulina.

**APÉNDICE 1**

**Protocolo de manejo de la glucemia escrito en papel (versión resumida)**

**Objetivo:** Mantener la glucemia de los pacientes en valores < 150 mg/dl.

**Medición de la glucemia:** La primera medición debe realizarse lo más cerca posible del momento de ingreso a la terapia. Las mediciones se deben realizar inicialmente en forma horaria pudiendo extenderse este intervalo hasta dos horas cuando los valores de glucemia sean normales siempre que el paciente no esté recibiendo insulina en bomba de infusión continua. Cuando los valores de glucemia superen los 150 mg/dl se debe aplicar insulina endovenosa en bolos o en infusión continua.

Antes de iniciar una infusión continua de insulina en bomba se pueden probar hasta tres bolos endovenosos sucesivos con un intervalo horario de la siguiente manera:

Si luego de tres bolos de insulina, el paciente persiste hiperglucémico (glucemia > 150 mg/dl) se debe aplicar insulina en BIC.

**Dosificación de los bolos endovenosos:**

- Con glucemia: 300 a 250: 10 unidades
- Con glucemia: 250 a 200: 6 unidades
- Con glucemia: 200 a 150: 4 unidades

**Manejo de la bomba de insulina**

Infusión inicial de insulina corriente humana en ml/h			
Glucemia	< 60 kg	60-90 kg	> 90 kg
150-200	0,5-2	1-4	2-9
201-300	2-4	3-6	4-8
301-350	3-6	4-8	5-10
351-400	4-8	5-10	6-12
> 401	5-10	6-12	7-14

Glucemia	Mantenimiento de la insulina en BIC		
	Tendencia Descenso (> 30 mg/dl)	Tendencia Estable	Tendencia En aumento (> 30 mg/dl)
76-100	Parar infusión	Infusión actual por 0,75 (↓ 25%)	Permanecer con infusión suspendida
101-150	Infusión actual por 0,5 (↓ 50%)	No cambiar	No cambiar
151-200	Infusión actual por 0,75 (↓ 25%)	Infusión actual por 1,5 (↓ 50%)	Infusión actual por 2
201-400	Infusión actual por 1,25 (↓ 25%)	Infusión actual por 1,75 (↓ 75%)	Infusión actual por 2