

Coeficiente de correlación intraclass vs correlación de Pearson de la glucemia capilar por reflectometría y glucemia plasmática

Carlos Gerardo Esquivel Molina,* Víctor Manuel Velasco Rodríguez,** Enrique Martínez Rubin de Celis,***
Enrique Barbachano Rodríguez,**** Gabriela González Ávila,¹ Cristóbal Ernesto Castillo Ruiz²

RESUMEN

Antecedentes: en pacientes con diabetes descontrolada los resultados de la glucemia, con mediciones cuantitativas con reflectómetro, son de alta correlación con r_p de 0.97 a 0.98, lo cual da la impresión de que puede ser de gran utilidad clínica. Éste ha sido el concepto durante los últimos años; sin embargo, la correlación simple de Pearson, con distribución bivariada, se utiliza habitualmente para evaluar la concordancia entre las variables numéricas continuas, pero no mide el posible sesgo sistemático. Se recomienda el análisis de variancia cuando las variables son numéricas con el coeficiente de correlación intraclass.

Objetivos: evaluar y contrastar, en la medición de glucosa por reflectometría y glucosa plasmática, la correlación de Pearson y el coeficiente de correlación intraclass en dos muestras piloto.

Pacientes y método: estudio prospectivo, cegado y transversal contrastado que incluyó dos muestras: una de 18 y otra de 151 pacientes. Se midió la glucemia capilar, por reflectometría y venopunción con autoanalizador, con el método de glusaoxidasa-peroxidasa. Se utilizó el análisis descriptivo y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución. El análisis se hizo con correlación de Pearson con IC 95% z_r y coeficiente de correlación intraclass con análisis de variancia ANOVA IC 95%. Se utilizó el paquete estadístico SPSS V 8.0, Microsoft Excel 2000.

Resultados: en la muestra piloto la correlación de Pearson fue = 0.9063 IC 95% z_r (0.839-0.942) y el coeficiente de correlación intraclass fue = 0.8853 IC 95% (0.7203-0.9555), $F = 16.447$, $p = 0.0000$. La correlación para la muestra de 151 pacientes fue = 0.9797 IC 95% z_r (0.954-0.984) y el coeficiente de correlación intraclass fue = 0.9776 IC 95% (0.9693-0.9837).

Conclusiones: en este estudio se demuestran las ventajas de utilizar y detectar el sesgo sistemático con el coeficiente de correlación intraclass en lugar de la correlación de Pearson para la concordancia entre reflectometría y glucemia plasmática, cuantificado como variable numérica continua.

Palabras clave: concordancia, variables numéricas continuas, glucometría cuantitativa.

ABSTRACT

Background: Bedside blood glucose quantitative measurements with reflectometry in uncontrolled diabetic patients give a high correlation with r_p from 0.97 to 0.98, which is thought to have a great clinical utility. This has been the concept during the last years; however the simple correlation of Pearson (r_p), with bivariated distribution is used to evaluate agreement among continuous numeric variables, but this does not measure the possible systematic bias, the advisable one is the variance analysis when the variables are numeric with the intra-class coefficient correlation (CCI).

Objectives: To assess and to contrast r_p and CCI in two samples the glucose measurements by reflectometry and plasmatic glucose.

Patients and methods: In a prospective, blinded, crossover contrasted study two samples were included with 18 and 151 subjects each. It was measured the capillary glycemia, by reflectometry and by venopuncture with self-analyzer with the glucose oxidase-peroxidase method. Descriptive analysis was used, as well as test of Kolmogorov-Smirnov (K-S) for distribution determination. The analysis was done with r_p , IC 95% z_r and CCI with variance analysis ANOVA IC 95%. Statistical package: SPSS V 8.0. Microsoft Excel 2000.

Results: We obtained the following results in the pilot sample $r_p = 0.9063$ IC 95% z_r (0.839-0.942) and CCI = 0.8853 IC 95% (0.7203-0.9555), $F = 16.447$ $p = 0.0000$. Correlation for the sample of 151 with $r_p = 0.9797$ IC 95% z_r (0.954-0.984). Intra-class coefficient correlation (CCI) = 0.9776 IC 95% (0.9693-0.9837).

Conclusions: This study shows the advantage of using and detecting the systematic bias with CCI instead of r_p for agreement between reflectometry and plasmatic glycemia quantified as continuous numeric variables.

Key words: agreement, continuous numerical variables, quantitative glycometry.

* Médico internista adscrito al Hospital de Especialidades número 71 del IMSS, CMN de Torreón, Coahuila.

** Coordinador de Investigación Clínica de la Delegación Coahuila del Instituto Mexicano del Seguro Social.

*** Profesor e investigador del CIGA-ITA10 de Torreón, Coahuila.

**** Médico internista e infectólogo adscrito al Hospital de Especialidades número 71 del IMSS, CMN de Torreón.

¹ Médico de urgencias del Hospital General de Zona número 46 del IMSS, Gómez Palacio, Delegación Durango.

² Médico internista adscrito al Hospital de Especialidades número 71 del IMSS, CMN de Torreón, Coahuila.

Correspondencia: Dr. Carlos Gerardo Esquivel Molina. Av. Aconchagua 160 norte, colonia Cesar G. Meraz, Ciudad Lerdo, Durango, México. CP 35169. Tel.: (01-871) 725-0312 ó 725-9416.

E-mail: cgesqui@hotmail.com y cgesqui1@yahoo.com.mx

Recibido: agosto, 2004. Recibido: enero, 2006.

La versión completa de este artículo también está disponible en internet: www.revistasmedicasmexicanas.com.mx

En la medicina, la medición de una variable es de gran importancia para tomar decisiones acerca de cambios en el tratamiento o para asumir cierta actitud ante alguna enfermedad. La medición debe estar compuesta por dos características: validez (medir realmente lo que se quiere) y consistencia (repetición).¹ La inconsistencia de una medición se rige por la variabilidad de la enfermedad, por el método o instrumento para la medición y por el observador.² La correlación de una variable al azar, medida por dos observadores, métodos o instrumentos, sólo mide la tendencia en la intensidad de relación entre las variables y no la concordancia, que se entiende como el grado de acuerdo o consistencia externa. En algunos estudios se utiliza la correlación de Pearson para determinar la validez y consistencia de las observaciones de dos o más personas. Se toman en cuenta variables numéricas continuas sin considerar que este tipo de estadístico (r_p) no discrimina los posibles sesgos sistemáticos, ya que implica errores, como: diseño del trabajo, muestreo, azar, recolección de datos y análisis.³⁻⁸ En el caso de los reflectómetros para medir la glucosa capilar, el coeficiente de Pearson varía según la marca (de 0.97 a 0.981).⁵ Sin embargo, cuando se requiere medir en escala numérica continua la consistencia, la concordancia o el grado, de acuerdo con uno o más observadores o instrumentos, se recomienda utilizar el análisis de variancia con el coeficiente de correlación intraclass, el cual analiza la variabilidad de los pacientes que se evalúan, de los observadores o aparatos y del error residual.⁹⁻¹¹ En este estudio se evaluó y contrastó la correlación de Pearson (r_p) y el coeficiente de correlación intraclass. Las dos muestras (una piloto de 18 personas y otra de 151) tuvieron datos derivados de la medición de la glucosa capilar por reflectometría y de la glucosa venosa plasmática.

MATERIAL Y MÉTODOS

Objetivo: evaluar y contrastar la correlación de Pearson (r_p) y el coeficiente de correlación intraclass en dos muestras de datos derivados de la medición de la glucosa por reflectometría y la glucosa plasmática. Se utilizaron dos unidades de relación: una muestra piloto de 18 personas y otra de 151.

Diseño: prospectivo, ciego y transversal contrastado.

Tamaño de la muestra y muestreo

Lugar: se realizó en el Departamento de Urgencias del Hospital General de Zona 16 del Instituto Mexicano del Seguro Social del CMN de Torreón, Coahuila.

Tamaño de la muestra: estudio piloto con 18 personas para determinar el tamaño de la muestra y comparar dos correlaciones: $n = 3 + K/(C_1 - C_2)^2 = 47$; con $\alpha = 0.05$ y $\beta = .80$ para una sola cola.¹²

Muestreo: se obtuvieron muestras de sangre capilar y venosa de 151 pacientes. Se incluyeron personas mayores de 16 años con diagnósticos diversos, como: diabetes mellitus 1 ó 2, sepsis, traumatismo craneoencefálico, politraumatismos, enfermedad vascular cerebral e insuficiencia renal crónica. Se incluyeron todos los pacientes con hipoglucemia e hiperglucemia.

Mediciones: la glucemia se midió por: 1) muestra capilar que se evaluó por reflectometría (espectrometría por reflectancia) con medidor de glucosa (Accutrend Sensor, Roche Diagnósticos) y 2) sangre venosa obtenida por venopunción, que midió la glucosa plasmática con autoanalizador por el método de glucosaoxidasa-peroxidasa (Beckman C5 Cincron, Bayer). Los pacientes y el personal que tomó las muestras y las procesó en el laboratorio desconocían el propósito del estudio.

ANÁLISIS estadístico: correlación de Pearson para variables continuas con intervalos de confianza Z_α al 95%, y concordancia con el coeficiente de correlación intraclass para variables continuas con la fórmula propuesta por Bartko (1966) y Fleiss (1981); coeficiente de correlación intraclass = $msS-msR/ msS+msR+2(msO)$, con prueba F para análisis de variancia ANOVA. También, se realizó concordancia y evaluación de sesgo sistemático por el método de Bland y Altman (1986) y Kaplan-Meier.¹³ La distribución de las variables se analizó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó el paquete estadístico SPSS V8.0 y Microsoft Office Excel 2000.

Definición de coeficiente de correlación intraclass: de acuerdo con la fuerza de concordancia, se consideró muy buena cuando se encontraron valores > 0.90 , buena con cifras de 0.71 a 0.90, moderada cuando éstas

fueron de 0.51 a 0.70, mediocre con valores de 0.31 a 0.50 y mala o nula con valores < 0.30.^{1,9-11,14}

RESULTADOS

De los 151 pacientes, 62 tenían diabetes mellitus 2 (41.05%) y el resto distintos padecimientos (58.9%). El tiempo para recibir el resultado de la glucemia plasmática, después de que se tomó la muestra venosa, fue siempre menor a 45 minutos. De los pacientes de la muestra, 75 (49.05%) tenían hematocrito < 37, a 20 (11.25%) se les administró metamizol y a 9 (5.9%) ácido ascórbico intravenoso. En el cuadro 1 se expone el análisis descriptivo exploratorio de la muestra

Cuadro 1. Análisis descriptivo exploratorio de las muestras

N.º de pacientes	Parámetros estadísticos	Reflectometría	Glucemia plasmática
18	Media	134.94	134.94
	DE	±28.9	±36.4
	EE	6.8	8.6
	Prueba K-S	.204	0.150
	Valor de p	0.045	0.200
	CV	21.42	26.97
	Media	181.1	191.4
	DE	±123.4	±131.7
	EE	10.04	10.72
	Prueba de K-S	0.193	0.191
151	Valor de p	0.000	0.000
	CV	68.139	68.80

DE: desviación estándar; EE: error estándar; KS: prueba de Kolmogorov- Smirnov; p: probabilidad de la prueba KS; CV: coeficiente de variación.

piloto (18 pacientes) y de la muestra de 151 pacientes. También, las pruebas para las variables implicadas en la unidad de relación y el coeficiente de variación. Los cuadros 2 y 3 del análisis de variancia revelan los resultados para las dos muestras. Para la de 151 pacientes el coeficiente de correlación intraclass fue de 0.9776878 IC 95% 0.9693634-0.9837690. La correlación de Pearson fue de 0.9797 IC 95% z_r (0.954-0.984) (figura 1). Para la muestra piloto, la correlación de Pearson fue de 0.9063 IC 95% z_r de 0.839-0.942 (figura 2) y el coeficiente de correlación intraclass de 0.8853683 IC 95% (0.7203731-0.9555242) con F = 16.447 y p = 0.0000 (cuadro 3). En las figuras 3 y 4 se midió la concordancia por el método gráfico de Bland y Altman a dos desviaciones estándar (n = 18 con sesgo de 7,000, precisión de 27.22 y n = 151, con sesgo de 9.33 y precisión de

Cuadro 2. Análisis de variancia ANOVA de reflectometría/glucemia de 151 pacientes

Fuente de variancia	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrada	F	Prob.
Entre la gente msS	4836105.8874	150	32240.7059		
Dentro de la gente	61134.5000	151	404.8642		
Entre medidas msO	6573.7781	1	6573.7781	18.0728	0.0000
Residuales msR	54560.7219	150	363.7381		
Total	4897240.3874	301	16269.9016		
Gran media			185.8311		

Coeficiente de correlación intraclass CCI = msS-msR/ msS+msR+2 (msO).

$$CCI = \frac{4836105.8874 - 54560.7219}{4836105.8874 + 54560.7219 + 2} = \frac{4836105.8874 - 54560.7219}{4897240.3874} = 0.9776878$$

$$IC\ 95\% (0.9693634 - 0.9837690) = 0.0144056$$

$$F = \frac{msS}{msR} = \frac{4836105.8874}{54560.7219} = 88.6$$

$$Sig. = .00000$$
 (valor de la prueba = 0.00000).

5.76). En las figuras 5 y 6 se encuentran las gráficas de Kaplan-Meier, en las cuales el eje horizontal representa la diferencia absoluta entre dos mediciones para cada sujeto y el eje vertical la proporción de casos en el que las discrepancias igualan, al menos, cada una de las diferencias observadas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La obtención del mismo resultado entre uno y más observadores se conoce como consistencia externa (grado de acuerdo y concordancia) de una medición en trabajos científicos.¹ La escala en que se encuentre la variable a estudiar es de vital importancia para determinar el estadístico a utilizar. Así, en la consistencia externa para variables nominales con matriz de cuadro de 2 x 2 tenemos el porcentaje de concordancia inter-intra-observador, kappa por azar y el coeficiente fi φ.¹⁵ La kappa ponderada y el coeficiente de concordancia Kendall W es el grado de acuerdo para variables ordinales con matriz de un cuadro R x R y

Cuadro 3. Análisis de variancia ANOVA de reflectometría/glucemia de 18 pacientes

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrada	F	Prob.
Entre la gente msS	34752.8889	17	2044.2876		
Dentro de la gente	2554.0000	18	141.8889		
Entre medidas msO	441.0000	1	441.0000	3.5480	0.076
Residuales msR	2113.0000	17	124.2941		
Total	37306.8889	35	1065.9111		
Gran media			138.4444		

Coeficiente de correlación intraclass CCI = $msS-msR/(msS+msR+2(msO))$
 $CCI = 34752.8889-2113.0000/34752.8889 + 2113.0000 + 2(441.0000) = 0.8853683$ IC 95% (0.7203731-0.9555242) $F = msS/msR = 34752.8889/2113.0000 = 16.447$
 Sig. = 0.00000 (Valor de la prueba = 0.00000).

su estadístico adecuado.¹⁶⁻¹⁸ Sin embargo, las variables categóricas cualitativas no ofrecen tanta información objetiva como las numéricas cuantitativas. Para la medición de la concordancia para variables continuas se recomienda el uso del estadístico coeficiente de correlación intraclass, el cual evalúa el posible sesgo sistemático.⁹⁻¹¹ A finales del decenio de 1970 y

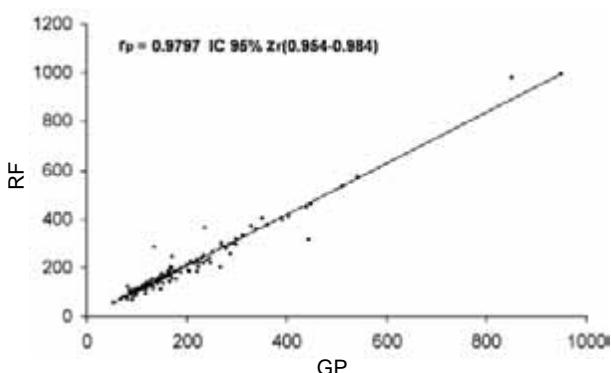


Figura 1. Correlación reflectometría RF/glucosa plasmática (GP). Correlación de Pearson (r_p) de GP/RF medida en mg. Intervalos de confianza (IC) Z_r al 95%. RF: reflectometría. GP: glucosa plasmática.

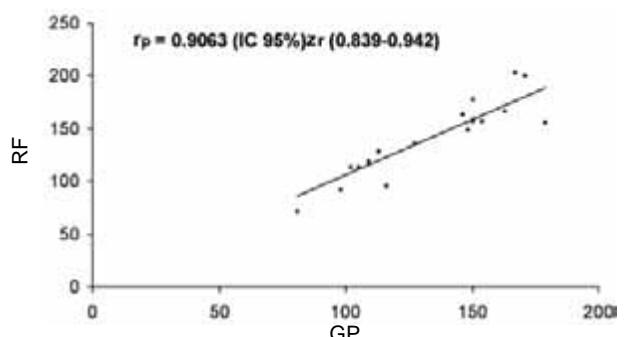


Figura 2. Correlación de Pearson en (r_p) 18 sujetos, sobre RF/GP.

principios del de 1980, con el uso de reflectómetros con aparatos que hacían mediciones de glucemia capilar, con números continuos y comparados con los métodos convencionales con autoanalizadores, se trató de establecer la concordancia entre estos dos métodos con estadísticos como la r de Pearson

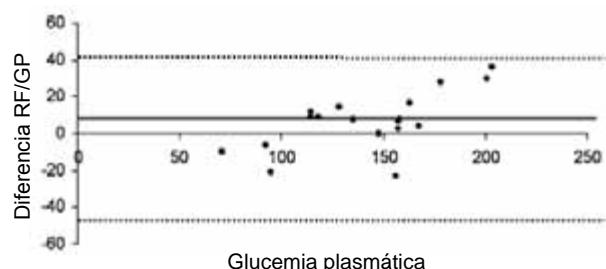


Figura 3. Análisis de concordancia por el método de Bland y Altman, entre reflectometría y glucemia plasmática RF/GP, a 2 DE. n = 18 sesgo (—) = 7,000 precisión = 27.22 (----) intervalos de concordancia 95%, (····) = (-54.07; 40.07).

y se obtuvo rp que variaba de 0.689 a 0.774.^{19,20} En el decenio de 1980, y de acuerdo con la evolución de la monitorización electrónica de la glucemia capilar, la correlación de Pearson se siguió utilizando y se obtuvo rp de 0.76 a 0.83.²¹ A finales del decenio de 1990 esto mejoró significativamente, con rp de valores de 0.97 a 0.98, que dependían de la marca del reflectómetro.⁵ Esto confirmó que la monitorización de la glucemia capilar en la casa y al lado de la cama del enfermo evita las complicaciones a largo plazo de los pacientes con diabetes mellitus 1 y 2. También reducen la mortalidad y morbilidad, como las dismetabolias relacionadas con los carbohidratos.^{22,23} Sin embargo, en la mayor parte de los estudios publicados de concordancia, en los que se comparan aparatos reflectómetros y su estándar

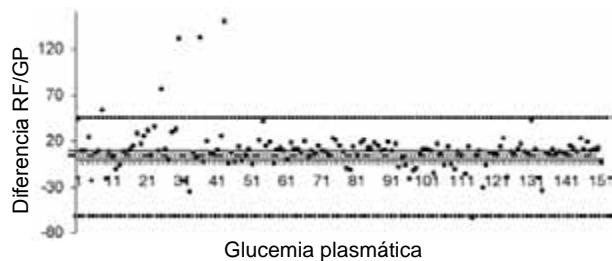


Figura 4. Análisis de concordancia por el método de Bland y Altman entre reflectometría y glucemia plasmática a 2 DE. $n = 151$ sesgo (—) = 9.33 precisión = 5.76 (---) intervalos de concordancia al 95% (.....) = (-64.75; 46.09).

de oro de la medición de la glucemia plasmática, se utiliza el estadístico de la r de Pearson, el cual evalúa la intensidad de la relación lineal entre las mediciones, pero no proporciona información del acuerdo observado al ignorar las diferencias sistemáticas como con el coeficiente de correlación intraclass.¹⁴ En este estudio se demuestra, con los resultados del cuadro 1, que la muestra piloto (18 pacientes) carece de dos de las

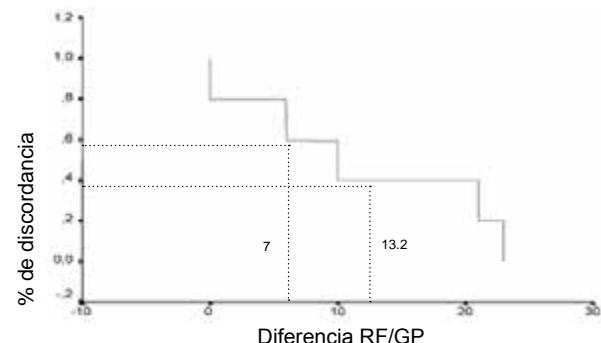


Figura 6. Análisis de proporción de casos donde las discrepancias igualan, al menos, cada una de las diferencias observadas por el método de Kaplan-Meier. Promedio de la diferencia RF/GP = 7% Discordancia = 60%. Concordancia = $1 - .60 = .40$ Promedio de números positivos de las diferencias = 13.2. Concordancia = $1 - .40 = .60$.

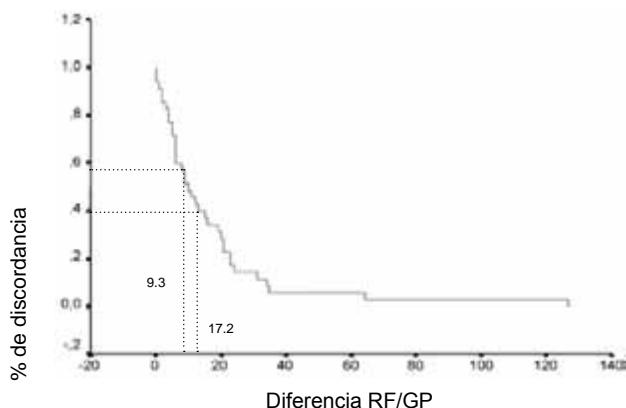


Figura 5. Análisis de proporción de casos en que las discrepancias igualan, al menos, cada una de las diferencias observadas por el método de Kaplan-Meier. Promedio diferencia RF/GP = 9.3%. Discordancia = 57%. Concordancia = $1 - .57 = .43$ Promedio de diferencias positivas = 17.2, % discordancia = .40, concordancia $1 - .40 = .60$.

asunciones para el uso del coeficiente de correlación intraclass, que es la distribución normal (prueba de K-S no significativa) de las variables implicadas en la unidad de relación y la variancia, pero no de la independencia del error. La correlación lineal y las asunciones de distribución normal bivariada no se cumplen en la muestra piloto según lo descrito por Daniel en 1999.⁶ Por lo tanto, la correlación de Pearson

en la muestra piloto y en la de 151 pacientes es casi perfecta, con r_p 0.9063 y 0.9797; los intervalos de confianza son z_r más amplios para la muestra piloto que para la muestra grande. Este efecto probablemente se debe al tamaño de la muestra, incluida en el error sistemático y al azar, que se confirma con los resultados del coeficiente de correlación intraclass que se exponen en los cuadros 2 y 3, en donde para la muestra piloto del análisis de la variancia ANOVA la prueba F no es significativa ($p = 0.076$) para la fuente de variancia entre medidas, a pesar de que el coeficiente de correlación intraclass se considera de concordancia muy buena por el resultado mostrado. En la muestra de 151 sujetos es distinto, ya que el coeficiente de correlación intraclass es de 0.9776 con IC 95% muy estrechos y con significación estadística ($p = 0.00000$). Se analizó gráficamente el sesgo sistemático por el método propuesto por Altman y Bland (1986), el cual consiste en la representación gráfica de las diferencias entre dos mediciones frente a su media.²⁴ En la muestra piloto, se sobreestima el error sistemático de +7 y el error al azar (precisión). En la gráfica 3 se ve +27.22 para un error total de 34.22, que contrasta con el error total (= 15.09) de la muestra de 151 pacientes. Se hace patente la diferencia significativa entre los métodos utilizados y las asunciones y tamaño de muestra para la pequeña y para la de 151 pacientes. Otro de los métodos para evaluar la concordancia en las variables continuas, propuesto por Luiz y sus colaboradores (2003),²⁵ utilizó el método de Kaplan-Meier para supervivencia

(figuras 5 y 6). Estas figuras hacen manifiestas las diferencias en el sesgo sistemático en la muestra piloto y en la de 151 pacientes.

Durante muchos años, en distintos estudios de concordancia el grado de acuerdo o evaluación de la consistencia externa de las variables continuas, específicamente con respecto al uso de reflectómetros comparados con autoanalizadores con diferentes métodos como éste (de glucemia plasmática con el método de glucosaoxidasa-peroxidasa), probablemente carecía de la metodología adecuada, como: causa de error sistemático, tamaño de la muestra, diseño, muestreo, azar, forma de recolección de datos o análisis.³⁻⁸ Estos estudios revelan resultados por medio del estadístico de la correlación de Pearson para darle validez y consistencia a sus observaciones, pero como no es el adecuado se tiene duda de la veracidad de los resultados de los estudios.^{19-21,23} Este error estadístico también se encuentra en otros estudios de diferentes áreas médicas en los que no se utiliza el coeficiente de correlación intraclass para evaluar el sesgo sistemático.^{4,19,26} También se confunde con el coeficiente de correlación intraclass con α de Cronbach para evaluar la consistencia interna en relación con la validez de cuestionarios en sus puntos específicos de un tema a tratar.^{27,28}

A partir de los resultados de este estudio de concordancia para variables continuas (método de glucemia capilar y venosa), se puede afirmar que el coeficiente de correlación intraclass es el análisis adecuado para este tipo de variables porque realmente mide la concordancia y no ignora el sesgo sistemático; sin embargo, se han descrito algunas limitaciones para el uso del coeficiente de correlación intraclass, como:

1. Es una prueba paramétrica, por lo tanto, se deben evaluar las violaciones a las asunciones que tiene que cumplir la muestra a estudiar, como: normalidad de la distribución de las variables, igualdad de variancias e independencia entre los errores.

2. El coeficiente de correlación intraclass depende de la variabilidad de los valores observados, de modo que tiende a ser mayor en muestras heterogéneas.

3. El coeficiente de correlación intraclass se expresa en términos absolutos, por lo que debe considerarse la significación clínica de las diferencias observadas.¹⁴ Para el uso de estadísticos, los cuales evalúan la concordancia entre las variables numéricas, es recomendable el uso

del coeficiente de correlación intraclass, el cual puede ir acompañado de algunos de los métodos gráficos descritos que garantizan la validez y la confiabilidad de los instrumentos de medida habitualmente utilizados en el caso de reflectómetros en la práctica médica. Se tiene presente que un estudio bien diseñado, ejecutado y analizado podrá fracasar si la recolección de datos es inexacta o poco confiable.

REFERENCIAS

1. Fajardo-Gutiérrez A, Yamamoto-Kimura LT, Garduño-Espinoza J, Hernández-Hernández DM, Martínez-García MC. Consistencia y validez de una medición en la investigación clínica pediátrica, evaluación y su interpretación. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991;48:367-81.
2. Fleiss JL. The measurement of interrater agreement. In: *Statistical methods for rates and proportions*. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1981;pp:212-36.
3. Milton JS. Regresión y correlación. En: Milton JS, editor. *Estadística para biología y ciencias de la salud*. 3^a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2001;pp:407-28.
4. Finnerup NB, Gyldensted C, Nielsen E, et al. MRI in chronic spinal cord injury patients with and without central pain. *Neurology* 2003;61:1569-75.
5. Solnica B, Naskalski JW, Sieradzki J. Analytical performance of glucometers used for routine self-monitoring of diabetic patients. *Clin Chim Acta* 2003;331(1-2):29-35.
6. Daniel WW. Regresión y correlación simple. En: Daniel WW, editor. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. 3^a ed. México: Uthea Noriega Editores, 1999;pp:506-9.
7. Argimón-Pallás JM, Jiménez-Villa J. Plan general de una investigación. Capítulo 2. En: Argimón-Pallás JM, Jiménez-Villa J, editores. *Métodos de investigación aplicados a la atención primaria de la salud*. Barcelona: Doyma, 1991;p:11.
8. Argimón-Pallás JM. *Tratado de epidemiología clínica*. Madrid: EMISA, 1995;pp:10-20.
9. Bartko JJ. The intraclass correlation coefficient as a measure of reliability. *Psychol Rep* 1966;19:3-11.
10. Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted Kappa and intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educ Psychol Meas* 1973;33:613-9.
11. Burdock EI, Fleiss JL, Hardesty AS. A new view of interobserver agreement. *Pers Psychol* 1963;16:373-84.
12. Velasco-Rodríguez VM, Martínez-Ordaz VA, Roíz-Hernández J, Huazano- García F, Nieves-Rentería A. Muestreo y tamaño de muestra. Una guía práctica para personal que realiza investigación. Buenos Aires: e-libro.net, 2003.
13. Cerón-Díaz UW. Errores en las mediciones en la unidad de terapia. En: Espónida-Prado JG, Sierra-Unzueta AW, Cerón-Díaz UW. *Síndromes cardiopulmonares en el paciente grave*. México: McGraw Hill Interamericana, 2001;pp:133-55.
14. Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclass. *Med Clin (Barc)* 1998;110:142-5.
15. Esquivel-Molina CG, Aguirre-Díaz A, Macías-Carrillo A, Velasco-Rodríguez VM, Martínez-Ordaz VA. Concordancia del diagnóstico

- tico radiológico en neumología. *Med Int Mex* 2003;19(3):131-6. Fe de erratas. *Med Int Mex* 2003;19(4):267.
- 16. Esquivel-Molina CG, González-Ávila G, Madero-Fernández del Castillo MA, Velasco-Rodríguez VM. Variabilidad interobservador de la medición de glucemia semicuantitativa en el departamento de urgencias de un hospital general. *Revista de Endocrinología y Nutrición* 2003;11(3):112-9.
 - 17. Berger K, Kase C, Buring JE. Interobserver agreement in the classification of stroke in the Physicians' Health Study. *Stroke* 1996;27(2):238-42.
 - 18. Siegel S. Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta. Capítulo 9. En: Las medidas de correlación y sus pruebas de significación. 3^a ed. México: Trillas, 1990.
 - 19. Perelman RH, Gutcher GR, Engle MJ. Comparative analysis of four methods for rapid glucose determination in neonates. *Am J Dis Child* 1982;136:1051-3.
 - 20. Conrad PD, Sparks JW, Osberg I, Abrams L, Hay WW. Clinical application of a new glucose analyzer in the neonatal intensive care unit: comparison with other methods. *J Pediatrics* 1989;114:281-7.
 - 21. Kabadi UM, O'Connell KM, Johnson J, Kabadi M. The effect of recurrent practice at home on the acceptability of capillary blood glucose readings. *Accuracy of self blood glucose testing. Diabetes Care* 1994;17(10):1110-23.
 - 22. Guthie RA, Guthie D, Hinnem D. Self monitoring of glucose: an important adjunct to diabetes therapy. *Compr Ther* 1986;12(1):62-66.
 - 23. American Diabetes Association. Bedside blood glucose monitoring in hospitals. *Diabetes Care* 2003;26(S1):S119.
 - 24. Bland M, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
 - 25. Luiz RR, Costa JL, Kale PL, Werneck GL. Assessment of agreement of a quantitative variable: a new graphical approach. *J Clin Epidemiol* 2003;56(10):963-7.
 - 26. Molinero LM. Errores de medida en variables numéricas correlación y concordancia. Agosto 2001. <http://www.seh-lelha.org/pdf/concor1.pdf>.
 - 27. Dombret B, Matthijs S, Sabzevar MM. Interexaminer reproducibility of ordinal and interval-scaled plaque indices. *J Clin Periodontol* 2003;30(7):630-5.
 - 28. Torres X, Arroyo S, Araya S, de Pablo J. The Spanish version of the Quality-Of-Life in Epilepsy inventory (QOLIE-31): Translation, validity, and reliability. *Epilepsia* 1999;40(9):1299-311.