



Evaluación y corrección de la estimación de la función renal en una población adulta cubana

Evaluation and correction of the estimate of renal function in a Cuban adult population

Yanetsy Córdova Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0002-8556-3595>

Raymed Antonio Bacallao Méndez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7043-0597>

Carlos Antonio Rodríguez García¹ <https://orcid.org/0000-0002-8609-8306>

¹Instituto de Nefrología "Dr. Abelardo Buch López". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: raymed@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Existen dificultades con la evaluación de la función renal en la población cubana.

Objetivos: Evaluar y corregir la estimación de la función renal en una población adulta cubana.

Métodos: Estudio observacional descriptivo transversal. El universo estuvo constituido por todos los adultos que se hicieron exámenes de laboratorio sanguíneos en el Instituto de Nefrología, en septiembre de 2022. La información fue procesada de forma automatizada (SPSS[®] versión 21.0); se utilizó el análisis de distribución de frecuencias, análisis de correlación de Pearson y la prueba t de Student para comparación de medias, para determinar la relación entre los métodos de determinación de creatinina.

Resultados: Quedaron incluidos 349 sujetos. La concentración media de creatinina por método de espectroscopía de masa por dilución isotópica (IDMS) trazable fue 0,24 mg/dl, menor que la automatizada no trazable, y 0,29 mg/dl, menor que la manual no trazable. Las correlaciones de Pearson respectivas fueron 0,989 y 0,988. Con la corrección, las diferencias fueron menores de 0,01 mg/dL. Las diferencias medias de las tasas de filtrado glomerular estimadas superaron los 15 mL/min/1,73 m² SC y



disminuyeron a menos de 0,74 mL/min/1,73 m² SC con la corrección. En 257 individuos se midió la creatinina por el método enzimático, con diferencias exiguas respecto al IDMS trazable.

Conclusiones: Las diferencias en las mediciones de las concentraciones de creatinina y en las tasas de filtrado glomerular estimadas entre los métodos IDMS trazable y los no trazables son notorias. Con la corrección sugerida se reducen las diferencias en las mediciones y estimaciones.

Palabras clave: creatinina; Cuba; tasa de filtración glomerular.

ABSTRACT

Introduction: There are difficulties with the evaluation of renal function in the Cuban population.

Objectives: To evaluate and correct the estimate of renal function in a Cuban adult population.

Methods: Cross-sectional descriptive observational study. The universe was made up of all the adults who underwent blood laboratory tests at the Institute of Nephrology, Havana, Cuba, in the month of September 2022. The information was processed automatically (SPSS[®] version 21.0 and Excel). Frequency distribution analysis, Pearson's correlation analysis and a Student's t test for comparison of means were used to determine the relationship between the creatinine determination methods.

Results: 349 subjects were included. Mean creatinine concentration by the traceable Isotope Dilution Mass Spectroscopy (IDMS) method was 0,24 mg/dL lower than the non-traceable automated method, and 0,29 mg/dL lower than the non-traceable manual method. The respective Pearson correlations were 0,989 and 0,988. With the correction, the differences were less than 0,01 mg/dl. Mean differences in estimated glomerular filtration rates exceeded 15 mL/min/1,73 m² BS and decreased to less than 0,74 mL/min/1,73 m² BS with correction. In 257 individuals, creatinine was measured by enzymatic method with slight differences with respect to the traceable IDMS.

Conclusions: The differences in the measurements of creatinine concentrations and in the estimated glomerular filtration rates between the traceable and non-traceable IDMS methods are notorious. With the suggested correction, the differences in measurements and estimates are reduced.

Keywords: creatinine; Cuba; glomerular filtration rate.



Recibido: 13/04/2024

Aprobado: 23/08/2024

INTRODUCCIÓN

La creatinina es una sustancia con fórmula química ($C_4H_7N_3O$) y peso molecular de 113,12 g/mol, que constituye el producto final del metabolismo muscular y se origina por deshidratación de la creatina.⁽¹⁾ Se elimina casi exclusivamente por vía renal, en lo fundamental por filtración glomerular, aunque una pequeña fracción se elimina por secreción tubular, la que se incrementa en la medida que disminuye la filtración glomerular.^(1,2)

La tasa de filtración glomerular (TFG) [sumatoria de las tasas de filtración plasmática de todas las nefronas funcionales] es considerada el mejor marcador de la función renal, pues su reducción antecede al inicio de los síntomas dependientes de la disfunción renal y su disminución se correlaciona con la magnitud del daño estructural renal.⁽³⁾ En consecuencia la enfermedad renal crónica (ERC) se clasifica en función de la TFG.⁽⁴⁾

Dado que la TFG no se puede medir directamente se utiliza para este fin la depuración de sustancias exógenas o endógenas eliminadas por filtración glomerular.⁽²⁾ Dentro de las primeras destaca la inulina, los radiofármacos y los contrastes radiológicos no radiomarcados, y de las segundas, la creatinina.⁽³⁾ Sin embargo, en la práctica las sustancias exógenas se suelen reservar para fines investigativos, y la depuración de creatinina tiene el inconveniente de precisar recolección de orina de 24 horas y ello suele acompañarse de errores de recolección.⁽¹⁾ Como resultado de esto, la forma más común de estimar la TFG (TFGe) es a partir de las fórmulas predictivas basadas en las concentraciones séricas de creatinina, como las de los estudios *Modification of Diet in Renal Disease* (MDRD) y *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* (CKD-EPI).^(2,4)

Para la aplicación de estas ecuaciones, que son las recomendadas en las guías internacionales, se precisa que las mensuraciones de creatinina sérica sean corregidas para un método de referencia homologado como la espectrofotometría de masas por disolución isotópica (IDMS por sus siglas en inglés) o se utilice un método enzimático.^(5,6) En Cuba, la mayoría de las mensuraciones de creatinina se hacen por método

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



cinético de Jaffé (picrato alcalino) con reactivo del Centro de InmunoEnsayo, ya sea de forma automatizada o manual, sin corrección IDMS y con semejante equipamiento en los distintos centros.⁽⁷⁾

Así, se hace esta investigación con el objetivo de evaluar y corregir la estimación de la función renal en una población adulta cubana con el empleo de las plataformas tecnológicas más disponibles.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal. Fueron estudiados 349 pacientes adultos que se hicieron exámenes de laboratorio sanguíneos en el Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López” (INEF), La Habana, Cuba, en el mes de septiembre de 2022, que no cumplían ninguno de los siguientes criterios de exclusión: íctero o antecedentes de enfermedades hepáticas, hiperuricemia, diabetes mellitus descompensada, tratamiento con cefalosporinas o vitamina C y discrasias de células plasmáticas o anemia de células falciformes.

La información se recogió a partir de los informes de resultados de exámenes de laboratorio. Se registraron las variables: edad, sexo, color de la piel, peso, talla y concentración sérica de creatinina.

Todos los pacientes acudieron en ayunas de 12 horas, se les hizo un breve interrogatorio para asegurar que no cumplieran ningún criterio de exclusión y recoger los datos de interés; además, se les pesó y talló con ayuda de una balanza ZT-120 certificada. Luego se les hizo una extracción de 8 mL de sangre, de la que se tomó una alícuota de 1,5 mL de suero para el estudio.

Las concentraciones de creatinina se mensuraron por 4 métodos: método cinético de Jaffé IDMS-trazable (CJC-IDMS trazable), método cinético enzimático (CEC), método cinético de Jaffé automatizado (CJC aut.) y método cinético de Jaffé manual (CJC man.). En el caso del método CEC solo se hizo en 257 pacientes por falta de disponibilidad del reactivo.

El suero fue almacenado a 4 °C y todas las muestras fueron procesadas al unísono en los laboratorios clínicos y de fisiopatología renal del INEF. Fueron medidas las concentraciones de creatinina a cada muestra, por el método de CJC-IDMS trazable, con reactivo de la firma Roche (Suiza) y por el método de CEC, con reactivo de la empresa CPM (Italia), en un analizador bioquímico Cobas C311 de la firma Roche; por el método de CJC aut. con reactivo del Centro de InmunoEnsayo, Cuba, en el analizador



bioquímico Spin React 200E (Alemania) y por el método de CJC man., con reactivo del Centro de InmunoEnsayo, Cuba, en el espectrofotómetro VS-850 SUMA del propio Centro; se cumplieron estrictamente las recomendaciones del fabricante en cada caso.

Se calculó la TFGe a partir de los resultados de la concentración de creatinina sérica por los diferentes métodos.⁽⁸⁾ Para la clasificación de los pacientes según la TFGe se utilizó la recomendada por las guías *Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQI)*.⁽⁴⁾ El estado nutricional de los pacientes se determinó según el índice de masa corporal (IMC) en kg/m^2 .⁽⁹⁾ La corrección de la creatinina se hizo según el método de mensuración como sigue:

Corrección para método CJC aut.:

Para creatinina < 1 mg/dl: Creatinina ajustada= $(0,954 \times \text{creatinina}) - 0,125$

Para creatinina ≥ 1 mg/dl: Creatinina ajustada= $(0,931 \times \text{creatinina}) - 0,123$

Corrección para método CJC man.:

Para creatinina < 1 mg/dl: Creatinina ajustada= $(1,040 \times \text{creatinina}) - 0,309$

Para creatinina ≥ 1 mg/dl: Creatinina ajustada= $(0,904 \times \text{creatinina}) - 0,108$

Se realizó el procesamiento estadístico de los datos con los *softwares* SPSS 21.0 y Microsoft Excel. Se realizaron análisis estadísticos de frecuencias y análisis descriptivos con medidas de resumen para variables cualitativas (números absolutos y frecuencias relativas) y medidas de tendencia central y de dispersión para variables cuantitativas para la caracterización de la población en estudio. Una vez comprobada la distribución normal de los datos, se realizó un análisis de correlación de Pearson para medir correlación lineal y una prueba t de Student para comparación de medias, para determinar la relación entre los métodos de determinación de creatinina y la estimación de la TFGe, antes y después de la corrección con las ecuaciones recomendadas. Se representó la información a través de gráficos de dispersión para evidenciar las posibles correlaciones.

El estudio recibió la aprobación del Consejo Científico y el Comité de Ética de la investigación del INEF (recogidas en las actas correspondientes al mes de abril de 2022). Se garantizó la confidencialidad de los datos recogidos durante el estudio.



RESULTADOS

Las características sociodemográficas de los sujetos incluidos aparecen en la tabla 1. Se destaca el predominio de individuos entre 46 y 60 años de edad (51 %), con ligera mayor frecuencia relativa del sexo masculino (53,6 %). Las personas con color de la piel blanca (57,9 %) fueron las más representadas. En la valoración nutricional (tabla 1) llama la atención la ausencia de desnutridos y que los sujetos con sobrepeso constituyen casi la mitad de los estudiados (49,8 %), que al sumar los obesos, comprenden al 55,8 %.

Tabla 1 - Características sociodemográficas y nutricionales de la población

Grupos de edad (años)	n	%
19-30	35	10,0
31-45	56	16,0
46-60	178	51,0
61-80	60	17,2
> 80	20	5,8
Total	349	100
Sexo		
Masculino	187	53,6
Femenino	162	46,4
Color de la piel		
Blanco	202	57,9
Negro	58	16,6
Mestizo	89	25,5
Valoración nutricional		
Desnutrido	0	0
Normopeso	154	44,2
Sobrepeso	174	49,8
Obeso	21	6,0

En los sujetos a quienes se les midió la creatinina por los métodos CJC-IDMS trazable y CEC, la concentración media de creatinina por método CJC-IDMS trazable fue de 1,72 mg/dl con una desviación



estándar (D.E.) de 2,62, en tanto los valores correspondientes de la creatinina mensurada por método CEC fueron 1,72 mg/dl y 2,69 (p= 0,174). El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,998.

En la totalidad de los participantes, la concentración media de creatinina por el método IDMS trazable fue 0,24 mg/dl menor que la del método CJC aut. (p=0,002), y 0,29 mg/dl que la del método CJC man. (p=0,002) (tabla 2). Las correlaciones de Pearson de los métodos CJC aut., CJC man. respecto al CJC-IDMS trazable fueron semejantes, de 0,989 y 0,988. Una vez efectuada la corrección sugerida no hubo diferencias entre la media de concentración por el método IDMS trazable y CJC aut. (p= 0,191), y fue de solo 0,01 mg/dl respecto al CJC man. (p= 0,195); en tanto las correlaciones de Pearson se elevaron a 0,999 y 0,998, respectivamente.

Tabla 2 - Modificaciones de la creatinina sérica según método de mensuración e impacto de la corrección a IDMS-trazable

Método de mensuración de la creatinina sérica	Media de creatinina sérica (mg/dl)	D.E.	Correlación de Pearson
CJC-IDMS trazable	1,49	2,28	-
CJC aut.	1,73	2,45	0,989
CJC man.	1,78	2,51	0,988
CJC aut. ajustada	1,49	2,28	0,999
CJC man. ajustada	1,48	2,28	0,998

D.E.- desviación estándar; CJC-IDMS trazable- método cinético de Jaffé IDMS-trazable; CJC aut.- método cinético de Jaffé automatizado; CJC man.- método cinético de Jaffé manual.

Al evaluar la TFGe media calculada a partir de la concentración de creatinina sérica (tabla 3) resulta evidente que se infraestima en 15,39 mL/min/1,73 m² SC al utilizarse CJC aut. (p= 0,002) y en 19,32 mL/min/1,73 m² SC al emplearse CJC man. (p= 0,001), respecto a la mensuración CJC-IDMS trazable. Una vez hecha la corrección sugerida, la infraestimación con el método CJC aut. se reduce a solo 0,74 mL/min/1,73 m² SC (p= 0,114), y a 0,43 mL/min/1,73 m² SC (p= 0,177), cuando se utiliza el método CJC man. Además, se incrementan los coeficientes de correlación de Pearson desde 0,969 y 0,960 para los métodos CJC aut. y CJC man. respecto al CJC-IDMS trazable, a 0,981 y 0,976.



Tabla 3 - Modificaciones de la tasa de filtrado glomerular estimada según método de mensuración de la creatinina sérica e impacto de la corrección a IDMS-trazable

Método de mensuración de la creatinina sérica	Media de TFGe (ml/min/1,73 m ² SC)	D.E.	Correlación de Pearson
CJC-IDMS trazable	89,41	36,45	-
CJC aut.	74,02	31,07	0,969
CJC man.	70,09	28,53	0,960
CJC aut. ajustada	88,67	35,21	0,981
CJC man. ajustada	88,98	35,52	0,976

TFGe- Tasa estimada de filtración glomerular; D.E.- Desviación estándar; CJC-IDMS trazable- método cinético de Jaffé IDMS-trazable; CJC aut.- método cinético de Jaffé automatizado; CJC man.- método cinético de Jaffé manual.

Al clasificar los individuos según su TFGe de acuerdo con el método empleado para la medición de la creatinina (tabla 4), resultan notorias las diferencias en cada estadio, según el método de medición, sobre todo en los estadios en que la TFGe es mayor, o sea de 1 a 3b. Obsérvese cómo estas diferencias disminuyen marcadamente, luego de la corrección sugerida para cada método de mensuración. Así por ejemplo, en el estadio 3a se encuentra el 6,9 % de la población por el método CJC-IDMS trazable y el doble (13,8 %) si se utiliza CJC man. Tras la corrección disminuye al 4,6 % y se hace mucho más semejante la clasificación. Debe tenerse presente que cuando la TFGe tiene valores ≥ 60 mL/ min/1,73 m²SC, el sujeto no se puede clasificar como con ERC si no están presentes otros marcadores de daño renal.



Tabla 4 - Clasificación de sujetos según tasa de filtrado glomerular estimada atendiendo al método de mensuración de la creatinina sérica antes y después de la corrección a IDMS-trazable

Tasa de filtrado glomerular (ml/min/1,73 m ² SC)	CJC-IDMS trazable		CJC aut.		CJC aut. ajustada		CJC man.		CJC man. ajustada	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≥ 90 (Estadio 1)	193	55,3	107	30,7	198	56,7	74	21,2	192	55,0
60-89,9 (Estadio 2)	91	26,1	153	43,8	92	26,4	172	49,3	101	28,9
Estadio 3a (45-59,9)	24	6,9	33	9,5	18	5,2	48	13,8	16	4,6
Estadio 3b (30-44,9)	8	2,3	18	5,2	8	2,3	15	4,3	7	2,0
Estadio 4 (15-29,9)	9	2,6	12	3,4	10	2,9	11	3,2	10	2,9
Estadio 5 (< 15)	24	6,9	26	7,4	23	6,6	29	8,3	23	6,6
Total	349	100	349	100	349	100	349	100	349	100

CJC-IDMS trazable- método cinético de Jaffé IDMS-trazable; CJC aut.- método cinético de Jaffé automatizado; CJC man.- método cinético de Jaffé manual.

La observación de los gráficos de dispersión de TFGe, calculada a partir de las concentraciones séricas de creatinina medidas por los métodos CJC-IDMS trazable y CJC aut. (Fig. 1A), muestra una notoria dispersión, en especial para las TFGe ≥ 60 mL/min/1,73 m² SC. Una vez calculada la TFGe con la corrección sugerida (Fig. 1B) la dispersión se hace bastante menor y la superposición de puntos es mayor. No obstante, la tendencia a mayor dispersión con TFGe más altas se mantiene.

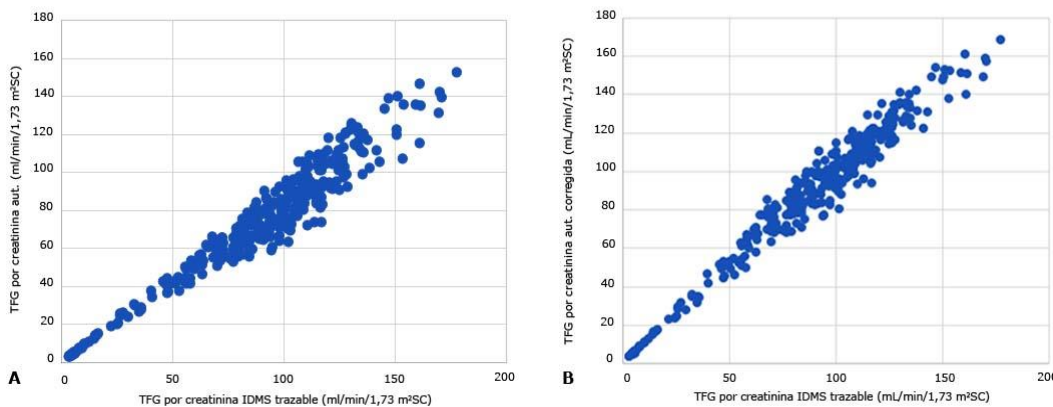


Fig. 1 – A: valores de tasa de filtrado glomerular estimada a partir de creatinina mensurada por métodos CJC-IDMS trazable y CJC automatizada. B: valores de tasa de filtrado glomerular estimada a partir de creatinina mensurada por métodos CJC-IDMS trazable y CJC automatizada después de la corrección a IDMS-trazable.



DISCUSIÓN

Las decisiones clínicas de las enfermedades renales, tanto en el orden diagnóstico como terapéutico, descansan en buena medida, en las mensuraciones de la función renal. Así, en conjunción con la presencia o no de otros marcadores de daño, la TFGe constituye la base de la clasificación de la ERC, a partir de la que se hacen las recomendaciones terapéuticas por estadios de ERC.⁽⁴⁾ En consecuencia, resulta imprescindible contar con mediciones exactas, precisas y reproducibles, de las concentraciones de creatinina sérica, que permitan la aplicación de las ecuaciones recomendadas para el cálculo de la TFGe, y que se hagan de la forma más eficiente, con la menor erogación de recursos posibles. Todo ello, teniendo presente que la ERC constituye un gran problema socio-sanitario, y su diagnóstico y tratamiento oportunos, son claves para enfrentarla.^(10,11)

Los sujetos estudiados tienen características demográficas semejantes a la población general del país.⁽¹²⁾ Asimismo, el predominio de sujetos con sobrepeso, coincide con lo hallado en la última encuesta de factores de riesgo.⁽¹³⁾

Los resultados, casi superponibles, entre las mensuraciones hechas por los métodos CJC-IDMS trazable y CEC, en todo el rango de valores, coinciden con lo hallado por varios autores y hace que no se plantee la necesidad de hacer correcciones entre estos 2 métodos.^(14,15) Esta alta concordancia entre métodos, más allá de las características propias de los diagnosticadores y el equipamiento utilizado, pudo estar condicionada por la exclusión en este estudio, de los individuos que potencialmente presentarían cromógenos en el suero, que afectan la reacción de Jaffé.⁽⁶⁾

Debe tenerse presente que el menor número de sujetos empleados en este fragmento de la investigación se debió a la disponibilidad limitada de medios para las mediciones enzimáticas, pues son sustantivamente más caras y no se cuenta con un método enzimático de producción cubana, que, aunque fue desarrollado años atrás, no se encuentra disponible.^(7,14)

Las notorias diferencias en las medias de las concentraciones de creatinina, medidas por los otros métodos, respecto al IDMS trazable, coincide con lo identificado por varios grupos. Se hizo evidente con el reporte recomendado por las guías K/DOQI de las TFGe, calculadas por la ecuación MDRD.^(4,16,17)

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



Ello dio pie a la posición de consenso del Programa Nacional de Educación Renal de EE. UU. (NKDEP), con recomendaciones detalladas para mejorar las mediciones de creatinina, que incluyen la corrección (estandarización) IDMS.⁽¹⁸⁾

Una vez hecha la corrección sugerida, como era de esperar, disminuyen de forma manifiesta las diferencias entre las concentraciones medias de creatinina. Se debe observar que la ecuación utilizada para la corrección, es diferente según las cifras de creatinina sérica sean inferiores a 1 mg/dl, o iguales o mayores que esta. Ello se debe a la mayor imprecisión analítica en el rango bajo de concentraciones de creatinina.⁽¹⁹⁾ Además, resulta evidente que la corrección es mayor para el método manual, respecto al automatizado; lo que parece deberse a un mayor error sistemático con el primer método.⁽⁵⁾

La TFGe fue calculada a partir de la ecuación del grupo CKD-EPI de 2009, por ser la más ampliamente utilizada en el contexto internacional, además de ser empleada en varios trabajos de esta naturaleza, aunque la Fundación Nacional del Riñón en EE. UU. (NKF) recomienda una desarrollada en 2021.^(8,14,20)

Las diferencias de medias identificadas en la TFGe, entre 15 y 20 mL/min/1,73 m²SC, por los otros métodos, respecto al IDMS trazable, sobrepasan los límites recomendados (el 10 % según la recomendación del NKDEP), pues estas diferencias propician los errores de clasificación de los pacientes en estadios de la ERC.^(18,21) Con la corrección se consigue una correlación elevada entre los métodos, que evidencia la necesidad de su utilización y coincide con los resultados de otros reportes previos de corrección aritmética de creatinina,^(14,22) sin modificación de los calibradores a IDMS-trazables

El impacto de la corrección resulta muy evidente en la clasificación por estadios de la ERC, especialmente para las TFGe superiores a 60 mL/min/1,73 m²SC, pues la inexactitud es mayor con concentraciones bajas de creatinina, debido a que la relación entre esta y la TFGe es inversa e hiperbólica.^(2,6) Los errores en la clasificación de los sujetos por estadios de ERC en base a la TFGe conducen a intervenciones terapéuticas que no se corresponden con la función renal real del paciente, así como errores en la dosificación de medicamentos, que pueden hacerlos inefectivos e incluso propiciar la progresión de la ERC.^(4,23)

No se dispone de estudios previos, desarrollados con el equipamiento y los diagnosticadores disponibles en Cuba, que permitan contrastar los resultados de esta investigación.



Debe tenerse en cuenta el hecho de que la estandarización IDMS no incide en la precisión de las determinaciones, pues influyen otros factores que no se controlan con la corrección. Además, si bien la exactitud se incrementa con la estandarización IDMS, el método de Jaffé cinético es susceptible a cromógenos diferentes de la creatinina, por lo que no se elimina la necesidad de utilización de métodos enzimáticos para casos particulares.

Esta investigación valida la utilización de una solución innovadora, que permite la corrección de las mensuraciones de creatinina por el método cinético de Jaffé, tanto de forma automatizada como manual, a un método IDMS trazable, con la utilización del equipamiento y los diagnosticadores disponibles en Cuba, sin precisar otras erogaciones monetarias. Sin embargo, tiene como limitaciones, el haberse desarrollado en un número no muy amplio de pacientes de un solo centro, y no haberse realizado mensuraciones por el método enzimático, a todos los sujetos.

Las diferencias en las mediciones de las concentraciones de creatinina entre los métodos CEC y CJC-IDMS trazable son exiguas; por el contrario, las diferencias son notables entre las mediciones por el método CJC-IDMS trazable y el CJC aut., y más aún respecto al CJC man. Las diferencias entre las TFGe calculadas a partir de las concentraciones de creatinina, mensuradas por el método CJC-IDMS trazable, respecto CJC aut. y al CJC man. son muy importantes y propician errores en la clasificación de los pacientes por TFGe. Con la corrección recomendada se minimizan las diferencias y se eleva la correlación en las mediciones de concentración de creatinina y en la TFGe, y se homogeniza la clasificación de los pacientes según su TFGe.

En conclusión, las diferencias en las mediciones de las concentraciones de creatinina y en la estimaciones de las tasas de filtrado glomerular entre los métodos IDMS trazable y los no trazables son notorias. Con la corrección sugerida se reducen las diferencias en las mediciones y estimaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kashani K, Rosner MH, Ostermann M. Creatinine: From physiology to clinical application [Internet]. Eur J Intern Med. 2020 [acceso: 23/02/2023];72:9-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31708357/>

<http://scielo.sld.cu>
<https://revmedmilitar.sld.cu>



2. Bacallao Méndez RA, Mañalich Comas R. Estimación de la función renal. En: Bacallao Méndez RA, Mañalich Comas R, Díaz Galvizu K. Fisiología y exploración funcional renal [Internet]. 1ra Ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2016. [acceso: 23/02/2023]. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/fisiologia-y-exploracion-funcional-renal/>
3. Luis-Lima S, Ortiz A. Assessment of the glomerular filtration rate [Internet]. Med Clin (Barc). 2023 [acceso: 23/02/2023]; 160(1):27-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35945055/>
4. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification [Internet]. Am J Kidney Dis. 2002; [acceso: 21/02/2023]; 39(2 sup 1):s1-266. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11904577/>
5. Lee SC, Lim LM, Chang EE, Chiu YW, Hwang SJ, Chen HC. Effect of differences in serum creatinine estimation methodologies on estimated glomerular filtration rate [Internet]. Singapore Med J. 2019 [acceso: 30/03/2023];60(9):468-73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31570950/>
6. He L, Yu J, Han G, Huang D, Han L, Zhang Q, et al. Analytical performance evaluation of different test systems on serum creatinine assay [Internet]. J Clin Lab Anal. 2022 [acceso:23/02/2023];36(2):e24206. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34957600/>
7. Carrión Domínguez IR, García Borges L, Suárez Pérez Y, Rodríguez Fernández B, Aja Masa G. Validación del método enzimático para la determinación de creatinina en suero y orina [Internet]. Rev Cubana Farm. 2015 [acceso: 23/02/2023]; 49(4): 618-29. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400003&lng=es
8. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd, Feldman HI, et al; CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration). A new equation to estimate glomerular filtration rate [Internet]. Ann Intern Med. 2009 [acceso: 19/07/2023];150(9):604-12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19414839/>
9. Del Moral-Trinidad LE, Romo-González T, Carmona Figueroa YP, Barranca Enríquez A, Palmeros Exsome C, Campos-Uscanga Y. Potential for body mass index as a tool to estimate body fat in young people [Internet]. Enferm Clin (Engl Ed). 2021 [acceso: 19/02/2023];31(2):99-106. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32933847/>



10. Inker LA, Eneanya ND, Coresh J, Tighiouart H, Wang D, Sang Y, et al. New Creatinine- and Cystatin C-Based Equations to Estimate GFR without Race [Internet]. *N Engl J Med*. 2021 [acceso: 19/07/2023]; 385(19):1737-49. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34554658/>
11. Xie Y, Bowe B, Mokdad AH, Xian H, Yan Y, Li T, et al. Analysis of the Global Burden of Disease study highlights the global, regional, and national trends of chronic kidney disease epidemiology from 1990 to 2016 [Internet]. *Kidney Int*. 2018 [acceso: 23/02/2023] 94(3):567-81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35899580/>
12. ONEI. Anuario Estadístico de Cuba 2020: Población [Internet]. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas e información; 2021. [acceso: 23/02/2023]. Disponible en: <http://www.onei.gob.cu/node/16275>
13. Bonet-Gorbea M, Varona-Pérez P, Chang-La Rosa M, García-Rocha RG, Suárez-Medina R, Arcia-Montes de Oca N, et al. III Encuesta nacional de factores de riesgo y actividades preventivas de enfermedades no transmisibles. Cuba 2010-2011. 1ra ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2015. [acceso: 12/02/2023]. Disponible en: https://extranet.who.int/ncdccs/Data/CUB_C5_Encuesta_nacional_FR_2010-11.pdf
14. Küme T, Sağlam B, Ergon C, Sisman AR. Evaluation and comparison of Abbott Jaffe and enzymatic creatinine methods: Could the old method meet the new requirements? [Internet]. *J Clin Lab Anal*. 2018 [acceso: 19/02/2023];32(4):e22168. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28205269/>
15. Jelani I, Bunza JM, Abbas HK, Yale BM, Abacha FZ, Abdullahi HL. Comparison between Jaffe and Enzymatic Creatinine Assays in Renal Dysfunction Subjects [Internet]. *Saudi J Med Pharm Sci*. 2021 [acceso: 12/02/2023]; 7(6):267-69. Disponible en: https://saudijournals.com/media/articles/SJMPS_76_267-269_FT.pdf
16. Stevens LA, Levey AS. Clinical implications of estimating equations for glomerular filtration rate [Internet]. *Ann Intern Med*. 2004 [acceso: 19/02/2023];141(12):959-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15611494/>
17. Coresh J, Astor BC, McQuillan G, Kusek J, Greene T, Van Lente F, et al. Calibration and random variation of the serum creatinine assay as critical elements of using equations to estimate glomerular



filtration rate [Internet]. *Am J Kidney Dis.* 2002 [acceso: 19/02/2023];39(5):920-9. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11979335/>

18. Myers GL, Miller WG, Coresh J, Fleming J, Greenberg N, Greene T, et al. National Kidney Disease Education Program Laboratory Working Group. Recommendations for improving serum creatinine measurement: a report from the Laboratory Working Group of the National Kidney Disease Education Program [Internet]. *Clin Chem.* 2006 [acceso: 19/02/2023];52(1):5-18. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16332993/>

19. Niazpour F, Bahirae A, Esfahani EN, Abdollahi M, Bandarian F, Razi F. Comparison of glomerular filtration rate estimation using Jaffé and enzymatic creatinine assays in diabetic patients [Internet]. *J Diabetes Metab Disord.* 2019 [acceso: 19/02/2023];18(2):551-56. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31890681/>

20. Meeusen JW, Kasozi RN, Larson TS, Lieske JC. Clinical Impact of the Refit CKD-EPI 2021 Creatinine-Based eGFR Equation [Internet]. *Clin Chem.* 2022 [acceso: 19/02/2023];68(4):534-39. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35038721/>

21. Delanghe JR, Cobbaert C, Harmoinen A, Jansen R, Laitinen P, Panteghini M. Focusing on the clinical impact of standardization of creatinine measurements: a report by the EFCC Working Group on Creatinine Standardization [Internet]. *Clin Chem Lab Med.* 2011 [acceso: 19/02/2023]; 49(6):977-82. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21428858/>

22. Shanthaveeranna GK, Devanath A. Jaffe's kinetic method comparison between isotope dilution mass spectrometry standardized versus nonstandardized method [Internet]. *Indian J Health Sci Biomed Res.* 2020 [acceso: 25/03/2023]; 13(2):137-9. Disponible en:

https://oa.mg/work/10.4103/kleuhsj.kleuhsj_39_20

23. Sharma A, Sahasrabudhe V, Musib L, Zhang S, Younis I, Kanodia J. Time to Rethink the Current Paradigm for Assessing Kidney Function in Drug Development and Beyond [Internet]. *Clin Pharmacol Ther.* 2022 [acceso: 19/02/2023];112(5):946-58. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34800044/>



Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Yanetsy Córdova Rodríguez, Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Curación de datos: *Carlos Antonio Rodríguez García.*

Análisis formal: *Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Adquisición de fondos: *Yanetsy Córdova Rodríguez, Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Investigación: *Yanetsy Córdova Rodríguez, Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Metodología: *Carlos Antonio Rodríguez García.*

Administración del proyecto: *Yanetsy Córdova Rodríguez.*

Recursos: *Yanetsy Córdova Rodríguez, Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Software: *Carlos Antonio Rodríguez García.*

Supervisión: *Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Validación: *Yanetsy Córdova Rodríguez.*

Visualización: *Carlos Antonio Rodríguez García.*

Redacción – borrador original: *Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Redacción – revisión y edición: *Yanetsy Córdova Rodríguez, Raymed Antonio Bacallao Méndez.*

Disponibilidad de datos

Archivo complementario: Base de datos. Excel.