

Acta Médica
Grupo Ángeles

Volumen **3**
Volume

Número **1**
Number

Enero-Marzo **2005**
January-March

Artículo:

Tres equipos para cuantificar glucosa
capilar: estudio comparativo-
prospectivo en pacientes graves

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Grupo Ángeles Servicios de Salud

**Otras secciones de
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***



medigraphic.com



Tres equipos para cuantificar glucosa capilar: estudio comparativo-prospectivo en pacientes graves

Omar Cordero Saucedo,* Ignacio Morales Camporredondo,** Luis David Sánchez Velásquez,*** Azucena Noriega Paredes****

Resumen

Mantener un control estricto de la glicemia requiere de un equipo que determine cifras confiables. **Objetivo:** Comparar el resultado de glucosa capilar y venosa, obtenido a la cabecera del paciente por tres sistemas electrónicos diferentes, con el resultado de muestra venosa del laboratorio clínico y evaluar la correlación y la concordancia entre ellos. **Material y métodos:** Se evaluaron tres sistemas: Ascensia Elite™, Precision Q-I-D® y SureStep™ Plus. El sistema del laboratorio clínico fue un Vitros 250 Johnson-Johnson®. De 25 pacientes se obtuvieron muestras de sangre capilar y venosa cada 6 horas a partir de la primera toma. El análisis estadístico consistió en estadística descriptiva. El análisis inferencial consistió en determinación de r y r^2 , el nivel de significancia se fijó en < 0.05 . El análisis de concordancia se realizó con la prueba de Bland y Altman. **Resultados:** Se obtuvieron 500 muestras de 25 pacientes, 489 participaron en el análisis estadístico. El valor de r para muestra capilar de los sistemas SureStep™ Plus, Ascensia Elite™ y Precision Q-I-D®, fue 0.943, 0.910, 0.902 respectivamente. Para muestra venosa fue 0.940, 0.909, 0.913 respectivamente, todos con un valor de $p < 0.001$. **Conclusión:** Recomendamos utilizar los sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente y ajustar el tratamiento intensivo con insulina haciendo cuando menos una determinación de glucosa procesada en el laboratorio clínico cada ocho horas. El sistema que presentó mejor desempeño fue el SureStep™ Plus.

Palabras clave: Automonitoreo de glucosa sérica, diabetes mellitus, insulina.

Summary

Introduction: To maintain strict glucose control the clinic must have equipment that determines trustworthy test results. **Objective:** To compare the result of glucose from capillary and venous samples obtained at the patient's bedside by means of three different electronic systems, with results of the venous sample reported by the Clinical Laboratory, and to evaluate which of the three systems achieved best correlation and agreement. **Material and methods:** We evaluated three systems: Ascensia Elite™; Precision Q-I-D®, and SureStep™ Plus. The Clinical Laboratory System was Vitros 250 Johnson-Johnson®. We obtained capillary and venous blood samples from 25 patients every 6 h from the first blood drawing sample. Venous samples were processed in the Laboratory within 30 min of blood drawing. Statistical analysis consisted of descriptive statistics, inferential analysis comprised determination of r and r^2 , and significance level was set at < 0.05 . Agreement analysis was carried out with the Bland and Altman test. **Results:** We obtained 500 samples from 25 patients; 489 samples participated in the statistical analysis. Values of r and r^2 of capillary sample of SureStep™ Plus, Ascensia Elite™, and Precision Q-I-D® systems were 0.943, 0.910, 0.902 respectively. For venous samples, values were 0.940, 0.909, 0.913 respectively, all with a value of $p < 0.001$. **Conclusions:** We recommend using patient bedside glucose measurement systems and adjusting intensive treatment with insulin, carrying out a clinical laboratory-processed glucose determination at least every 8 h. The system with best performance was presented by the SureStep™ Plus system.

Key words: Blood glucose self-monitoring, diabetes mellitus, insulin.

* Médico adscrito de la División de Medicina Crítica, Hospital Ángeles Mocel.

** Jefe de la División de Medicina Crítica, Hospital Ángeles Mocel.

*** Doctor en Ciencias Médicas, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.

**** Médico residente de Medicina del Enfermo en Estado Crítico, Hospital Ángeles Mocel.

Correspondencia:

Dr. Ignacio Morales Camporredondo

Gelati No. 33-404, Col. San Miguel Chapultepec. C.P. 11850 México D. F.

Correo electrónico: morcami@yahoo.com

Aceptado: 9-12-2004

INTRODUCCIÓN

En las Unidades de Terapia Intensiva (UTI) se atienden pacientes de elevada complejidad con diferentes motivos de ingreso y algunos con enfermedades acompañantes que incrementan su morbilidad. Por ello, uno de los múltiples factores que influyen en la prevención, diagnóstico, cuidados y tratamiento de los pacientes con enfermedad crítica, es la información proporcionada por los diversos equipos que determinan valores de las variables obtenidas de cada paciente admitido en la UTI.

La hiperglucemia asociada con resistencia a la insulina¹⁻³ es común en pacientes críticamente enfermos, incluyendo aquellos que no tienen diabetes. Se ha reportado que la hiperglucemia puede ocasionar complicaciones en tales pacientes.⁴⁻⁸

Un estudio⁹ reportó que mantener la glucosa sanguínea del paciente críticamente enfermo entre 80 y 110 mg/dL con tratamiento intensivo de insulina reduce la morbilidad. Con los resultados de este estudio, se adoptó en nuestras áreas críticas, el tratamiento intensivo con insulina en los pacientes críticos, como una medida más en su tratamiento estandarizado, con la distinción de que se optó por obtener muestras de sangre capilar y procesarlas en sistemas a la cabecera del enfermo en estado crítico.

Pero el hecho de mantener un control estricto de la glucosa con cifras entre 80 y 110 mg/dL, obliga al clínico en la práctica diaria, a contar con un equipo que le asegure que las cifras de glucosa que determina son confiables. El objetivo de este trabajo fue comparar el resultado de glucosa de muestra capilar y venosa, obtenido a la cabecera del paciente por tres equipos, con el resultado de glucosa de muestra venosa reportado por el laboratorio clínico del Hospital Ángeles Mocel y evaluar cuál de los tres sistemas tiene mayor correlación y concordancia con el laboratorio clínico y asimismo valorar en los tres sistemas la reproducibilidad de sus resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sitio donde se realizó este estudio fue el Hospital Ángeles Mocel, en las áreas críticas que están divididas en: unidad de terapia intensiva con 10 camas y unidad de cuidados intermedios con 8 camas. En estas áreas se proporciona atención al paciente críticamente enfermo de todas las especialidades médicas.

Los sistemas evaluados de medición de glucosa a la cabecera del paciente fueron Ascensia EliteTM, Precision Q·I·D[®], SureStepTM Plus y el sistema de laboratorio clínico fue Vitros 250 Johnson-Johnson,®.

Antes de iniciar el estudio, se realizó un adiestramiento al personal de enfermería respecto a las especificacio-

nes técnicas, características, calibración y funcionamiento de cada sistema de determinación de glucosa a la cabecera del paciente de acuerdo a las especificaciones proporcionadas en el manual del fabricante.

Se obtuvieron dos tipos de muestras de sangre entera, una capilar y una venosa. Las muestras capilares fueron obtenidas por el personal de enfermería y tomadas de la yema del dedo seleccionado a juicio de la enfermera a cargo del paciente y se colocaron en la tira reactiva específica para cada uno de los tres sistemas de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las muestras venosas para procesamiento en el laboratorio clínico se obtuvieron por punción por el personal de esa área, se colectaron únicamente en los tubos apropiados sin ningún aditivo y fueron procesadas dentro de los 30 minutos siguientes a la toma.¹⁰

A los pacientes incluidos se les realizaron cuatro determinaciones de glucosa al día en un periodo de 5 días; esto es, ocho muestras sanguíneas diarias, cuatro muestras capilares que se colocaron en la tira reactiva de cada sistema a evaluar (3 sistemas) y cuatro muestras venosas tomadas al mismo tiempo de la correspondiente muestra capilar y se enviaron al laboratorio clínico; las muestras venosas también se colocaron en la tira reactiva de cada sistema a evaluar. Se determinó hematocrito diario por la mañana mientras duró el estudio.

Para evaluar la reproducibilidad de los resultados de cada sistema de medición de glucosa a la cabecera del paciente, se obtuvo una muestra venosa de un paciente y se aplicó la misma muestra 20 veces en la tira de cada uno de los tres sistemas evaluados.

Criterios de inclusión

Aprobación del proyecto de investigación por parte del Comité de Ética e Investigación del Hospital Ángeles Mocel.

Enfermos que aceptaron participar en el estudio, o en el caso de enfermos incapaces de dar su consentimiento, la autorización por parte del familiar más próximo. Se obtuvo consentimiento informado del médico tratante del paciente, del paciente o de su representante legal.

Pacientes admitidos en las áreas críticas del Hospital Mocel que requirieran determinación de glucosa sanguínea y de acuerdo al juicio del clínico se esperara permanecieran cuando menos cinco días en dichas áreas.

Criterio de exclusión

Hematocrito menor del 25% o mayor del 60%.¹⁰

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva (medias aritméticas, desviación estándar, intervalo y

mediana). El análisis inferencial se llevó a cabo mediante los coeficientes de correlación momento-producto de Pearson y el de determinación, el nivel de significancia se fijó en < 0.05 . Se calcularon las ecuaciones de regresión lineal simple por mínimos cuadrados para obtener la inclinación y el intercepto. El análisis de concordancia con el estándar de oro (el laboratorio clínico), se realizó con la prueba de concordancia de Bland y Altman.¹¹ El paquete estadístico empleado fue SPSS v.10 (SPSS®, Chicago, IL).

RESULTADOS

En total se obtuvieron 500 muestras de 25 pacientes. De los cuales, 17 pertenecieron al género masculino (68%). La media de edad fue 55 ± 21 años (intervalo 18-84 años).

Once muestras fueron eliminadas para participar en el análisis ya que el nivel de hematócrito sanguíneo en el momento de la toma fue menor de 25%, no hubo muestras que coincidieran con hematócritos mayores de 60%. Del total de muestras, 82 (16.4%) correspondieron a glucemias con valor de 100 mg/dL o menor por el laboratorio clínico, y 418 (83.6%) a glucemias con valores de 101 mg/dL o mayores.

En el *cuadro I* se muestra la media, la desviación estándar, los valores máximos y mínimos (intervalo) y la mediana registrados por el laboratorio clínico de muestra venosa, así como los valores que se obtuvieron mediante los tres sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente de muestras tanto venosa como capilar, los cuales fueron muy similares entre sí.

Como se muestra en las *figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6*, hubo una correlación positiva entre las determinaciones de glucosa venosa por el laboratorio clínico y las determinaciones de glucosa por los tres sistemas a la cabecera del paciente de muestras venosa y capilar.

En el *cuadro II* se muestran los valores del coeficiente de correlación y de determinación de muestra venosa y capilar con el laboratorio clínico, así como la significancia estadística de cada sistema a la cabecera del paciente.

De acuerdo a estos resultados, podemos decir que, los límites de concordancia informan que el 95% de las muestras para cada sistema están dentro de un límite superior y un límite inferior, (*Figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12*) esto es que en el peor de los casos, el sistema Ascensia Elite™ muestra capilar puede estar 54.7 mg/dL por debajo del valor real ó 43.82 mg/dL por arriba del valor real y para muestra venosa, puede estar 54.1 mg/dL por debajo del valor real o 42.2 mg/dL por encima del valor real. Esto mismo ocurre, con diferentes límites inferiores y superiores con los sistemas Precision Q·I·D y SureStepPlus. Los resultados se muestran en el *cuadro III*.

La reproducibilidad de los resultados aportados por los tres sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente, se muestran en el *cuadro IV*.

DISCUSIÓN

El médico intensivista siempre ha tratado de utilizar sistemas de medición a la cabecera del paciente en estado crítico para obtener información que sirva para diagnosticar y tratar al paciente. Existen diversos aparatos y sistemas de medición de múltiples variables en el enfermo en estado crítico, muchos de ellos son invasivos al paciente, y en los últimos años, se ha tratado de que lo sean menos. Al mismo tiempo, se han desarrollado instrumentos de medición de sustancias exógenas y endógenas corporales que sustituyan al laboratorio clínico, con la intención de disminuir costos, complicaciones al enfermo, extracción de muestras sanguíneas repetitivas que pueden ocasionar anemia al enfermo en estado crítico de estancia prolongada en las áreas críticas, disminuir tiempo de transporte y procesamiento de la muestra, por mencionar algunos. El uso de los sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente, es una práctica cotidiana en los hospitales y en las áreas críticas.

A 25 pacientes críticamente enfermos a los que se les realizaron determinaciones periódicas de glucosa, encon-

Cuadro I. Valores obtenidos con cada método (mg/dL).

Método	Media \pm D.E.	Intervalo	Mediana
Laboratorio central	152 \pm 54	45-362	141
Ascensia Elite™ capilar	157 \pm 59	24-407	145
Ascensia Elite™ venosa	158 \pm 58	29-402	145
Precision Q·I·D capilar	161 \pm 55	45-393	152
Precision Q·I·D venosa	164 \pm 54	65-399	153
SureStep™ Plus capilar	161 \pm 58	27-411	148
SureStep™ Plus venosa	162 \pm 60	61-375	147

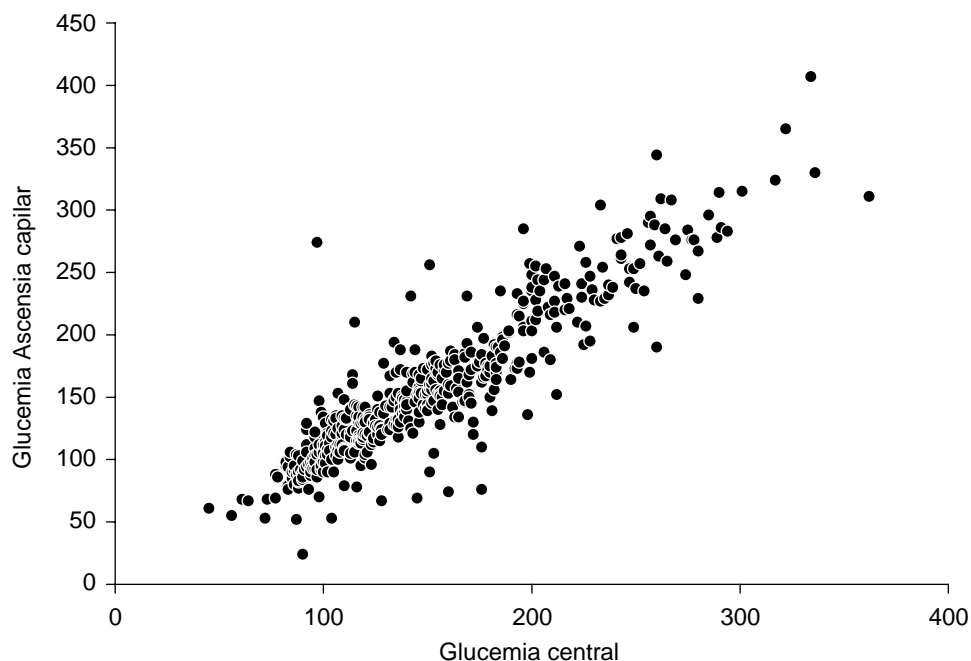


Figura 1. Correlación muestra capilar Ascensia Elite™ con Laboratorio Clínico.

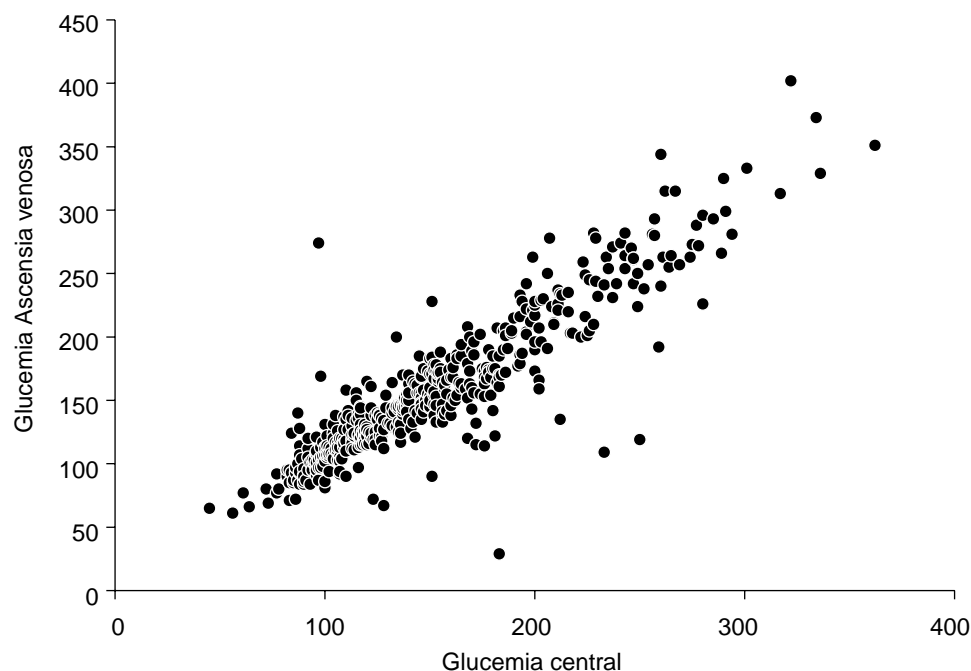


Figura 2. Correlación muestra venosa Ascensia Elite™ con Laboratorio Clínico.

tramos que los sistemas de determinación de glucosa a la cabecera del paciente, utilizando muestra capilar y venosa, el promedio de los tres sistemas evaluados respecto a los límites de concordancia inferior y superior para muestra capilar aportaron un estimado razonable de la medición de glucosa en el laboratorio clínico de -53.46 mg/dL en su límite inferior y en su límite supe-

rior de +37.24 mg/dL y para muestra venosa el promedio de los tres sistemas en su límite inferior fue de -54.06 mg/dL y en su límite superior fue de 35.16 mg/dL.

Los niveles de glucosa en sangre pueden cambiar significativamente en periodos cortos de tiempo especialmente si se han tomado alimentos, realizado ejercicio físico, tomado medicamentos, o el organismo se ha sometido a

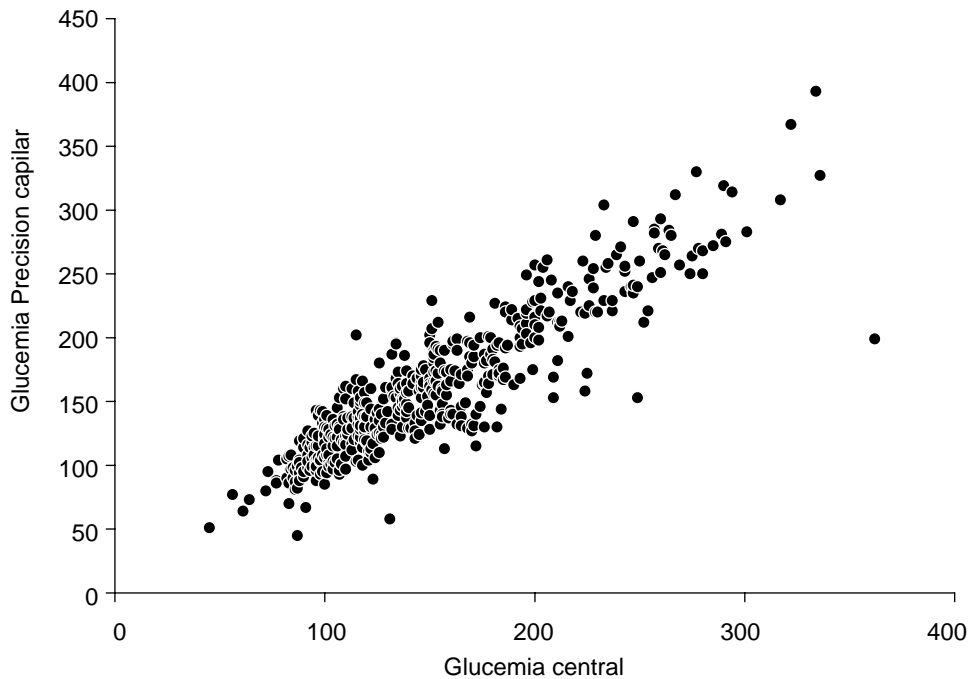


Figura 3. Correlación muestra capilar Precision Q·I·D con Laboratorio Clínico.

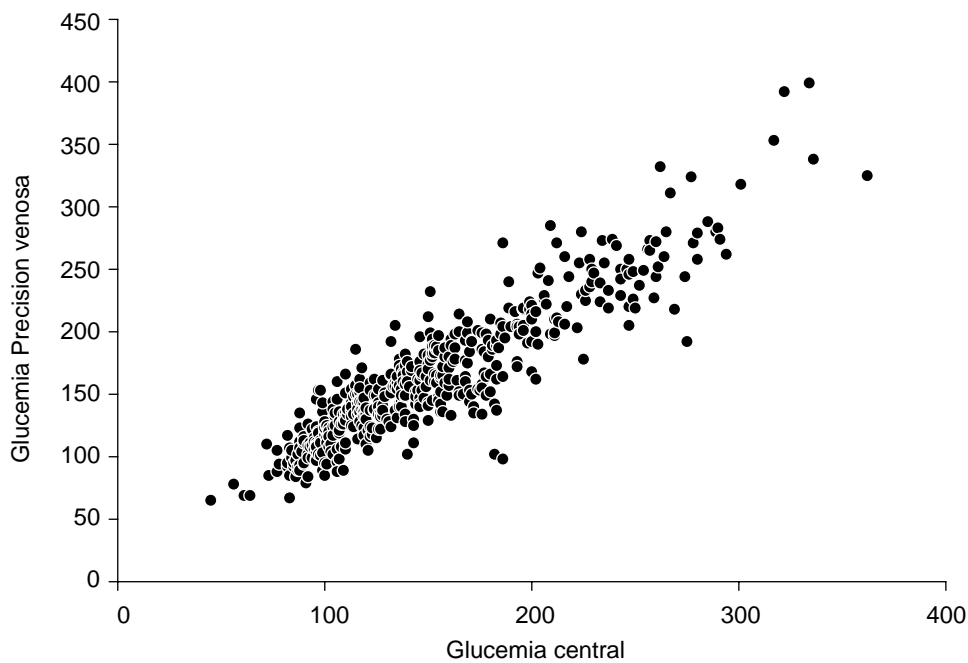


Figura 4. Correlación muestra venosa Precision Q·I·D con Laboratorio Clínico.

estrés. Adicionalmente, si se han tomado alimentos recientemente, el nivel de glucosa en sangre de muestra capilar de la yema del dedo puede ser hasta 70 mg/dL más alta que la muestra venosa utilizada para el análisis del laboratorio clínico.¹²

Existen diferentes sustancias y/o factores endógenos y exógenos que producen interferencia analítica a las mediciones de glucosa. Se ha determinado que ácido ascórbico, acetaminofén, dopamina, manitol, salicilatos, hipoxia, hematócrito bajo o elevado, deshidratación y el estado de

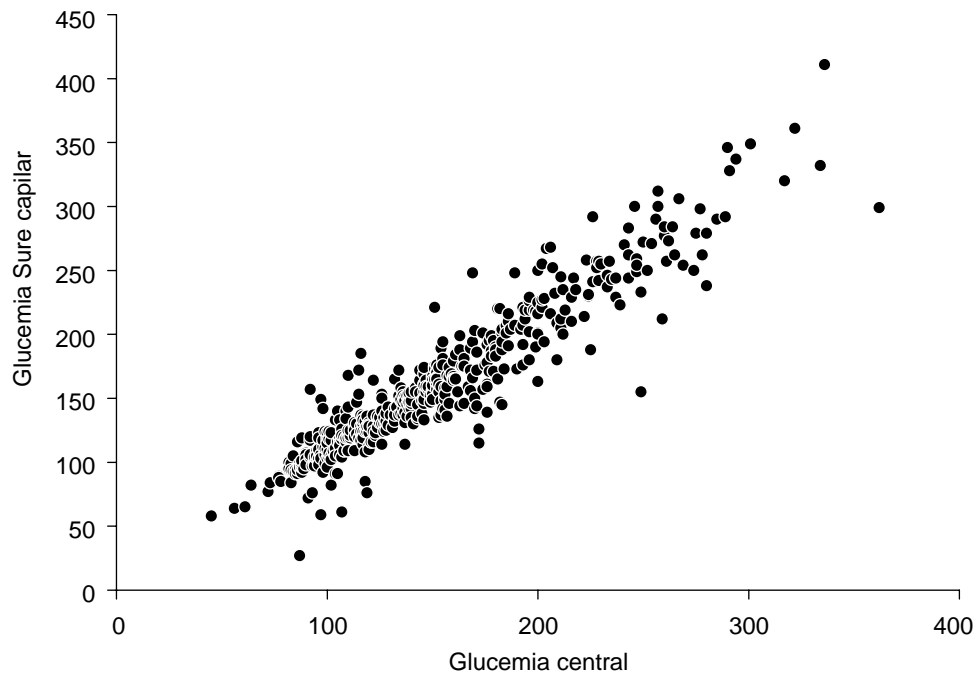


Figura 5. Correlación muestra capilar SureStep™ Plus con Laboratorio Clínico.

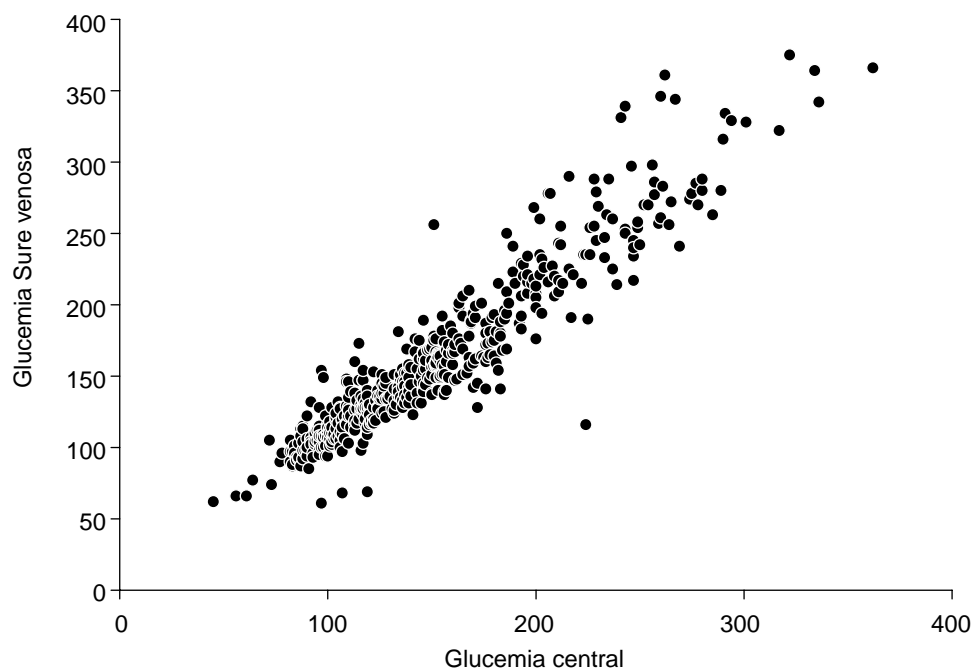


Figura 6. Correlación muestra venosa SureStep™ Plus con Laboratorio Clínico.

shock por mencionar algunos producen interferencia analítica en algunos glucómetros.¹³

Es importante hacer notar que el promedio de los límites de concordancia aportados por los tres sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente son el resultado de pacientes críticamente enfermos, los cuales,

tienen alta complejidad, alta variación en el metabolismo y múltiples factores endógenos y exógenos que pueden producir interferencia analítica en las mediciones en los sistemas a la cabecera del paciente; esto, podría explicar el promedio de los límites de concordancia superiores e inferiores que determinamos en este estudio.

Cuadro II. Correlación de los valores obtenidos por los diferentes sistemas.

Método	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación	p
Ascensia Elite™ capilar	0.910	0.828	< 0.001
Ascensia Elite™ venosa	0.909	0.826	< 0.001
Precision Q·I·D capilar	0.902	0.814	< 0.001
Precision Q·I·D venosa	0.913	0.834	< 0.001
SureStep™ Plus capilar	0.943	0.889	< 0.001
SureStep™ Plus venosa	0.940	0.884	< 0.001

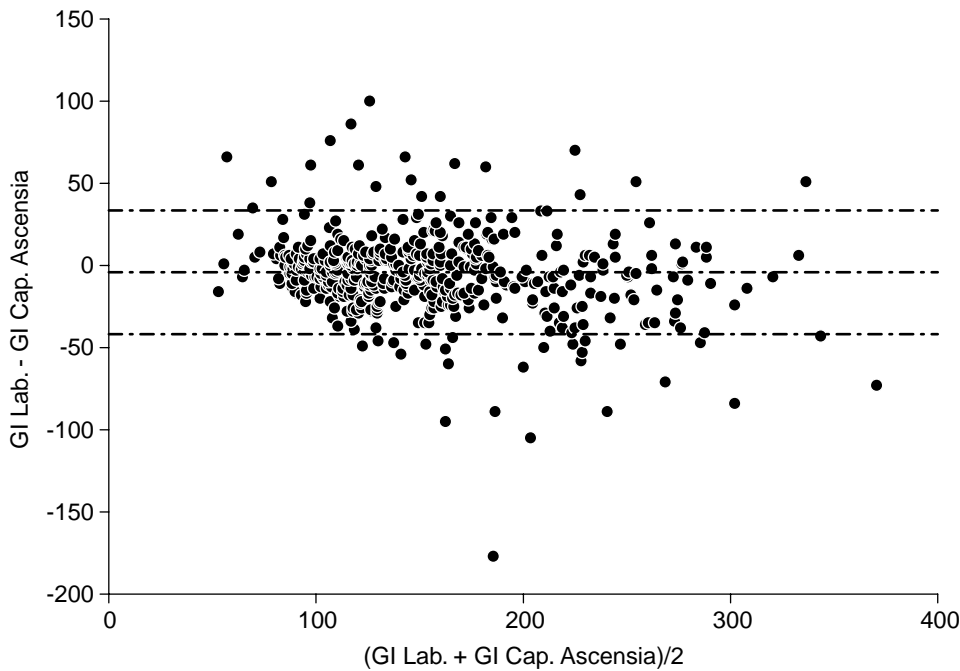


Figura 7. Concordancia muestra capilar Ascensia Elite™ con Laboratorio Clínico.

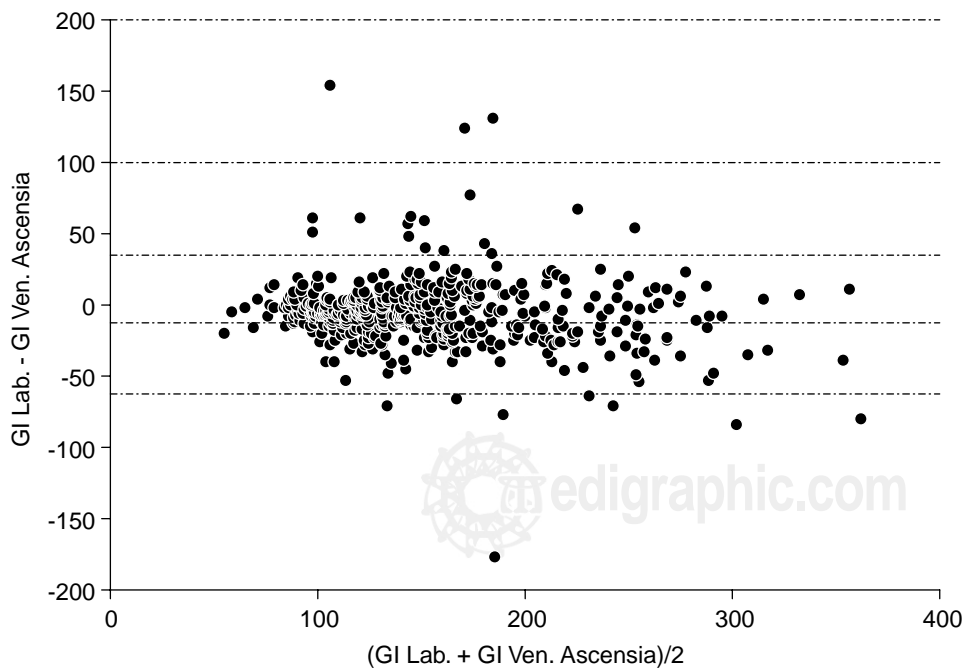


Figura 8. Concordancia muestra venosa Ascensia Elite™ con Laboratorio Clínico.

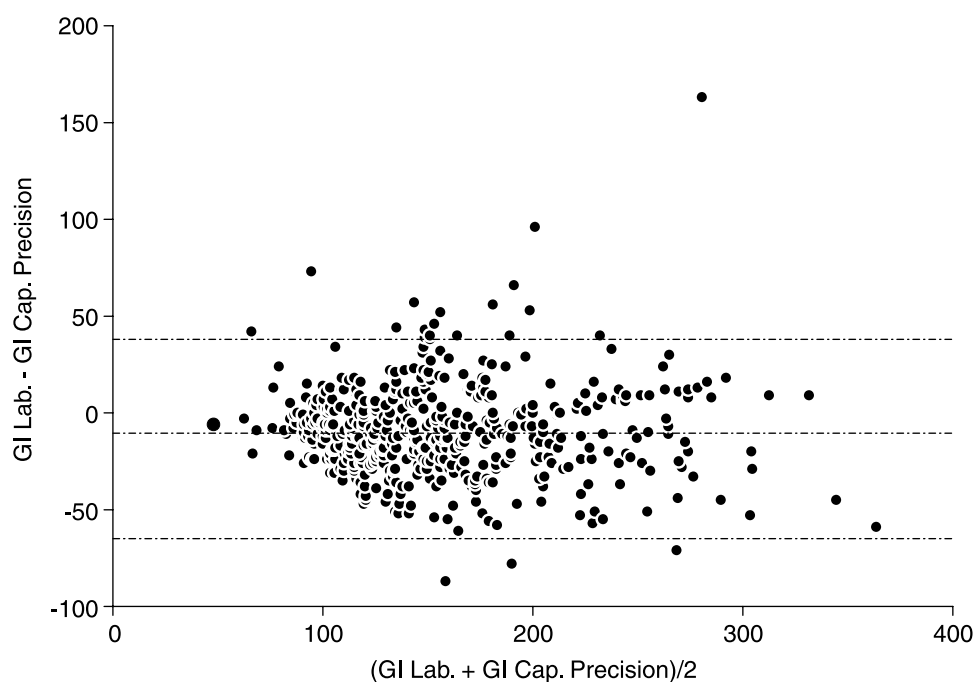


Figura 9. Concordancia muestra capilar Precision Q·I·D con Laboratorio Clínico.

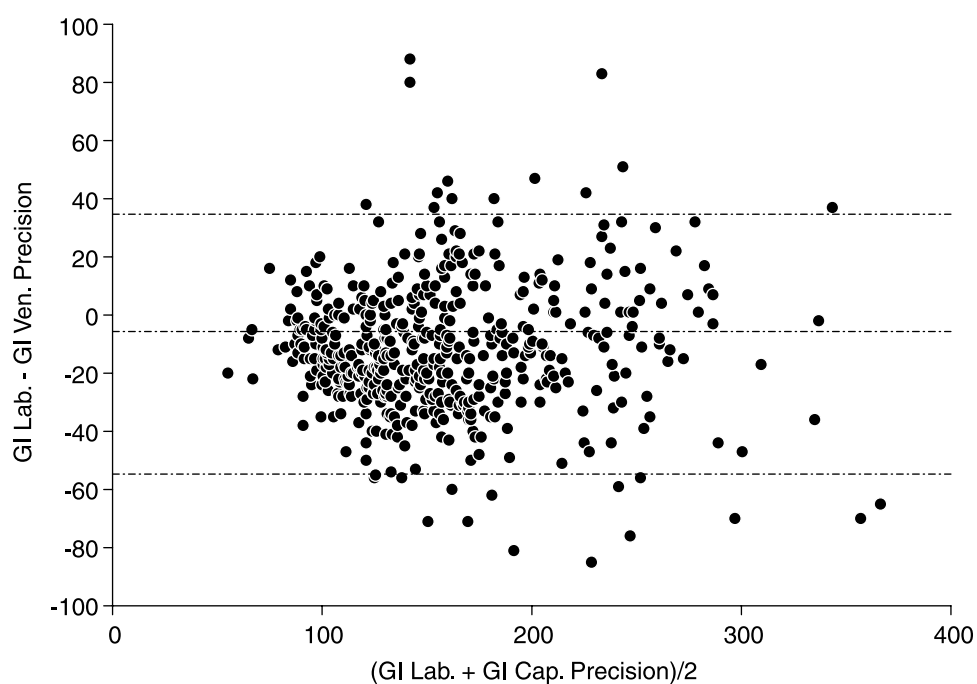


Figura 10. Concordancia muestra venosa Precision Q·I·D con Laboratorio Clínico.

Además, es necesario señalar que las determinaciones de glucosa a la cabecera del paciente son realizadas por personal de enfermería, que para fines de este estudio, fue capacitado en todo lo relacionado al adecuado uso de cada sistema; sin embargo, no podemos omitir, que el error humano en el procesamiento de la

muestra siempre está presente y que puede traer consecuencias en la correlación y concordancia con el laboratorio clínico.

En un estudio realizado por Ray y col,¹⁴ se obtuvieron 105 muestras sanguíneas arteriales por la enfermera a cargo, en pacientes críticamente enfermos

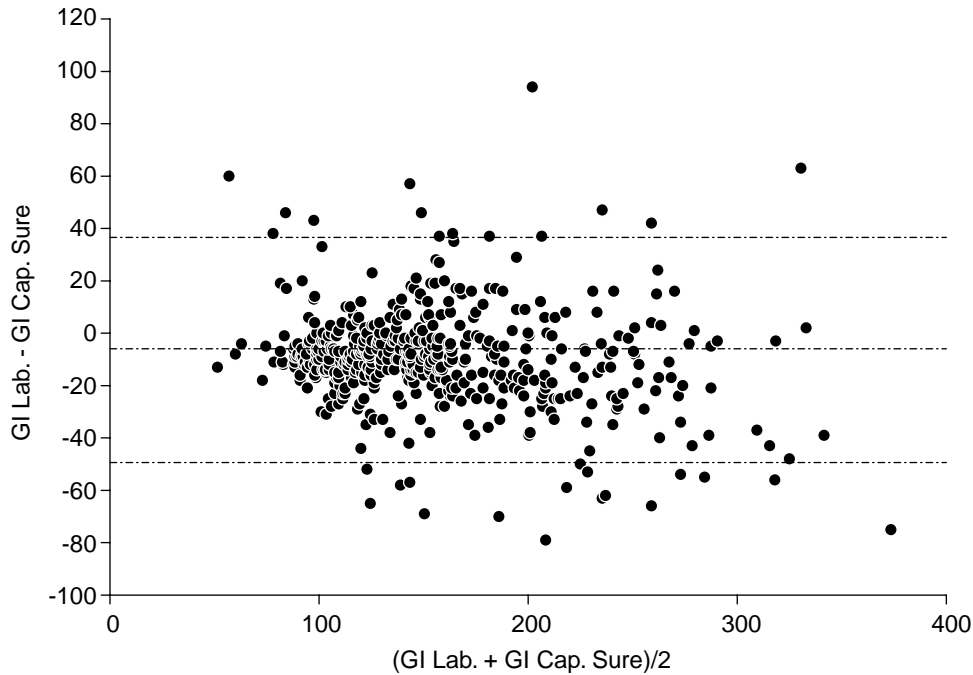


Figura 11. Concordancia muestra capilar SureStep™ Plus con Laboratorio Clínico.

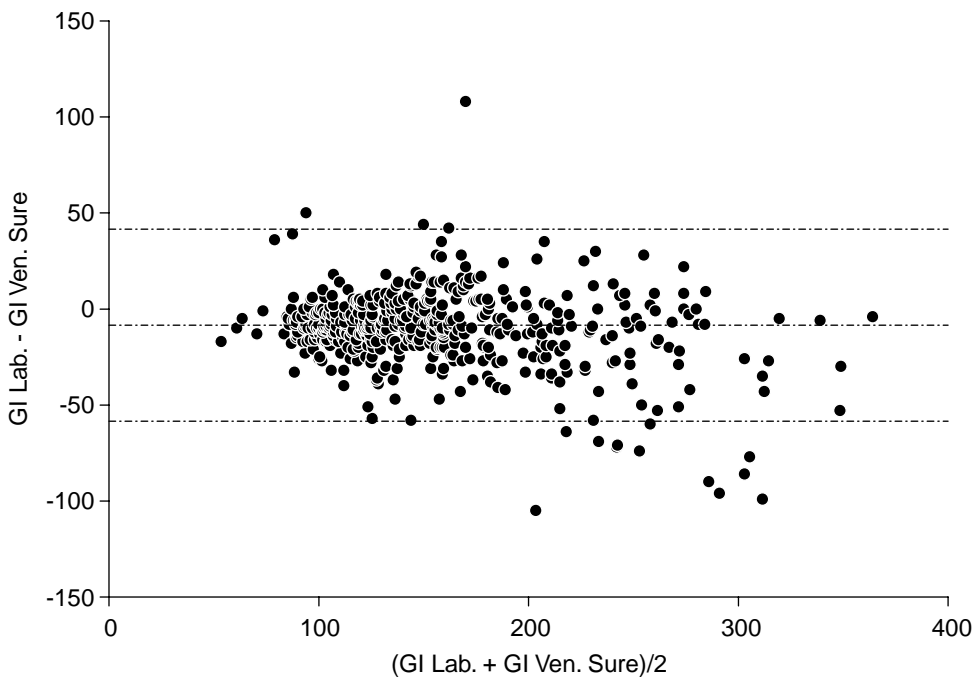


Figura 12. Concordancia muestra venosa SureStep™ Plus con Laboratorio Clínico.

y se procesaron en un sistema de medición de glucosa a la cabecera del paciente y en el laboratorio, el límite de concordancia inferior y superior fueron -41.44 mg/dL y 39.63 mg/dL, respectivamente, lo cual nos dice que nuestros resultados son muy similares, con la di-

ferencia que nosotros utilizamos muestras venosas y capilares.

En nuestro país, la mayoría de los hospitales no pueden procesar una muestra de glucosa en el laboratorio clínico cada hora por cada paciente, por lo cual resulta-

Cuadro III. Medias de diferencias y límites de concordancia de cada método.

Método	Diferencia media	Límite inferior (IC _{95%})	Límite superior (IC _{95%})
Ascensia Elite™ capilar	-5.47	-54.7 (-44.2 a -65.3)	43.82 (33.3 a 54.4)
Ascensia Elite™ venosa	-5.87	-54.1 (-43.0 a -65.2)	42.4 (31.3 a 53.5)
Precision Q·I·D capilar	-9.46	-57.7 (-39.8 a -75.5)	38.7 (20.9 a 56.6)
Precision Q·I·D venosa	-12.04	-57.2 (-35.9 a -78.5)	33.1 (11.8 a 54.4)
SureStep™ Plus capilar	-9.40	-48.0 (-33.8 a -62.3)	29.2 (15.0 a 43.5)
SureStep™ Plus venosa	-10.43	-50.89 (-35.1 a -68.5)	30.0 (14.7 a 48.0)

Cuadro IV. Coeficiente de variación de los tres sistemas a la cabecera del paciente.

Sistema	Coeficiente de variación
Ascensia Elite™	7.80%
Precision Q·I·D	12.31%
SureStep™ Plus	5.70%

ría ser muy difícil aplicar un tratamiento intensivo con insulina y ajustarlo a los resultados; el uso de sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente podría ser una alternativa con el conocimiento previo de que los resultados obtenidos podrían para muestra capilar, infraestimar -53.46 mg/dL o sobreestimar + 37.24 mg/dL con respecto al valor real de glucosa, y para muestra venosa podrían infraestimar -54.06 mg/dL y sobreestimar + 35.16 mg/dL.

En conclusión, la estadística aplicada a los tres sistemas de medición de glucosa a la cabecera del paciente, mostró que los tres sistemas evaluados fueron muy similares, aunque el que presentó mejor coeficiente de correlación, coeficiente de determinación, coeficiente de variación y límites de concordancia fue el sistema SureStep™ Plus. El uso de estos sistemas en el tratamiento intensivo con insulina no se ha determinado, se requieren estudios que evalúen su eficacia, seguridad y los efectos en las decisiones terapéuticas con el método del error de gráfica de Curke.

REFERENCIAS

1. Wolfe RR, Allsop JR, Burke JE. Glucose metabolism in man: responses to intravenous glucose infusion. *Metabolism* 1979; 28: 210-220.
2. Wolf RR, Herndon DN, Jahoor F, Miyoshi H, Wolfe M. Effect of severe burn injury on substrate cycling by glucose and fatty acids. *N Engl J Med* 1987; 317: 403-408.
3. Shangraw RE, Jahoor F, Miyoshi H et al. Differentiation between septic and postburn insulin resistance. *Metabolism* 1989; 38: 983-989.
4. Mizock BA. Alterations in carbohydrate metabolism during stress: a review of the literature. *Am J Med* 1995; 98: 75-84.
5. McCowen KC, Malhotra A, Bistrian BR. Stress-induced hyperglycemia. *Crit Care Clin* 2001; 17: 107-124.
6. Fietsam R Jr, Bassett J, Glover JL. Complications of coronary artery surgery in diabetic patients. *Am Surg* 1991; 57:551-557.
7. O'Neill PA, Davies I, Fullerton KJ, Bennett D. Stress hormone and blood glucose response following acute stroke in the elderly. *Stroke* 1991; 22: 842-847.
8. Scott JE, Robinson GM, French JM, O'Connell JE, Alberti KG, Gray CS. Glucose potassium insulin infusions in the treatment of acute stroke patients with mild to moderate hyperglycemia: the Glucose Insulin in Stroke Trial (GIST). *Stroke* 1999; 30: 793-799.
9. Van Den Berghe G, Wouters P, Weekers F et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; 345: 1359-1367.
10. *SureStep™ Pro, Technical Bulletin*, Number 054-867A, 1997.
11. Altman DG, Bland JM. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 33: 307-310.
12. Sacks DB. *Carbohydrates*. In: Burtis CA, and Ashwood ER editors. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1994: 959.
13. Clement S, Braithwaite SS, Magee MM, Ahmann A, Smith EP, Schaffer RG. Management of Diabetes and Hyperglycemia in Hospitals. *Diabetes Care* 2004; 27: 553-583.
14. Ray JG, Hamielec C, Mastracci T. Pilot study of the accuracy of bedside glucometry in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2001; 29: 737-748.

