

## Correlación de las mediciones rutinarias de glucosa sanguínea, con las de tiras cromógenas y las de un sensor por electrodos

Carlos López Candiani,\* Laura Álvarez Gallardo\*

### RESUMEN

**Objetivo.** Comparar la determinación de glucosa realizada en el laboratorio central del Hospital contra el obtenido con dos tiras reactivas: una cromógena de lectura visual y otra obtenida en un aparato con sensor por electrodos (TSE) y lectura electrónica.

**Diseño.** A la sangre de 150 recién nacidos en quienes se les determinó glucemia, se les hizo también la medición de la glucosa a dos tiras reactivas.

**Resultados.** El coeficiente de correlación de Pearson entre glucemia y la determinación semicuantitativa con tira cromógena fue de 0.74 con un error típico de 49 mg/dL, y entre la glucemia y la determinación con tira reactiva por tecnología de sensor por electrodos la cual fue de 0.93 ( $p < 0.001$ ) con error típico de 25.8 mg/dL.

**Discusión.** La correlación de la glucemia con la tira reactiva que utiliza tecnología de sensor por electrodos mostró mejor correlación que hecha con la tira reactiva cromógena de lectura visual.

**Palabras clave:** Glucosa, tira reactiva, tecnología de sensor por electrodos, determinación a la cabecera, recién nacido.

### SUMMARY

**Objective.** To compare the seric glycemia determined in central laboratory with two strips point-of-care: chromogen and ion selective electrode technology.

**Methods.** In newborns with medical indication for determination of glycemia, we take two drops of the waste blood to semiquantitative determination of glucose with both strips.

**Results.** We find a Pearson's coefficient between seric glucose and chromogen strip of 0.741 with a typical error of 49 mg/dL; and a Pearson's correlation between seric glucose and ion selective electrode technology of 0.935 ( $p > 0.001$ ) with typical error of 25.82 mg/dL.

**Discussion.** We find better correlation seric glucose and ion selective electrode technology than with chromogen strip in newborns.

**Key words:** Glucose, reactive, strips, ion selective electrode technology.

La regulación de glucosa por el neonato tiene la finalidad de mantener una adecuada concentración de ella circulando en la sangre para satisfacer las demandas energéticas de las células, sobre todo en el sistema nervioso central;<sup>1</sup> es frecuente que en diversas enfermedades se observen trastornos en su regulación,<sup>2</sup> por lo que es muy importante conocer su concentración en los neonatos enfermos.

Hay informes que asocian un desarrollo neurológico deficiente con hiperglicemia;<sup>3</sup> sin embargo, lo que está mejor documentado es el daño cerebral por hipoglicemia.<sup>4</sup> Este problema puede ser causa de crisis convulsivas

en el periodo neonatal<sup>5,6</sup> y hay informes que señalan cambios cerebrales secundarios a la hipoglicemia, probados en estudios de imágenes cerebrales, principalmente de ultrasonido y de resonancia nuclear magnética.<sup>7</sup> La rapidez con que se instituya el tratamiento dependerá del diagnóstico precoz de este problema. Es por eso que la rápida medición de glucosa es esencial entre los cuidados de los recién nacidos.<sup>8</sup>

Desde hace algunos años han utilizado en los adultos técnicas de determinación semicuantitativa de glucosa en la cabecera de los pacientes; se han usado tiras reactivas que desarrollan color al contacto con la sangre y en años recientes han aparecido en el mercado diversos aparatos que miden por colorimetría al introducir la tira reactiva. La medición, es automática y el cambio de co-

\* Instituto Nacional de Pediatría.

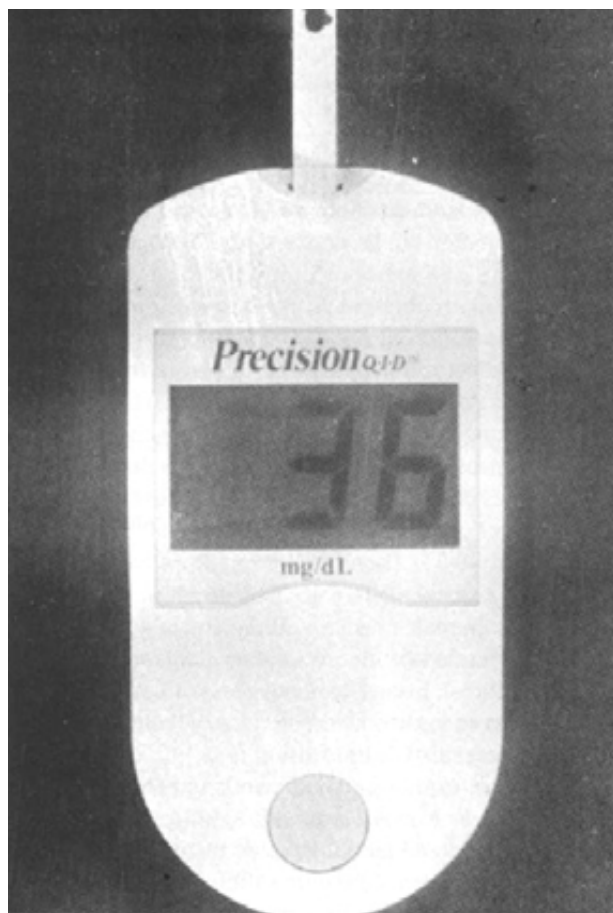


Figura 1. Glucómetro con tecnología de sensor por electrodos.

lor es registrado por el aparato en una cifra de glucosa que aparece en la pantalla. Por supuesto, han aparecido estudios que tratan de probar la validez de los resultados obtenidos con estos instrumentos;<sup>9</sup> a este respecto Taylor<sup>10</sup> informa que en uno de estos equipos (Visión Machine, Abbott) la medición de la glucosa será interferida por la bilirrubina sérica, cuando ésta se encuentra alta en neonatos.

Los glucómetros aparecieron recientemente en el mercado, han cambiado la técnica de medición de la glucosa; la glucosa oxidada unida a un sustrato de membrana polimérica en el electrodo, dentro de una tira reactiva de cuatro capas, cataliza la oxidación de D-glucosa a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno, el cual se difunde a un electrodo amperométrico. La corriente generada es proporcional a la concentración de la glucosa en la muestra sanguínea.<sup>11</sup> Con este método se usan 3.5 microlitros de sangre y el resultado se obtiene en 20 segundos en una pantalla electrónica de biosensor (Figura 1). La prueba se inicia cuando hay suficiente sangre en la

zona reactiva de la tira, de tal modo que si no ésta es insuficiente no dará ninguna lectura, por lo que se evitan los resultados falsos.

El presente estudio tuvo como objetivo la concentración de la glucosa sérica obtenida por un procedimiento de rutina con la determinación hecha mediante tira reactiva con tecnología de sensor por electrodos y con la tira reactiva cromógena de comparación visual que se contrasta con una tabla de colores.

Se decidió realizar la comparación con esta segunda tira reactiva debido a que en la unidad de cuidados intensivos neonatales del Hospital es el método de rutina para determinación rápida de la glucosa sanguínea.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron en el estudio los recién nacidos hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos neonatales que ingresaron entre el 1° de junio y el 30 de noviembre de 1998. En todos ellos se obtuvo la muestra de sangre por indicación clínica, para conocer la concentración de la glucosa. Un milímetro de sangre total se envió al laboratorio central para realizar la determinación de la glucosa con el método enzimático de hexocinasa en un aparato Synchron CX9 en Beckman, completamente automatizado. De la sangre de «desecho» de la jeringa se tomaron dos gotas; la primera se colocó en una tira reactiva Dextrostix II, para determinación semicuantitativa; una enfermera entrenada siguió las instrucciones del fabricante respecto al tiempo de secado y lectura y registró su resultado.

Cuando la lectura colorimétrica se encontraba entre dos de los colores de la escala, se tomó la cifra media entre ambas. La segunda gota se colocó en la tira reactiva para lectura en un sensor por electrodos (TSE) (Medisense, Abbott) con tres electrodos y se procedió a la lectura electrónica en un aparato (biosensor) Precisión QID (Medisense, Abbott). La medición fue automática y el resultado se obtuvo en 20 segundos. Este procedimiento se realizó exclusivamente por los autores, después de haberse capacitado en el uso del biosensor. La enfermera que realizó la lectura en la tira reactiva cromógena no conoció los resultados obtenidos por el sistema con TSE al momento de realizar la lectura.

Se anotaron los datos de identificación de cada paciente y los resultados de la glucosa obtenidos por los tres métodos. Se midió el grado de correlación lineal mediante el coeficiente de Pearson; se calculó el error típico y la variación entre los promedios. El proyecto fue autorizado por los comités de investigación y ética del Hospital.

## RESULTADOS

Se estudiaron 150 muestras de sangre. Al comparar la concentración de glucosa sérica con la obtenida mediante tiras reactivas cuya medición se obtuvo por electrodos, el coeficiente de correlación fue de 0.935 ( $p < 0.001$ ) con un error típico de 25 mg/dL y una variación de los promedios de 4.9%. Por otro lado, comparar la medición de la glucosa con la obtenida con la tira reactiva cromógena, de lectura visual, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.741 ( $p < 0.001$ ) con error típico de 49 mg/dL y una variación de los promedios de -8.0%. La gráfica se muestra en la figura 2.

## DISCUSIÓN

Es evidente que la determinación de la glucosa a través del método electrónico que usa un sensor por electrodos, correlaciona mejor que el obtenido con una tira reactiva cromógena ( $r$  0.935 vs 0.741). Conrad y col.<sup>12</sup> encontraron valores de  $r$  entre 0.73 y 0.83, al comparar tres tiras reactivas cromógenas contra el analizador de la glucosa sérica en el laboratorio.

La metodología de las tiras reactivas cromógenas tiene varios pasos donde se pueden cometer errores: que haya una cantidad insuficiente de sangre para cubrir por completo la zona reactiva, que ocurran variaciones en el tiempo de la aplicación de la muestra al momento del lavado, del tiempo de lavado o bien el de lectura y, en la comparación del color de la tira contra colores dados por el fabricante. Esto puede ser por la luz ambiental y por la subjetividad en la comparación de los colores. Al usar

un método electrónico, se pueden evitar ciertos factores y disminuir también error humano, ya que sólo se requiere colocar una gota de sangre en el aparato.<sup>13</sup> Perelman y col.<sup>14</sup> compararon glucemia estimada por tira reactiva con la obtenida por la lectura óptica ( $r = 0.689$ ) y con la lectura electrónica ( $r = 0.774$ ).

En otro estudio se comparó las mediciones del analizador plasmático del laboratorio central contra glucómetros que utilizan métodos colorimétricos y con sensor electroquímico, obteniendo coeficientes de correlación de 0.98 para el primero y de 0.96 para este último.<sup>15</sup>

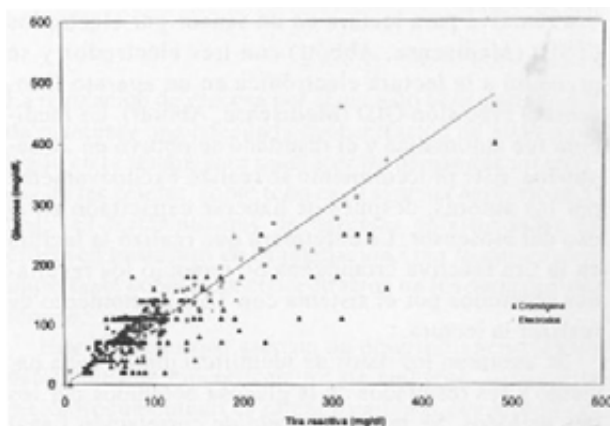
Los resultados obtenidos en el presente estudio con la tira reactiva por TSE, son alentadores para su uso en neonatos. Se obtuvo una correlación similar a estudios previos hechos en neonatos con tiras con tecnología de sensor, pero con sólo dos electrodos, como el Elite (Ames) ( $r = 0.93$ )<sup>16</sup> y fue superior a lo encontrado por Garland<sup>13</sup> con el One Touch II ( $r = 0.77$ ). Giep<sup>11</sup> encontró que no hay interferencia en este sistema a diferentes hematocritos, por lo que se puede usar en recién nacidos. Una ventaja adicional es la pequeña cantidad de muestra requerida para la medición (3.5 microlitros), lo cual disminuye las pérdidas sanguíneas iatrogénicas en los neonatos enfermos, y reduce, potencialmente, la necesidad de transfusión.<sup>17</sup>

Hay pocos estudios que utilizan la tira reactiva de sensor con tres electrodos. La ventaja al utilizar estas tiras, es que el electrodo adicional sirve de testigo para verificar que hay una muestra de sangre suficiente para la prueba.

En base a los resultados obtenidos se concluye que la determinación de glucosa con tira reactiva mediante tecnología por electrodos, tiene una mejor correlación con la glucemia sérica obtenida con la tira reactiva cromógena de lectura visual, por lo que se recomienda el uso de las tiras reactivas con tecnología de sensor por electrodos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. De la Vega DC. Mecanismos de glucoregulación en el neonato. *Acta Pediatr Mex* 1998; 19: 63-68.
2. Wilker RE. Hypoglycemia and hiperglycemia. In: Cloherty JP, Stark AR (eds): *Manual of neonatal care*. 4<sup>th</sup> ed, Philadelphia: Lippincott-Raven 1998: 545-553.
3. Cornblath M, Schwartz R, Aynsley-Green A, Lloyd JK. Hypoglycemia in infancy: The need for a rational definition. *Pediatrics* 1990; 85: 834-837.
4. Levit-Katz LE, Stanley Ch. Disorders of glucose and others sugars. In: Spitzer AR (ed): *Intensive care of the fetus and neonate*. St Louis: Mosby 1996: 982-992.
5. Evans D, Levene M. Neonatal seizures. Fetal Neonatal Edition. *Arch Dis Child* 1998; 78 (1): F 70-75.
6. Lombroso CT. Neonatal seizures: a clinician's overview. *Brain & Develop* 1996; 18: 1-28.
7. Kinnala A, Rikalainen H, Lapinleimu H, Parkkola R, Korman M, Kero P. Cerebral magnetic resonance imaging and ultrasonography findings after neonatal hypoglycemia. *Pediatrics* 1999; 103: 724-729.



**Figura 2.** La línea muestra la relación perfecta teórica con la glicemia. Se observa la dispersión de los datos con tira reactiva cromógena (triángulos) y con tecnología de sensor por electrodos (círculos).

8. Lin HC, Maquire C, Oh W, Corvett R. Accuracy and reliability of glucose reflectance meters in the high-risk neonate. *J Pediatr* 1989; 115: 998-1000.
9. Innanen VT, Korogyi N, Mellor L, Ambus T, Kenshole A. Bedside monitoring of the blood glucose level: the high cost of reliable result. *Can Med Assoc J* 1989; 140: 899-901.
10. Taylor HM. Bedside testing of the blood glucose level in neonates: What to use? *Can Med Assoc J* 1990; 142: 802.
11. Giep TN, Hall RT, Harris K, Barrick B, Smith S. Evaluation of neonatal whole blood *versus* plasma glucose concentration by ion-selective electrode technology and comparison with two whole blood chromogen test strip methods. *J Perinatol* 1996; 16: 244-249.
12. Conrad PD, Sparks JW, Osberg I, Abrams L, Hay WW Jr. Clinical application of a new glucose analyzer in the neonatal intensive care unit: comparison with other methods. *J Pediatr* 1989; 114: 281-7.
13. Garland J, Alex C, Gleisberg D, Havens P. Clinical utility of a glucose reflectance meter for screening neonates for hypoglycemia. *J Perinatol* 1996; 16: 250-253.
14. Perelman RH, Gutcher GR, Engle MJ, MacDonald MJ. Comparative analysis of four methods rapid glucose determination in neonates. *Am J Dis Child* 1982; 136: 1051-1053.
15. Innanen VT, Barqueira de Campos F. Point-of-care glucose testing: cost savings and ease of use with the Ames Glucometer Elite. *Clin Chem* 1995; 41: 1537-1538.
16. Innanen VT, DeLand ME, de Campos FM, Dunn MS. Point-of-care glucose testing in the neonatal intensive care unit is facilitated by the use of the Ames Glucometer Elite electrochemical glucose meter. *J Pediatr* 1997; 130: 151-155.
17. Bruns DE. NACB special conference on point-of-care testing. *Clin Chem* 1994; 40: 2124-2126.

Correspondencia:  
 Dr. Carlos López Candiani  
 Av. Insurgentes Sur No. 3700-C.  
 Col. Insurgentes Cuicuilco 04530,  
 México, D. F.  
 Teléfono 56-06-00-02 ext. 170  
 Fax: 5666-6937  
 Apdo. Postal 101-10  
 Coyoacán, 04530, D. F.